Manual Técnico de

FORRAJES CONSERVADOS

Tecnologías para producir alimentos de alta calidad y aspectos relacionados a la eficiencia del uso de la maquinaria y el manejo nutricional.



INTA Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN




RB565


DC132


Windrower 1904


SB531


MAGNUM 280

Case IH cuenta con la gama más amplia de soluciones en **Heno y Forraje**, permitiéndote mejorar el rendimiento de tu campo y aumentar la productividad.

CASE IH AGRICULTURE
RETHINK PRODUCTIVITY

Manual Técnico de
FORRAJES CONSERVADOS

Tecnologías para producir alimentos de alta calidad y aspectos relacionados a la eficiencia del uso de la maquinaria y el manejo nutricional

Autores:
***Bragachini**, Mario; **Cattani**, Pablo; **Giordano**, Juan;*
***Peiretti**, José; **Sánchez**, Federico; **Urrets Zavalía**, Gastón.*

Editores:
***Bianco Gaido**, Mauro; **Mendez**, Facundo.*

Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

INTA Estación Experimental Agropecuaria Manfredi
Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor
Módulo Tecnologías de Forrajes Conservados

2018

Manual Técnico de Forrajes Conservados
Tecnologías para producir alimentos de alta calidad y aspectos relacionados a la eficiencia del uso de la maquinaria agrícola y el manejo nutricional.

1ª Edición.
Ediciones INTA
Estación Experimental Agropecuaria Manfredi
Ruta 9, km 636 (5988) Manfredi. de Córdoba

2018

Bragachini, M; Cattani, P; Giordano, J; Peiretti, J; Sánchez, F; Urrets Zavalía, G.

Tecnologías para producir alimentos de alta calidad y aspectos relacionados a la eficiencia del uso de la maquinaria agrícola y el manejo nutricional. 502 p.; 210x297mm.
1º Edición-Manfredi, Córdoba. Ediciones INTA, 2018.
ISBN
1.Forrajes Conservados. 2.Ganadería de Precisión. 3.Producción bovina. 4.Intensificación. 5.Maquinaria. 6.Henificación. 7.Silaje. 8.Henolaje. 9.Eficiencia. 10.Sustentabilidad. 11.Tecnología.

Fecha de catalogación: 10/05/2018

Editorial: Maita Jorge O.
Uruguay 470, Oncativo, Córdoba.
03572-15524039 - jorgeomar.maita@gmail.com

Fecha de impresión: 28/04/2018

3.000 ejemplares

2018, Ediciones INTA
Libro de edición argentina
Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial, la distribución o la transformación de este libro, en ninguna forma o medio. Ni el ejercicio de otras facultades reservadas sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes vigentes.

INTA
Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Dr. Luis Miguel Etchevehere
Ministro de Agroindustria de la Nación

Ing. Agr. Juan Balbín
Presidente del INTA

Ing. Agr. Mariano Bosch
Vicepresidente del INTA

Ing. Agr. Héctor Espina
Director Nacional del INTA

Ing. Agr. Juan Cruz Molina Hafford
Director del Centro Regional Córdoba - INTA

Ing. Agr. Eduardo Orecchia
Director de la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi - INTA

Dra. Claudia González
Coordinadora del Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor - INTA

Ing. Agr. Mario Bragachini
Coordinador del Proyecto Integrador
"Procesos tecnológicos para agregar valor en origen en forma sustentable" - INTA

Manual Técnico de
FORRAJES CONSERVADOS

Tecnologías para producir alimentos de alta calidad y aspectos relacionados a la eficiencia del uso de la maquinaria y el manejo nutricional

Autores:
Bragachini, *Mario (INTA Manfredi)*
Cattani, *Pablo (Asesor privado)*
Giordano, *Juan (INTA Rafaela)*
Peiretti, *José (INTA Salta)*
Sánchez, *Federico (INTA Manfredi)*
Urrets Zavalía, *Gastón (INTA Manfredi)*

Co-autores:
Bragachini, *Marcos (INTA Manfredi) – Capítulo 19*
Gallardo, *Miriam (Asesora privada) – Capítulo 17*
Mathier, *Diego (INTA Manfredi) – Capítulo 19*
Méndez, *José María (INTA Totoras) – Capítulo 19*
Scaramuzza, *Fernando (INTA Manfredi) – Capítulo 20*
Sosa, *Nicolás (INTA Manfredi) – Capítulos 18 y 19*
Vélez, *Juan Pablo (INTA Manfredi) – Capítulo 20*
Villarroel, *Diego (INTA Manfredi) – Capítulo 20*

Colaboradores técnicos:
Aguirre Saravia, *Patricio (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros) – Capítulo 2*
Basigalup, *Daniel (INTA Manfredi) – Capítulo 2*
Camarasa, *Jonatan (INTA Pergamino) – Capítulo 11*
Clemente, *Fernando (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros) – Capítulos 2 y 17*
Cuatrin, *Alejandra (INTA Rafaela) – Capítulo 17*
Ferrari, *Cecilia (INTA Concepción del Uruguay) – Capítulo 10*
Ferrari, *Hernán (INTA Concepción del Uruguay) – Capítulo 10*
Gaggiotti, *Mónica (INTA Rafaela) – Capítulo 17*
Giletta, *Martin (INTA Manfredi) – Capítulo 2*
Opacak, *Fernando (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros) – Capítulos 2 y 17*
Piñeiro, *Guillermo (Asesor privado) – Capítulo 16*
Romero, *Luis (INTA Rafaela) – Capítulos 12 y 17*
Ustarroz, *Fernando (INTA Manfredi) – Capítulo 21*

Editores:
Bianco Gaido, *Mauro (INTA Manfredi)*
Mendez, *Facundo (Universidad Nacional de Villa Maria)*

Relaciones institucionales:
Eugeni, *Esteban (INTA Manfredi)*

Secretaría Técnica:
Cuevas, *Lucas (INTA Manfredi)*
Eugeni, *Maria (INTA Manfredi)*
Oscar, *Aldo (INTA Manfredi)*

Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

AGRADECIMIENTOS

A **Miriam Gallardo**, co-autora de la primera edición del manual y fuente de grandes aportes en esta nueva publicación, por su apoyo técnico permanente al equipo del Módulo Tecnologías de Forrajes Conservados del INTA.

A **Gustavo Clemente** y **Juan Monge**, por su valioso acompañamiento, los trabajos conjuntos con el equipo y sus importantes aportes técnicos que se ven reflejados en esta publicación.

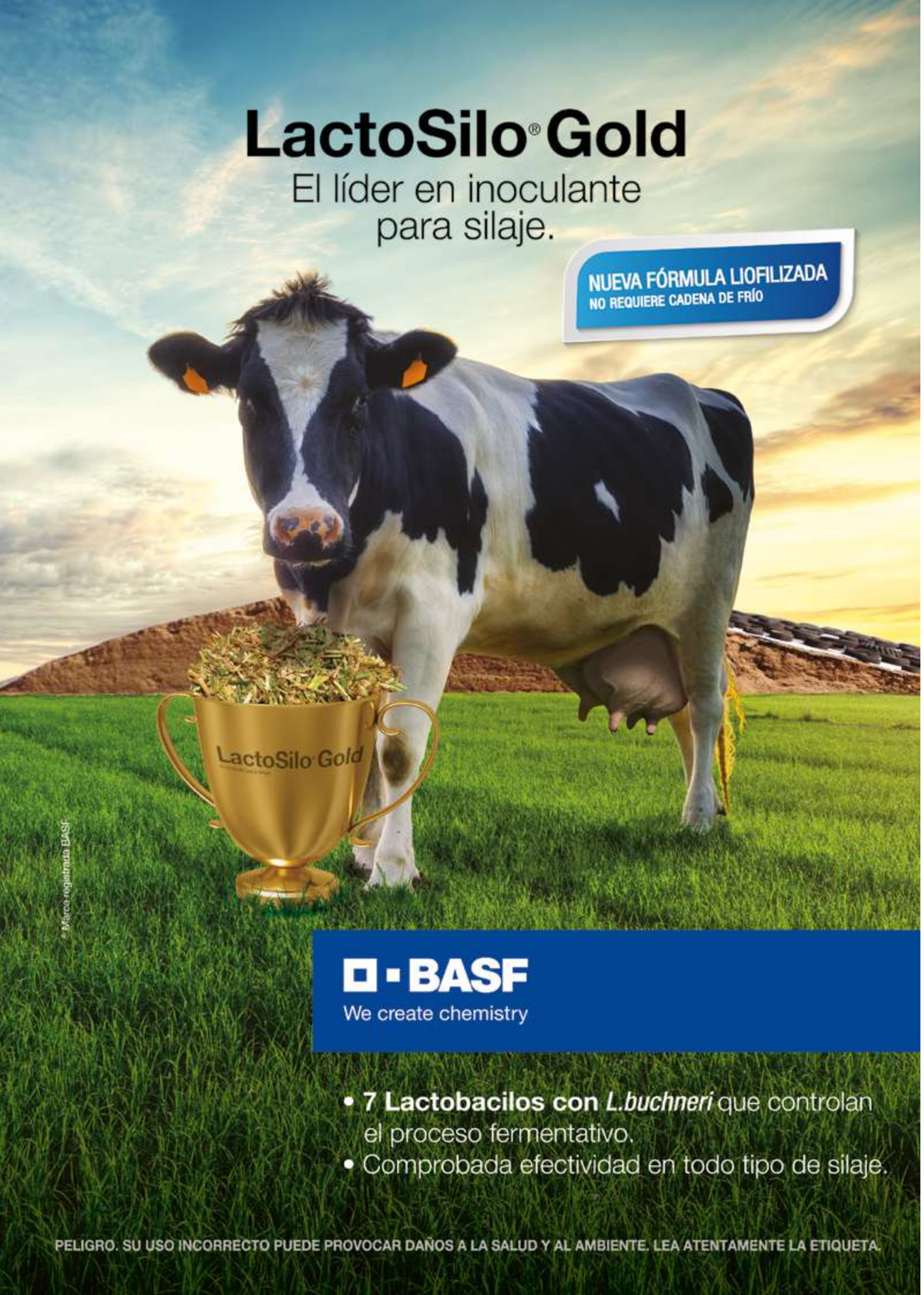
A las empresas del sector por su permanente apoyo a las actividades del INTA y en especial a los técnicos y mecánicos pertenecientes a las fábricas de maquinaria agrícola, que aportaron sus conocimientos y experiencias para la elaboración de mensajes y consejos útiles al área temática del forraje conservado de alta calidad.

A los periodistas y medios especializados del sector agropecuario que hacen de nexo para llegar al sector productivo con la información que se genera desde el INTA.

A los profesionales que en su proceso de formación han contribuido en la producción de contenidos y realización de pruebas a campo: **Santiago Abrate** de la Universidad Nacional de Córdoba -Facultad de Ciencias Agropecuarias-; **Sebastián Frutos, Silvina Gassman** y **Facundo Mendez**, de la Universidad Nacional de Villa María -Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas-.

A la **Asociación Cooperadora** de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, por su apoyo y colaboración para llevar a cabo las pruebas a campo y actividades de experimentación y extensión.

Y a los técnicos de las diferentes estaciones experimentales del INTA que participaron y aportaron con su trabajo al **Proyecto INTA PROPEFO** desde 1994 hasta 1998, al **INTA PRECOP** desde 2008 hasta 2013, y al **Módulo Tecnologías de Forrajes Conservados** del **Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor** del INTA, entre los años 2013 y 2018.



Contenido

Cap.1-Actualidad del sector agropecuario argentino

26 1. El sector de la maquinaria agrícola argentina

Cap.2-Mercado de Maquinaria de Forrajes Conservados

33 1. Evolución del mercado argentino de tecnologías para silaje

41 2. Evolución del mercado de equipos de henificación en Argentina

50 3. Mercado argentino de Mixer

53 4. Anexo primero: Producción de heno de alfalfa en Argentina

55 5. Anexo segundo: Mercado mundial de alfalfa procesada

59 6. Anexo tercero. Historia y actualidad de la Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros

Cap.3-Visi n sobre los forrajes conservados

63 1. Perspectivas de los forrajes conservados para la ganaderia del futuro

66 2. Posicionamiento geográfico diferenciado al momento de definir los protocolos de producción

Cap.4- Henificaci n

77 1. Henificación

Cap.5-Henificaci n de Megat rmicas

95 1. La henificación como herramienta para incrementar la eficiencia del uso de pasturas megatérmicas.

Cap.6-Sistemas de corte

105 1. Sistema de corte alternativo por cizalla

108 2. Sistema de corte rotativo

119 3. Por qué las segadoras acondicionadoras son más rentables que las hélices?

123 4. Pérdidas de calidad desde el corte a la confección de heno

Cap.7-Rastrillado

135 1. Diseños de rastrillos

138 2. Recomendaciones de uso de los rastrillos

Cap.8-Confecci n del Heno

143 1. Características destacables en las rotoenfardadoras

167 2. Características destacables en las megaenfardadoras

176 3. Características destacables en enfardadoras

179 4. Recomendaciones de cómo realizar heno de alfalfa picado embolsado

Cap.9-Almacenaje del heno

185 1. Momento de almacenaje

188 2. Aislación del heno frente a las condiciones ambientales

193 3. Categorización del heno durante el almacenaje

Cap.10-Silaje

198 1. Importancia del silaje de maíz o sorgo en la alimentación animal

198 2. Silaje de Maíz y/o Sorgo Granífero

230 3. Anexo primero: Recomendaciones para el ensilado de maíces afectados por calor y sequía

232 4. Anexo Segundo: Silaje de grano con alto contenido de humedad

240 5. Anexo tercero: Silaje de caña de azúcar

245 6. Anexo cuarto: Silaje de pasturas megatérmicas

Cap.11-Silaje de Pasturas

252 1. Eficiencia del proceso de ensilaje de leguminosas

265 2. Silaje de Cereales de Invierno

269 3. Anexo primero: Silaje de soja

Cap.12-Henolaje

272 1. Formatos que puede adoptar

272 2. Fundamentos de adopción

273 3. Ventajas y desventajas del tradicional Silopaq

273 4. Factores que determinan la calidad del henolaje en cualquiera de sus formatos.

278 5. Tecnologías para la confección de henolaje

289 6. Evaluación a campo del sistema de embolsado de rollos para la confección de henolaje

Cap.13-Picadoras

294 1. Características técnicas de una picadora autopropulsada de actual generación

312 2. Recomendaciones de uso en picadoras para confeccionar silajes de maíz de alta calidad

315 3. Recomendaciones de uso en picadoras para confeccionar silajes de sorgo de alta calidad

Cap.14-Embolsado

322 1. Ventajas del sistema de silo embolsado durante el período de utilización

323 2. Recomendaciones a tener en cuenta al momento de realizar el embolsado

337 3. Utilización correcta de las bolsas

Cap.15-Aditivos - Efectos en el Silaje

340 1. Inoculantes bacterianos

345 2. Enzimas

346 3. Ácido Propiónico

347 4. Metodologías de distribución de aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos

Cap.16-Mixer

353 1. Aspectos a considerar previo a la incorporación de los acoplados mixers

Cap.17-Aspectos relacionados a la maquinaria de alimentaci n y al manejo nutricional

378 1. Patio de comida

381 2. Extracción y suministro de silaje

388 3. El tractor “ganadero”

395 4. Lugar de suministro

397 5. Aspectos relacionados al manejo nutricional

419 6. Anexo Primero: Concurso nacional de forrajes conservados

430 7. Anexo segundo: Toma de muestras y envío a laboratorio

Cap.18-Uso agron mico de residuos pecuarios

434 1. Caracterización de subproductos

437 2. Regulación de maquinaria

439 3. Consideraciones finales

Cap.19-Generaci n de bioenerg a en el sector agropecuario y su relaci n con la maquinaria de forrajes conservados

442 1. Henificación de residuos agrícolas de cosecha (RAC) de caña de azúcar y su utilización para la producción de bioenergía.

450 2. Biodigestión anaeróbica en el sector agropecuario: producción de biogás

455 3. Anexo primero

Cap.20-Ganader a de precisi n

458 1. Máquinas tradicionales con nuevas tecnologías de precisión

460 2. Automatismo, robótica y tecnologías de precisión aplicadas a la producción de leche

463 3. Monitoreo on-line de ganado en establecimientos de carne y leche

464 4. Sistema de medición de consumo individual (RFI)

464 5. Sistemas de balanzas para pesadas del ganado al paso

465 6. Sistemas de alimentación automática para suplementación

465 7. Sistema de monitoreo del comportamiento alimentario a través de sonidos

466 8. Dispositivos Electrónicos para Monitoreo de Ganado

467 9. Pistola vacunadora

467 10. Aplicaciones para automatizar procesos en ganadería

Cap.21-Argentina, de granero a supermercado del mundo

469 1. Propuestas de soporte para formular las políticas de Estado relacionadas a la agroindustria y el agregado de valor en origen

471 2. Desarrollo de cadenas agroalimentarias orientadas a mercados de “especialities”

472 3. Avances en “VAO” en argentina: cadenas agroalimentarias y agroindustriales como ejemplos a seguir para el desarrollo competitivo con inserción global

476 4. El futuro del VAO en argentina y cómo seguir

Bibliograf a consultada

Índice de abreviaturas

AP: Agricultura de precisión
AER: Agencia de Extensión Rural
BAL: Bacterias ácido lácticas
BEN: Balance energético nacional
BPA: Buenas prácticas agropecuarias
C: Carbono
C3: Carbono 3
C4: Carbono 4
Ca: Calcio
CAA: Cámara Argentina de la Alfalfa
CACF: Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros
CE: Conductibilidad eléctrica
CFC: Concurso de Forrajes Conservados
CHS: Carbohidrato soluble
CI: Cereales de invierno
CIC: Capacidad de intercambio catiónico
CO: Carbono orgánico
CV: Coeficiente de Variación
cv: Caballo vapor
Cz: Cenizas
ddc: días de conservación
DDGS: granos secos de destilería con solubles, por su sigla en Inglés.
Dig.: Digestibilidad
DIVMS: Digestibilidad de la materia seca
EA: Estabilidad aeróbica
EEA: Estación Experimental Agropecuaria
EEUU: Estados Unidos
FA: Fardo de alfalfa
FAVN: Fibra de alto valor nutriconal
FDA: Fibra de detergente ácido
FDN: Fibra de detergente neutro
FDNef: Fibra detergente neutro efectiva
FFCC: Forrajes Conservados
FP: Fardo pastura
g: gramos
GB: Grasa butirosa
GP: Ganadería de precisión
GPS: Sistema de posicionamiento global, por su sigla en inglés
GRI: grado de reposo invernal
h: hora
ha: hectárea
HA: Heno alfalfa
HP: Heno pastura
hp: horsepower
INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial
K: Potasio
Kcal: Kilocalorías
Kg: Kilogramos
l: litros
LTC: Longitud teórica de corte
LTP: Largo teórico de picado
m: metro
M: millones
Mcal: Megacalorías
ml: mililitro
MO: Materia orgánica
MS: Materia seca
MSD: Materia seca digestible
MV: Materia Verde
N: Nitrógeno
Na: Sodio
NIDA: Nitrógeno insoluble detergente ácido
NIRS: Región espectral del infrarojo cercano
Nm: Newton metro
N-NH_3: Nitrógeno amoniacal
N-NH_4^+: Nitrógeno en forma de amonio
N-NO_3: Nitrógeno de nitratos
Nt: Nitógeno total
P: Fosforo
PB: Proteína Bruta
Pe: Fosforo extractable
pH: Potencial de Hidrogeno o Potencial Hidrogeniones
PMR: Ración parcialmente mezclada por su sigla en inglés
ppb: Parte por billón
ppm: Parte por millón
PSI: Porcentaje de sodio intercambiable
PTMS: Pérdidas totales de materia seca
PV: Peso vivo
RA: Rollo de alfalfa
RP: Rollo pastura
RPM: Revoluciones por minutos
S: Azufre
SA: Silaje Alfalfa
SCI: Silaje cereales de invierno
SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
SM: Silaje maíz
SP: Silaje Pastura
SRG: Silaje ray-grass
SS: Silaje soja
SSA: Sorgo azucarado.
SSF: Silaje sorgo forajero
SSG: Silaje sorgo Granífero
SSS: Silaje de sorgo silero
t: tonelada
TIC: Tecnología de la información y comunicación
TMR: Ración totalmente mezclada por su sigla en ingles
TPP: Toma posterior de potencia
U$S: Dólares
UFC: Unidad formadora de colonia
VAO: Valor Agregado en Origen
VRF: Valor Relativo del Forraje
WDGS: granos húmedos de destilería con solubles, por su sigla en Inglés.

Tu cultivo.
Tu elección.
Nuestra dedicación.

KWS. Independiente como vos.

Tomar tus proprias decisiones. Eso es independencia.
Vos sabés qué es lo mejor para tu campo.
Nosotros nos dedicamos a seleccionar los híbridos para vos.

www.kws.com.ar

SEMBRANDO
EL FUTURO
DESDE 1856

KWS

1 Actualidad del sector agropecuario argentino



• Por Mario Bragachini

Argentina viene de algunos a os donde el sector agropecuario, agroindustrial y agroalimentario se encuentra con un ritmo aletargado, en una meseta de evoluci n y sin manifestarse en la econom a real. El sector crece en representatividad de las exportaciones y hoy explica el 66 % del total y sobre ello hay varias miradas, pero la realidad es que se exportan menos d lares (U$S) y la balanza comercial negativa crece. Los puestos de trabajo del sector se mantienen en el mejor de los casos, a n con cosecha r cord, dado que las econom as regionales a nivel de productores medianos y chicos perdieron competitividad y no crean trabajo; los grandes empresarios -en alto porcentaje de multinacionales- tampoco lo hacen porque se mecanizan y automatizan logrando producir m s toneladas con menos puestos de trabajo, eso ocurre en los procesos de primera y segunda industrializaci n, donde las empresas de escala son m s competitivas porque participan desde la producci n primaria hasta el eslab n final de las g ndolas y las exportaciones.

El proceso de agregado de valor a las materias primas en origen para productores de pequeña escala está propuesto para ser llevado a cabo por pymes asociativas integradas, que carecen de promociones desde el Estado que permitan ser optimistas. Desde el INTA y el Ministerio de Agroindustria de la Nación se hacen esfuerzos apoyando y asesorando al respecto y se visibilizan casos exitosos en muchas cadenas para mostrar que es posible y exitoso asociarse e integrarse verticalmente hasta lo más cercano posible de las góndolas del mundo. Sin embargo, para muchos la transformación y reconversión está llegando tarde, requieren inversiones difíciles de lograr.

Un país de 43 M de habitantes con un PBI promedio de U$S 12.500 per cápita, define una población de bajo nivel adquisitivo promedio y donde el conjunto de cadenas producen 10 veces o más materia prima alimenticia de lo que consume, es impensado que los productores de alimentos primarios puedan hacer diferencia vendiendo sus productos a varios intermediarios del mercado interno, lo cual indica que la salida está en exportar para aumentar la demanda y así jugar con la oferta y la demanda de manera sostenible. De lo contrario seguiremos con el circuito actual, más globalización de uso de la tierra productiva, menos diversificación, menos productores y más producción, más exportación de tonelada de commodities y menos renta local con problemas sociales sin resolver. Esto es lo que viene ocurriendo desde varias décadas en Argentina y es alarmante.

Exportar no debe ser un imposible en la actualidad, por eso los cambios de matriz productiva y nuevas reglas de juego son necesarios y urgentes, para que los productores chicos y medianos lleguen a producir con alguna renta mejorando la actual diferencia entre el valor primario que cobra el productor y el que paga el consumidor argentino en el mercado que es de 4,7 veces más. Este dato, surgido de un análisis reciente de CAME (Confederación Argentina de la Mediana Empresa) realizado a través del IPOD que es un índice que mide las diferencias promedio entre el precio de origen y la góndola para 25 alimentos agropecuarios, se ve reflejado en varios ejemplos, como el corte de carne "pechito de cerdo", que se vende en el mercado a un valor 5 veces superior al que recibe el productor por peso vivo del capón; algo similar pasa con la pera, en donde el productor cobra $ 3,30 el kilogramo y se vende a $ 40,80 en el mercado. En el caso de la manzana roja la diferencia es 10,86 veces, o sea $ 4 se paga el kg en origen y $ 43,50 al consumidor; la calabaza con 7,6 veces de diferencia ($ 2,50 en origen y $ 19 al consumidor).

Por su parte, el productor ganadero en promedio recibe 3,74 veces menos que el valor en mercado, en resumen el productor recibe en promedio un 20 a 25 % del precio final del mercado consumo directo. Está claro que a nivel mundial hay intermediarios que agregan costo y precio, pero agregan muy poco valor y eso significa una oportunidad para los pequeños y medianos productores que se puede lograr mediante el asociativismo y otras alternativas como las ferias francas. De la misma manera, también asociativamente pueden aspirar a las exportaciones.

Las ferias francas existen en todo el mundo y más aún en los países desarrollados, se manejan con ordenamiento público y gran seguimiento y control de legalidad impositiva, lo que permite invertir en infraestructura y limpieza, como así también en controles bromatológicos.

Afortunadamente en algunos sectores soplan nuevos aires y el optimismo se está transformando en inversiones, si bien la evolución no tiene el ritmo necesario, la tendencia es positiva.

Los números de las actividades pecuarias de Argentina indican optimismo en el sector de la carne bovina y ovina por varios factores, pero reforzado recientemente por la apertura de mercados en China. Las exportaciones de 2017 fueron de 313.000 t/res (ABC), un 34 % superior en carne vacuna respecto al 2016 (es decir el mejor año de los últimos 8); y para el 2018 se espera otro fuerte aumento en toneladas exportadas del orden del 30 %1.

El mercado de consumo interno de carne bovina fue de 58 kg per cápita y es sostenido, estando en equilibrio pero con positiva tendencia de recuperación de stock (en 2017 fue del 1,4 %), pero el aumento de toneladas de producción vendrá por mayor cantidad de terneros (una realidad del 2017) y por el aumento de peso de faena y el aumento de engorde a corral; con datos del SENASA de un engorde en 2017 de 4,5 M/cabezas, un 16 % más respecto al 2016.

En resumen, durante el año 2017 se estima que la producción de carne (t/res con hueso) fue de 2,84 M/t, un valor de crecimiento del 5 % que se puede seguir repitiendo en el 2018, con lo cual se podría llegar a casi 3 M/t de carne bovina, que se manifiesta también en una mayor demanda de lotes destinados a silaje de maíz y sorgo (afectado por sequía en varias regiones). Las intenciones de inversión en ganadería se manifiesta también en la buena demanda de semilla de alfalfa para el otoño, correspondida con otras forrajeras también demandadas como cebadilla, festuca, pasto ovillo, ray grass anual, lotus, trébol blanco, trébol rojo, las semillas de verdeos de invierno están muy complicadas de conseguir, dado el incremento del uso de cultivos de cobertura (triticale, centeno y principalmente avenas).

El buen comportamiento de las inversiones y un cambio de tendencia en la ganadería vacuna de carne en el ciclo 2016-2017 se vieron reflejados en las **mayores ventas de maquinaria agr cola forrajeras respecto a 2015-2016.**

En cuanto a **la lecher a, los valores indican que el a o 2017 termin igual al 2016, en el orden de los 9.895 M de litros de leche y que en el a o 2018 la producci n crecer un 2 % (seg n datos expresados por el Ing. Miguel Taverna, de INTA Rafaela)**, esto será siempre y cuando el año climático sea normal; está faltando agua para las pasturas, los silos de maíz y sorgo en promedio rendirán menos kilogramos de materia seca por hectárea (kg/MS/ha), con mucho menos porcentaje de grano en la MS de la campaña 2017/18, respecto a la anterior.

El forraje conservado de calidad como la alfalfa en megafardos se puede exportar a muchos países, algunos requieren trazabilidad de la alfalfa henificada, pero el negocio principal al 2017/2018 del heno enfardado de alta calidad está hoy en el mercado interno, a los grandes tambos que por la forma de confección del heno (sin pérdida de hoja) y el trozado de fibra (Roto Cut) tienen destino a raciones de vaca lechera de alta producción, caballos de deportes y otros destinos.

La demanda de alimentos subproductos de industria del maíz, etanol, glucosa, molienda seca, entre otros, es buena en feedlot y tambos ubicados a una reducida distancia de la industria (costo de flete, valor del gasoil) y también sucede lo mismo con el expeller y harina de soja, los que están en cercanía de alguna de las 400 extrusoras/prensadoras de soja que ofrecen excelente proteína, con flete reducido, siendo en este aspecto bien abastecidas las dos cuencas lecheras principales Villa María (Córdoba) y Rafaela (Santa Fe). Respecto a la ubicación geográfica de la materia prima respecto al Puerto de Rosario, cuanto más lejos está la demanda de alimento pecuario menos es el valor (de la soja expeller) y menos el valor de los subproductos del maíz, por ende mejor el negocio de transformación y es por ello que los criaderos de NOA y NEA están invirtiendo en el negocio de invernada y algunas provincias en frigoríficos, otros están pensando en plantas de etanol de maíz. El aumento del costo de gasoil y fletes provoca estos cambios relativos en las estructuras de los negocios de granos y su transformación en diferentes proteínas animal.

Respecto a la producci n de cerdo, el factor aumento de productividad por madre es lo que más incidencia positiva posee en el aumento de la producción total. El consumo (15 kg per cápita) crece y la producción se viene incrementando un 10 % anual (en 7 años pasó de 280.000 t en 2010 a 565.000 t en el 2017), lo que se debe en un 50 % al "aumento de producción promedio por cerda", productividad relacionada a varios factores como ser genética, sanidad, confort animal, mejor infraestructura y calidad nutricional.

Preocupa al sector la entrada de un 6 % de carne porcina del exterior, lo que acarrea riesgos de enfermedades que Argentina se encuentra libre, además ingresa carne congelada que se vende como fresca con una posible alteración de la cadena de frío. Las exportaciones de cerdo hoy están en un 2 % de la producción, valor insignificante. El techo de consumo per cápita estaría en 18 a 19 kg por lo que al ritmo actual en el año 2020 se requerirán 120.000 t más de carne de cerdo, lo cual requiere un aumento del 21 % de producción para el 2020 coincidente con lo que viene ocurriendo en el sector, eso también indica un aumento de consumo del grano de maíz y soja transformado de 360.000 toneladas y muchos puestos de trabajo en la cadena.

Todo esto indica que la cadena de cerdo debe prepararse para exportar en forma importante a partir del 2020, por lo tanto se debe comenzar ya a trabajar en ese tema buscando mercados de carne, chacinados y nuevos productos, especialidades para mercados exigentes, además de **sustituir totalmente las importaciones de cerdo y tambi n parte del consumo de carne bovina del mercado interno** (gran futuro para el sector porcino para los próximos 5 años).

Respecto de la actividad pecuaria avícola producción de carne y huevo, el forraje allí se concentra al igual que el cerdo en expeller y harina de soja, grano de maíz molido y subproducto de la industria del maíz y etanol (burlanda seca) y otros subproductos de la agroindustria de muy buena calidad, que están geográficamente disponibles.

El consumo per cápita de carne de pollo en Argentina es alrededor de 45 a 47 kg, el nivel productivo está cercano a las 2 M/t de carne de pollo y representa el maíz y la soja transformada en un negocio de U$S 3.000 M, generando mucho valor agregado y renta e impacto social a nivel de granja y frigorífico, distribución y comercialización.

Las exportaciones en los últimos años fue el 10 % de la producción en caída con pronóstico de poder revertir y comenzar un ciclo virtuoso, para en 2 años superar el 20 % que fue para el sector un valor normal.

La cadena de carne de pollo convierte 2 kg de alimentos en 1 kg de carne de pollo y eso significa 4,4 M/t de (66 % de maíz y 27 % de soja), eso es el 90 % de la dieta y luego existe un 10 % de otros suplementos proteicos y minerales. En el presente mucha de la soja transformada en pollo es expeller proveniente de las pequeñas plantas cercanas a la producción y también ahora se está utilizando burlanda seca de maíz de la industria del etanol, dos productos de excelente calidad.

En la producci n de huevo (granja), se refleja que Argentina es una verdadera industria de proteína animal, 1.000 granjas y 43,2 M/gallinas ponedoras en 2016 y 47 M/gallinas en 2017, casi un 10 % de crecimiento.

En 2017 en Argentina se consumió 280 huevos per cápita, unos 18 kg/habitante, 2,2 % de crecimiento y 12.350 M/unidades. Se transforman 1 M/t de maíz y 400.000 t de soja, casi 360 M de U$S en valor de grano con 1.000 M/U$S de facturación industrial de huevo. Los galpones automatizados representan un 75 % y la industria metalmecánica argentina, en otra buena noticia, ya fabrica localmente jaulas para granja totalmente automatizadas de nivel tecnológico muy competitivo, o sea que se sigue agregando valor.

La venta de huevo es el 70 % de la facturación. Las exportaciones de huevo industrializado 2.170 toneladas de uso industrial fue del 13,2 % en 2016.

Todas estas industrias biológicas le dan trabajo en el interior del país a mucha gente y eso provoca desarrollo social. Actualmente muchos granjeros se asocian para

1 El destino de las exportaciones de carnes argentinas en 2017 que en toneladas res aumentó un 34 % respecto al 2016, en volumen de dinero fue del 25 %, la disminución de la cotización promedio fue por mayor participación de China en mercado inferior precio. En carne refrigerada la Unión Europea compró con precio promedio 11.634 U$S/t peso producto y representó al 36 % de las ventas y lo siguió en segundo lugar Chile con 157,6 M/U$S, Israel con 129,7 M/U$S y Brasil con 66,5 M/U$S, el resto de los países realizaron compras por 76,7 M/U$S.

Con respecto a mercancías Hong Kong y Rusia fueron los primeros compradores con 119 y 79 M/U$S respectivamente.

En cuanto a la Cuota Hilton en 2017 se habría certificado el 48 % de los 29,5 t del contingente Hilton 2017/18 de acuerdo a datos publicados por la Unión Europea.

industrializar huevo líquido y en polvo en empresas tipo Sociedad Anónima con espíritu cooperativo.

El INTA está trabajando paralelamente para mejorar el manejo de efluentes de tambo, feedlot, criaderos de cerdo, producciones avícolas (huevo y carne), transformando el pasivo ambiental (bosta y orina) mediante diferentes procesos de tratamientos transformándolo en fertilizantes biológicos sin riesgo de contaminación. En los últimos 5 años ese pasivo ambiental en muchos casos mediante procesos anaerobióticos bacteriano se transforman en biogás y fertilizante líquido orgánico, ese biogás por cogeneración se transforma en electricidad que en la actualidad mediante el Programa RenovAr se puede colgar a la red interconectada con buena renta.

También el forraje conservado como silaje de maíz y sorgo puede producir gran cantidad de biogás y fertilizantes, como lo hace Bioeléctrica en Río Cuatro y otras plantas como la de ACA en Juan Llerena, San Luis (cerdo y silo de maíz), que con sistemas de cogeneración cuelgan a la red eléctrica interconectada.

1. El sector de la maquinaria agr cola argentina

El mercado argentino de la maquinaria agrícola ha crecido en los últimos años y eso es muy positivo más allá de algunas asimetrías. Desde la catástrofe del 2001 con una facturación de 450 M/U$S, a los 1.450 M/U$S del 2015, los 1.800 M/U$S del 2016 y algo más de 2.300 M/U$S del 2017, se marca un progreso continuo. Había indicios que el 2018 podría ser un mercado de facturación dolarizada parecido al 2017 o algo menor por factores climáticos locales y por alguna limitante de acceso al crédito, pero en 2017/18 ocurrió un muy perjudicial accidente climático y las estimaciones para el 2018 son de 1650 M/U$S, o sea un 28,3 % menor al 2017.

Lo que queda claro es que el mercado en estos últimos años lo movilizó la producción pampeana de granos tradicionales, la lechería invirtió poco, la ganadería de carne despertó del letargo y las economías regionales, salvo excepciones como maní y otros, tuvo poca inversión en mecanización. La recuperación del mercado se espera para mediados de 2019.

Se refleja una reactivación comercial, más trabajo e inversiones en procesos constructivos, también es válido reconocer y decir que hubo buena asistencia del Estado Nacional en ese proceso como por ejemplo con la mantención del decreto de competitividad del 14 % para máquinas argentinas que su pudo sostener en 2016 y 2017 (y que a criterio de muchos actores del sector, sería conveniente que continúe vigente). También hizo su aporte el crédito con tasa subsidiada del Banco Nación (BNA) para máquinas nacionales (algo muy bueno para el productor y para la industria del sector), sumado a otras buenas reformas impositivas en carpeta.

También es para destacar el apoyo público/privado para abrir puertas a la exportación de máquinas con el valor agregado del Know How del INTA en temas como siembra directa, almacenamiento de granos en bolsas plásticas, agricultura de precisión, eficiencia de cosecha de granos y forrajes, entre otros. Este trabajo coordinado por el Ministerio de Agroindustria de la Nación, el INTA, Cancillería, la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (CAFMA), Fundación CIDETER, y los ministerios provinciales, entre otros, permitió abrir puertas en muchos países, generando muy buenas relaciones técnicas comerciales. En relación a esto recientemente desde el Estado se facilitaron trámites de exportación y se redujeron aranceles estando en proceso de habilitación algo que en el sector se viene pregonando de muchos años, los créditos de prefinanciación de exportaciones para el sector, una herramienta de competitividad muy apreciada.

Estas son cosas muy positivas, además hay pleno empleo en el sector, pero sabemos que hay algunas luces amarillas que deben ser atendidas antes de pasar a ser rojas, es decir que hay que analizar propuestas para prevenir y solicitar intervención positiva del Estado, defendiendo la industria y trabajo argentino.

La realidad del 2017 fue una balanza comercial del sector de aproximadamente 950 M/U$S negativa, lo que indica que se importó más de 1.050 M/U$S de máquinas terminadas y componentes para ensamblar y se exportan algo así como 100 M/U$S. El crecimiento de la importación y el decaimiento de las exportaciones hablan de una falta de competitividad nacional, que el costo argentino es elevado y que el dólar no fue competitivo para nuestra industria en el 2017, cosa que parece tender a recomponerse en 2018.

El sector es estratégico para el desarrollo del territorio y la sustentabilidad del país, se ponen en juego muchos puestos de trabajo y también el nivel innovativo y diferenciador de los agroalimentos que se aspiran a producir y exportar, por lo tanto merece una ley de promoción de la industria metalmecánica nacional que incluya a las terminales de maquinaria agrícola de baja y alta complejidad, a las pymes agropartistas (sector indispensable de sostén de competitividad) y por supuesto a las industrias metalmecánicas de procesos agroalimentarios y de bioenergía y energía renovable entre otras. Es muy difícil ser un país sustentable sobre la base de la transformación de la materia prima alimenticia, importando todos los procesos y máquinas, la "Marca Argentina" debe crear e incorporar mucho trabajo y tecnología argentina en procesos, eso produce diferenciación, porque un alimento de góndola no diferenciado es también un commodities y argentina hoy está estancada por exportar competitivamente solo commodities.

Tenemos que corregir varias cosas, hay que pensar en la intervención del Estado como ya se dijo, una ley para el sector agro-metalmecánico y agroalimenticio, reorientando políticas que favorezcan la industria nacional frente a los oferentes globales, líderes muy competitivos que tiene muy apuntado el mercado argentino, pero con terminales en su gran mayoría radicadas en Brasil, EE.UU y Europa Central. Es cierto que existe un "costo argentino" y que incluye mantener a la población ocupada, darle educación, salud, seguridad, justicia, orden territorial, infraestructura de comunicación, conectividad, relacionamiento internacional, todos servicios que se solventan con impuestos. La mantención de la actividad económica del país permite ofrecer un mercado al cual las empresas importadoras acceden libremente sin pagar aranceles, asimetría que pone a nuestras empresas en un plano de disparidad de costos, alejándonos de la competitividad, haciendo muy difícil mantener localmente inversiones productivas con generación de puestos de trabajo genuinos frente a un competidor que no paga el costo argentino. Dicho de otra manera, los importadores no pagando el costo argentino, pescan en una pecera.

El resultado de trabajar con una economía interna muy pesada con apertura total de la economía termina en una lógica desocupación "en blanco o con todos los aportes de parte del empleador" con mínima recuperación de "puestos de trabajo más precarizados", lo cual hace necesario revertir el proceso para que las reglas de juego entre producir en Argentina e importar sean parejas y justas.

El costo argentino es posible pagarlo solo si el competidor del mercado también lo paga y eso significa arancel de importación, lo cual hoy está en cero o bien en su mínima expresión.

Los empresarios argentinos quedan como ineficientes al comparar costos que superan el precio final del producto importado, pero ello incluye el "costo argentino" solamente solventado por las empresas nacionales. En el caso de la maquinaria agrícola el análisis es más complejo porque algunas buenas políticas orientadas a favorecer a la industria nacional como ser el bono de competitividad o el exitoso crédito del BNA con tasa subsidiada exclusiva para las industrias nacionales (las que generan puestos de trabajo genuinos), hoy se han generalizado a maquinaria ensamblada con menos de 20 % de componentes locales. Todas estas asimetrías de costos y medidas se pueden solucionar en una mesa sectorial que es lo que se está por poner en práctica desde el gobierno nacional, donde en otros casos, en el "mientras tanto" y hasta que no se reduzca el costo argentino, el sector metalmecánico nacional para exportar competitivamente requiere de ayuda como ser un reembolso compensatorio por dólar exportado, eso recuperaría la competitividad internacional de nuestras empresas, pudiendo exportar puestos de trabajo genuinos.

Estas medidas son ampliamente demandas por los industriales del sector, que emplea en forma directa e indirecta algo más de 80.000 puestos de trabajo, incluidos los mecánicos directos de los concesionarios de fábricas nacionales y los proveedores de agropartes distribuidos en algo más de 860 Pymes (sector de 600 Pymes terminales y 260 agropartistas de alta y baja complejidad casi todas radicadas en el interior productivo que constituye un estratégico sostén del desarrollo territorial).

En este sentido es pertinente enfatizar que hace muchos años que el sector de la industria nacional no está plenamente ocupado como lo estuvo el año 2017. Por supuesto que hay empresas puntuales con amenazas de despidos y retiros voluntarios por motivos particulares y donde el Estado está aportando ayuda financiera estratégica para su recuperación. Un solo ejemplo de caída de ingresos de una conocida fábrica de cosechadoras de Santa Fe deja en evidencia el impacto social y económico que representa para el interior productivo y lo importante de la intervención del Municipio, la Provincia y Nación como la banca oficial, para no solo recuperar la sostenibilidad de la fábrica sino la sostenibilidad de una ciudad importante de 20.000 habitantes, como por ejemplo Firmat. Esto no es otra cosa que reconocer el efecto derrame económico y social que produce una industria en el interior productivo.

1.1 El futuro de la maquinaria agr cola

Las m quinas del futuro inmediato ser n m s precisas y autorreguladas, el paso previo a la robotizaci n primero parcial y luego total (aut noma).

En cuanto a lo constructivo y de funcionamiento inteligente los actuadores eléctricos constituyen un antes y un después, un buen software, sensores estratégicos y cableado inteligente CAN BUS y actuadores eléctricos de mucha precisión, casi todas tecnología heredadas de la industria del automóvil y camión. La conectividad entre marcas y modelo lo soluciona el ISOBUS, de lo contrario el mercado castiga.

El manejo por ambiente de cultivos e insumos en cultivos masivos tradicionales y de escala, la aparición de la visión artificial y los sensores de humedad de suelo y materia orgánica constituyen un tremendo avance en el manejo de micro variabilidad.

Una maleza captada e identificada por un sensor muy preciso en menos de un m^2, con las máquinas modernas define el herbicida específico y la dosis, o bien, ahora cambiar la densidad de siembra de maíz, por ejemplo de dos m^2 de suelo, al recibir en tiempo real el dato de humedad de suelo y porcentaje de materia orgánica del m^2 que sembrará instantáneamente, 5 años atrás no estaba ni pensado que se podía hacer en la agricultura masiva y en el 2018/19 será comercialmente una realidad.

Otra realidad, en cultivos masivos **"los Robots"**, avanzarán pero en donde más lo harán será en cultivos intensivos, donde ya es una realidad y eso provoca cambios de paradigmas.

Los drones aplicadores o los drones exploradores y relevadores de micro variabilidad en cultivos intensivos también serán realidad o ya lo son, que permitirán tratamientos muy puntuales en cultivos intensivos de alto valor. En máquinas forrajeras, el automatismo está muy avanzado por medio de sensores NIRS, que miden la madurez del cultivo y también la calidad del material picado o henificado realizando registros y trazabilidad del alimento animal y accionando actuadores de prestación "on line" de la máquina, también en Ga-

nadería de Precisión se destacan los collares para control de animales y su actividad corporal, dentro de la lechería están los tambos de ordeñe automatizados y en bioenergía las mini destilerías en el medio del campo como las que producen etanol hidratado, desde el grano de maíz y carne bovina con feedlot simultáneo, todo el funcionamiento de la industria biorrefinería es automatizado por medio de sensores y conectividad desde una central, esto es desarrollo nacional en Córdoba PORTA S.A. y se denomina Minidest.

Frente a estos cambios de paradigmas tecnológicos en Argentina la situación es digna de analizar, está claro que existen rubros muy complejos para competir y equipos de muy baja demanda anual, como por ejemplo **picadoras autopropulsadas, mega enfardadoras, cosechadora de vid autopropulsada o una mega cosechadora de algod n de usillo o una cosechadora de ca a de az car** por ejemplo, donde el mercado local no supera las 100 unidades anuales y es difícil competir desde Argentina con empresas muy grandes y de mercados globales, pero en el resto de los equipos donde Argentina tiene mercados locales poderosos, **7.000 tractores, 1.300 cosechadoras, 800 pulverizadoras autopropulsadas, 3.000 sembradoras y los equipos de forraje conservado y cabezales,** es posible fabricar y ser un jugador protagónico en el mercado interno y exportan sosteniblemente, también como muy competitivas se muestran las pymes argentinas en algunos insumos como bolsas plásticas, agropartes como discos, cuchillas, cajas y equipos de alta complejidad para máquinas inteligentes con sistema CAN BUS e ISOBUS y algunas patentes mundiales que nos llenan de orgullo por la innovación.

Estos grandes cambios e reflejan también en las demandas del sector agropecuario y agroalimentario nacional y global. El avance de los cultivos con menos químicos y los alimentos con procesos sin químicos serán cada día un nicho más importante en los mercados de alta gama. El cuidado del ambiente y los recursos naturales serán exigidos por los mercados y eso requiere trazabilidad y certificaciones. Se prevé un crecimiento de la demanda de alimentos diferenciados sin gluten (gluten free), libre de alérgenos (alergen free), NO OGM y nutracéuticos, estos últimos alimentos beneficiosos para la salud con nicho de mercados generalmente de alta gama.

La bioenerg a y las energ as renovables serán herramientas muy estratégicas y parte de eso lo engloba la bioeconomía. En este sentido Argentina está dando buenos y firmes pasos, la ley de energía renovables distribuida es muy buena base de trabajo con saldo positivo.

Los cultivos OGM tendrán una meseta de crecimiento a nivel global, pero su futuro seguirá siendo bueno y estratégico sobre todo para producir biomasas alimenticias de consumo animal. Cultivos forrajeros y también maíz y sorgo Forrajeros, cultivos industriales de consumo humano no directo. También en forestales industriales la biotecnología será estratégica, este tema es más político que científico, pero el mundo necesita bajar los costos de los alimentos y los OGM son y serán una herramienta estratégica. El precio seguirá gobernando la demanda de Biomasa en los próximos años. Por supuesto no mirar para otro lado de los avances en **agricultura celular (AC)**, en proteína animal sintética o carne sintética y los alimentos nutracéuticos, ya dirigidos exclusivamente al organismo de personas de muy alto poder adquisitivo.

Por último, respecto a **las OGM** Argentina debe mejorar los estudios de aprobación y luego el control de uso, hoy el tema de malezas resistentes y la autorización de eventos que controlan insectos que en Argentina no ocasionan daño, merecen ser mejor estudiados, como así también eventos controladores de insectos mal utilizados que ya manifWiestan menos control. La Ley de semilla anotada como deber para el 2018 puede ayudar a resolver estos aspectos.

1.2 El nuevo paradigma del sistema productivo argentino

Argentina necesita cambiar su sistema productivo y para eso debe definir si seguir como hasta ahora siendo un proveedor eficiente de materia prima (generada cada d a con menos trabajo local), con una renta insuficiente para sustentar un pa s estancado industrialmente, o bien planificar estrat gicamente para ser un pa s importante como productor y proveedor de alimentos de consumo directo o de g ndola de alto valor y trabajo argentino. La meta deber a ser exportar un 50 % en barcazas y el resto en conteiner con alto valor por tonelada. Por supuesto que Argentina debe aspirar al aumento productivo de materia prima con buenas pr cticas agr colas y pecuarias, pero paralelamente poner todos los esfuerzos en el crecimiento como industrializador y exportador de alimentos de alto valor y trabajo argentino, m s toneladas y m s valor agregado con trabajo argentino.

Si bien se están estudiando y esperando medidas concretas, hay buenos discursos que alientan políticas activas que se requiere se hagan realidad. En general, la clase dirigente y política argentina sostiene que el país puede ser sostenible exportando solamente materia prima o biomasa alimenticia a granel en barcazas. Es importante dejar de repetir que Argentina produce alimentos para 440 M de personas, Argentina produce materia prima para que en destino la transformen en alimento y le agreguen entre 10 y 50 veces su valor de mercado a góndola. Eso es lo que hay que revertir urgente.

Para que nuestro país sea sustentable y sostenible, nos está faltando el optimismo, la innovación, el espíritu emprendedor, el asociativismo, las promociones impositivas y crediticias para fomentar las inversiones públicas y privadas teniendo como base de todo las inversiones y planteo estratégico de la Ciencia y Técnica, I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación) y la educación, el Estado presente estratégicamente, el blanqueo impositivo, o sea una economía en blanco junto al ordenamiento territorial sustentable sumado a los acuerdos país/país para intercambiar productos alimenticios y generar los acuerdos tecnológicos que sean necesarios, para ser un país integrado al comercio mundial de alimentos de manera competitiva.

Para vender commodities no hace falta otra cosa más que ofrecer producto primario a una red tipo bolsa de comercio , pero está comprobado por la economía y la realidad que eso solo no alcanza para lograr el nivel de vida que nos merecemos los 43 M de argentinos. Para ser un jugador importante como lo somos en el comercio de commodities alimenticios, son necesarios algo menos de 4 millones de personas, pero para vender agregado de valor alimenticio y llegar a las góndolas del mundo son necesarios muchos nuevos puestos de trabajo directos e indirectos dentro del sector (lo que necesita generar el país) y también hacen falta muchos cambios y evoluciones estructurales como acuerdo de comercio global y empresarios estratégicos en trabajo conjunto público/privado. Esto es más infraestructura visible y no visible y planificación de mediano y largo plazo.

La meta es **“Argentina supermercado del mundo”,** pero el techo está todavía muy alto, eso no es un problema sino una estratégica oportunidad para los argentinos y no de un solo gobierno, es de mediano plazo: nos merecemos que empecemos de una vez y el camino debería ser la formación de los recursos humanos para un país sustentable. Esto es nada más ni nada menos que generar la educación que se necesita para los próximos 10 años. La demanda laboral de mediano plazo tiene muy poco que ver con lo que se pensó, y muy bien, hace 30 años. Hoy es insuficiente y desactualizado frente a un mundo distinto para el que hay que formar capacidades de recursos humanos para los empleos que se demandarán en los próximos años y no para los puestos de trabajo que pronto desaparecerán y serán reemplazados por máquinas y procesos inteligentes.

Programar, diseñar y manejar esas nuevas tecnologías educacionales de la mano de los nativos o habilitados digitales. Estar a la altura de la necesidad educacional y formativa de las nuevas generaciones de argentinos que vivirán un mundo donde los conocimientos se renuevan en menos de 2 años y donde el invento premiado en un concurso de innovación queda viejo en 3 años, esto también genera cambios de formas de trabajo en los procesos de investigación tradicional. Debe quedar en claro que Argentina requiere de mucha evolución empresarial a nivel de pymes agroalimentarias, en lo tecnológico con procesos innovadores pero, fundamentalmente, en la apertura de puertas de mercados internacionales muy diversos y complejos, y a este nivel de pymes si o si se requiere de un Estado presente y facilitador. Argentina está avanzando en Cancillería en esa dirección, se están nombrando agregados agrícolas en varias embajadas estratégicas, la reacción del Estado en este aspecto es alentadora. Otra propuesta positiva que demuestra que el Estado está reaccionando es la que se enmarca en el Plan Nacional Integral de Educación Digital (PLANIED) con el tema de reforma educativa. Esto refuerza la idea de “escuelas del futuro”.

El mundo está frente a un cambio de paradigma donde el gran problema es cómo generar nuevos puestos de trabajo competitivos frente al avance de las tecnologías que reemplazan cada día más al ser humano y su capacidad de generar valor. Es difícil afirmar si estamos o no bien direccionados, porque es evidente que Argentina para ser sustentable requiere de un cambio de valores relacionados fuertemente con el acceso a una educación aggiornada y mejorada en muchos aspectos, que conlleve una puesta rápida en discusión de los productores, empresarios, técnicos, profesionales de la ciencia, donde el producto sean nuevos planes y metodologías de formación de los argentinos del futuro y para eso el presente es hoy, por lo tanto estos son solo disparadores de razonamiento. La solución es compleja y solo pretendemos como equipo aportar ideas que le permitan a nuestro país quedar dentro del sistema en un mercado laboral global cada día más exigente en capacidades que hoy no figura en los planes de estudio y para los países subdesarrollados se hace cada vez más difícil seguir el ritmo por varias razones muy complejas.

Pero lo que hay que tener en claro es que el tiempo del desarrollo corre mucho más rápido que décadas pasadas y que las riquezas naturales serán cada día menos estratégicas sino se cuenta con tecnología de producción e industrialización competitiva y eso tiene que ver directamente con los procesos educativos y formativos públicos, privados formal y no formal. Todos los argentinos necesitamos ser educados y formados competitivamente, recuperando los valores sociales de la salida laboral, si no somos capaces de hacerlo estaremos condenados a la marginalidad como país y al subdesarrollo permanente, sinónimo de pobreza y menor nivel de vida para todos.

Un pa s potencialmente productivo de biomasas alimenticias, rico en minerales, petr leo, territorio productivo, un clima agroecol gico excepcionalmente beneficiado y muy poco poblado con 43 M de habitantes, casi una hect rea sembrable por argentino, es como ideal para lograr sustentabilidad.

¿Será que por tener todo lo descripto creemos que sin esfuerzo, planificación y trabajo formativo igual estamos condenados al éxito? Ese perjudicial razonamiento termina poniendo al país como muy vulnerable, en un mundo cada día más globalizado y tecnológico, donde los paradigmas y los conocimientos cambian cada dos años. Por lo tanto, tampoco es coherente pensar que nuestros problemas se solucionan en el corto plazo, llevará tiempo, pero lo importante es admitir los problemas y hacer partícipe a los 43 M/argentinos de la solución.

Es importante atender ciertas problemáticas y conflictos que puedan surgir con este nuevo paradigma del sector agropecuario, agroindustrial y agroalimentario que en algunos aspectos lo posiciona con ciertos enfrentamientos con otros sectores de la sociedad. Uno de esos temas complejos es la aplicación de fitosanitarios en áreas periurbanas, si bien nuestra opinión no deja de tener un sesgo productivista, aún así nuestro equipo de trabajo posee un gran respeto por los derechos que se aducen de parte de los habitantes de los

pueblos pampeanos rodeados por maíz, soja y trigo. En este tema se cruzan derechos y obligaciones en los que todos los actores intervinientes deben estar bien informados y se debe respetar al otro; de esa manera no debería existir conflicto.

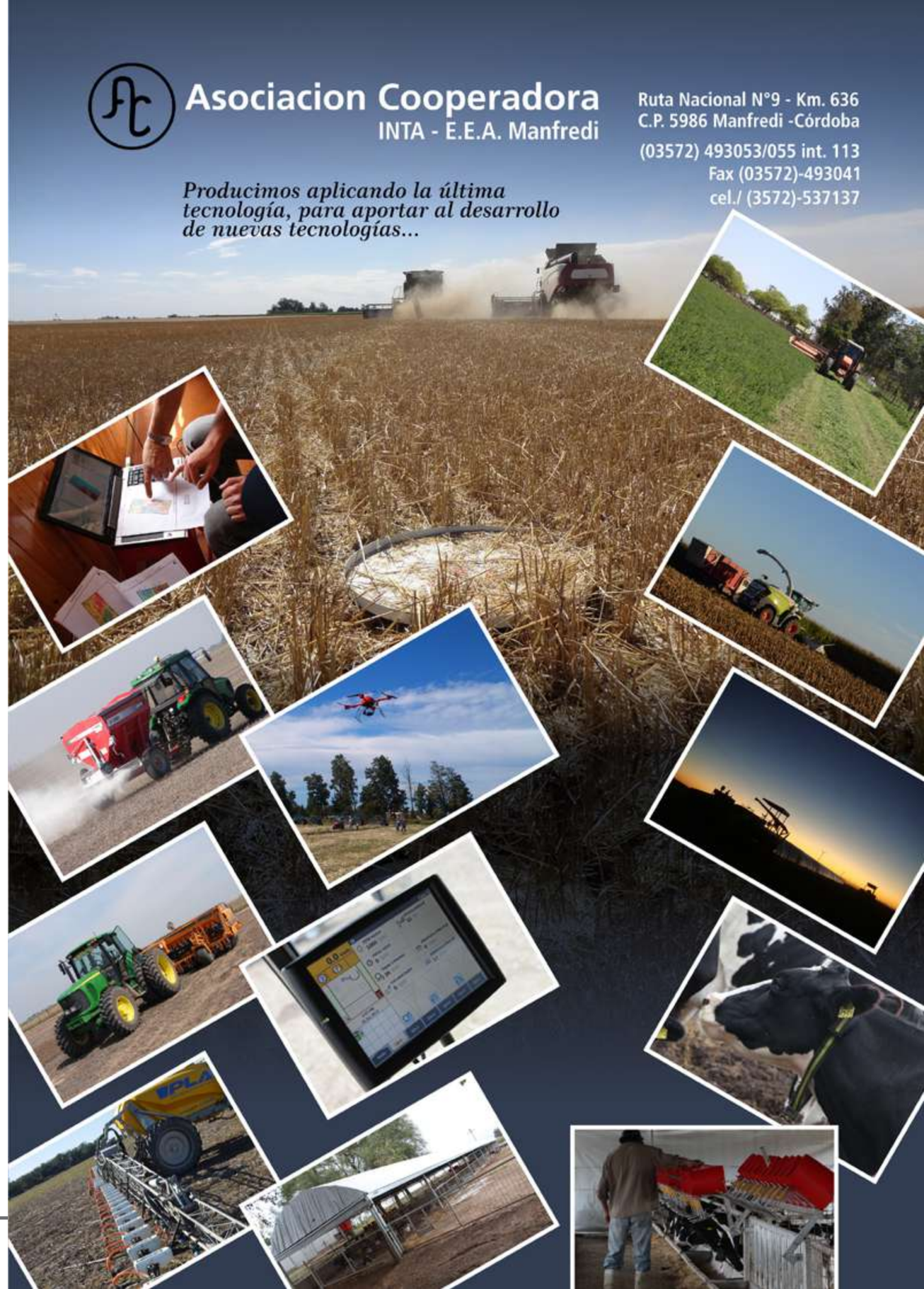
Hay diferentes normativas sobre aplicación de fitosanitarios que no coinciden (nacionales, provinciales y municipales) y sería bueno avanzar sobre una sola normativa nacional. Existe una confrontación socio política que va más allá de lo técnico/científico. Debería quedar en claro en la comunidad que existen diferentes productos y de diferentes bandas y cuáles está permitido aplicar y cuáles requieren mayor protección y aislación, también las máquinas aplicadoras deben cumplir normativas y superar controles al igual que el carnet de habilitación del operario y un nivel de trazabilidad y control técnico total a nivel municipal. Garantizar la no contaminación del ambiente periurbano y si todas las garantías están superadas, permitir la producción ya que ello es riqueza para el pueblo y puestos de trabajo. También significa respetar un derecho de propiedad y de producción si todo está dentro de la ley.

Vemos con más preocupación la ubicación de las plantas de almacenaje de grano en el radio urbano, los depósitos de fitosanitarios mal ubicados y otras cosas, como ser utilizar recipientes de procedencia desconocida para usos no aconsejados.

El diálogo, la capacitación técnica de aplicación y sanitaria, y el respeto de los derechos y obligaciones en forma civilizada, evitan conflictos y desactivan problemas.

¿Alguien tiene en claro los análisis bromatológicos que tienen los alimentos que ingerimos? ¿El SENASA posee técnicos y presupuesto para controlar el 100 % de los alimentos de consumo interno en el amplio territorio argentino?

La aparente falta de armonía entre lo periurbano y la producción agropecuaria sea imposible de solucionar; en otros países lograron respetarse y en varios municipios argentinos también. En el exterior no existen este tipo de conflictos entre áreas periurbana y productiva, esa es una primera diferencia. En EEUU y Europa el productor vive en el campo, es un genuino defensor del ambiente donde vive y valora la actividad de la cual vive de otra manera, tiene una relación directa con el ambiente, su esposa e hijos tendrían riesgo si el manejo de fitosanitarios fuera descontrolado, por lo tanto existen muchos controles y penalidades si no se cumplen los requisitos obligatorios. Además, se produce hasta el último metro de tierra sin problema, inclusive hay maíz, soja y trigo en esos países en sitios baldíos con aplicación controlada de fitosanitarios. ¿Alguien se preguntó cuántos de los vinos, frutas y hortalizas son productos orgánicos en el mundo? ¿Alguien piensa que lo no orgánico no recibió fitosanitarios? ¿Alguien se preguntó por qué no se producen más alimentos orgánicos? Las respuestas son claras, porque son más costosos y no hay mercado que lo pague, los alimentos orgánicos son de alto costo y generalmente los consumen personas de alto poder adquisitivo; los alimentos orgánicos son prohibitivos para la población asalariada. Por otro lado, no vemos que el conflicto de los fitosanitarios en área periurbana haya tenido un tratamiento a nivel de producciones hortícolas donde se aplican muchos fitosanitarios. Esto vuelve a poner en relieve el carácter socio político de algunos reclamos puntuales y abre un juicio de valor, si son justos o no los reclamos de ambos sectores.





2 Mercado de Maquinaria de Forrajes Conservados



1. Evoluci n del mercado argentino de tecnolog as para silaje

*As como **la Siembra Directa** produjo un cambio que potenci la agricultura argentina, la tecnolog a que revolucion la producci n de carne y leche en nuestro pa s es **el silaje.***

En las últimas décadas, Argentina presenció una gran evolución de la superficie destinadas a silaje de maíz, sorgo y pasturas en busca de una mayor eficiencia productiva de carne y leche. En los '90, el 80 % del escaso silaje de maíz que se producía era destinado a la producción de leche, siendo poco significativo el destino de estos forrajes a la producción de carne. Este panorama cambió a lo largo de la última década, donde si bien se ha producido un marcado incremento de la superficie picada para leche, este fue acompañado por un fuerte aumento de las hectáreas (ha) destinadas a la producción de carne (feedlot) lo que indica una evolución hacia sistemas más intensivos de producción (Figura 2-1).

Gran parte del crecimiento del silaje, se justifica en que es un forraje que ha incrementado su participación en la dieta de un 15 a un 50 % y su tiempo de uso pasó de 4 a 6 meses (para cubrir baches de producción estacional de forrajes), a utilizarse durante todo el año, permitiendo aumentar la carga animal y con ello la producción de litros de leche o Kg de carne/ha.

Según datos del INTA PROPEFO en la campaña 93/94, se ensilaron unas 80 mil ha de maíz y sorgo, de las cuales el 90 % era picado grueso. Veinte años después, en la campaña 12/13 se destinaron

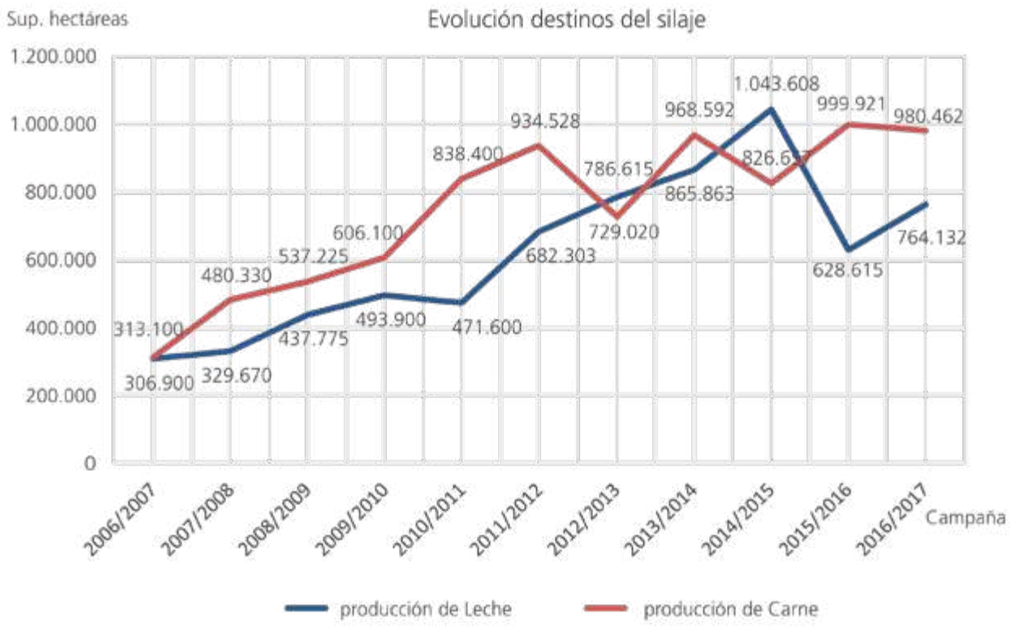


Figura: 2-1 *Evoluci n de la superficie destinada a silo para producci n de carne y leche en las ltimas 11 campa as. Fuente: C mara Argentina de Contratistas Forrajeros (CACF – www.ensiladores.com.ar).*

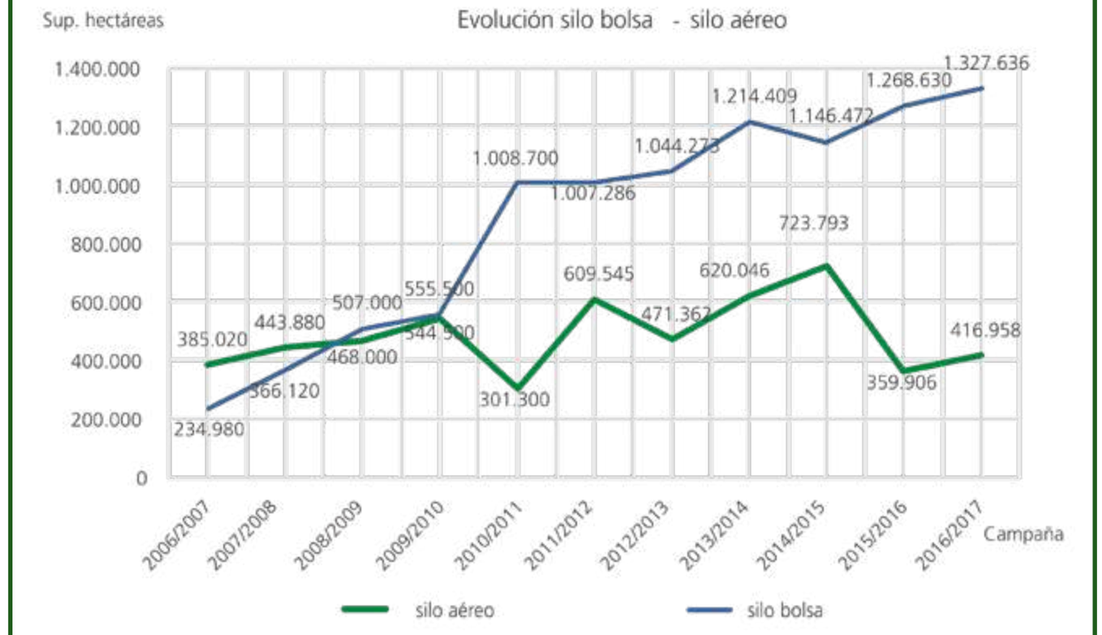


Figura: 2-2 *Evoluci n de la superficie destinada a silo a reo y silo bolsa en las ltimas 11 campa as. Fuente CACF (C mara Argentina de Contratistas Forrajeros).*

a silaje más de 1,5 M de ha, con un récord en la campaña 14/15 de 1,87 M de ha.

El aumento de la superficie que se produjo a mitad de la década del noventa fue acompañado por una mejora de la calidad, que también evolucionó rápidamente, dado que en la campaña 95/96 de las 270.000 ha que se destinaron a silaje, el 95 % ya era picado fino y a la siguiente campaña esta cifra llegaba al 98 %.

El picado grueso es aquel que presenta fracciones mayores de 10 cm y que comenzó a realizarse en la década del 70 con las primeras picadoras a mayales (cuchillas largas de corte frontal, dispuesta helicoidalmente sobre un eje, que determinaba su ancho total de corte y en contacto directo sobre el cultivo en pies), pasando al picado fino (< 10 cm), en la década del 80, agregándose a los mayales un sistema de doble picado (cuchillas fijas a un rotor soplador con contracuchillas). Actualmente se trabaja con picadoras de cilindro que realizan un corte perpendicular al eje de rotación, y con el cual se logra el denominado picado fino de precisión, con un tamaño teórico de corte de hasta 10 mm.

Otro hecho que acompañó esta revolución forrajera que vivió nuestro país, a mediados de los '90, fue la adopción del silo bolsa y bunker bien tapados y compactados, dejando atrás los viejos silos puentes. En la campaña 93/94 el 50 % era silo puente y otro 50 % silo bunker. A la siguiente campaña, con el trabajo del INTA PROPEFO se comenzó a incursionar en el silo bolsa, logrando una adopción del 5 % en ese primer año. Ya en la campaña 97/98 (350.000 ha), el porcentaje de silo puente se había reducido a un 10 %, el bunker continuaba con gran participación (38 %), y lograba gran protagonismo el silo bolsa con el 52 %. En la actualidad, gracias al avance tecnológico que se produjo en el último periodo en cuanto a embolsadoras, el 76 % del material picado se almacena en silo bolsa y el 24 % restante en silo bunker, utilizado mayormente en explotaciones de gran escala cuando el volumen ensilado supera las 900 toneladas (t) (Figura 2-2).

Un dato muy importante es que si analizamos los datos relevados por la CACF, en la última década, el crecimiento promedio anual en superficie destinada a ensilaje fue de 93.500 ha/año (Figura 2-3).

Debe aclararse que la campaña 2015/2016 sufrió una reducción del área de 241.729 ha, la cual marca el retroceso más importante de los últimos 10 años. Esto se debió al temporal que afectó a toda el área central de Argentina durante los meses de abril y mayo de 2016, el cual afectó con severos problemas de inundaciones a las principales cuencas lecheras de las Provincias de Córdoba y Santa Fe, donde el 60 % del picado se produce en esos

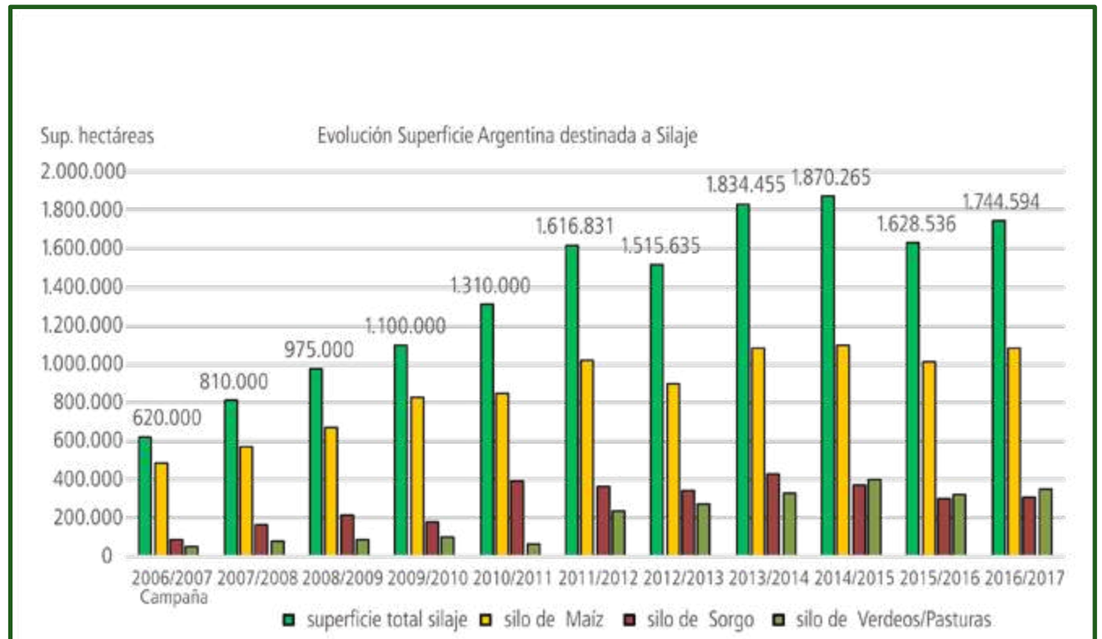


Figura: 2-3 *Evoluci n de la superficie destinada a silo en las ltimas 11 campa as. Fuente CACF (Disponible en www.ensiladores.com.ar).*

meses de otoño dado que se lleva a cabo sobre maíces de siembras tardías.

A este acontecimiento hay que sumarle que, en esos meses, la tonelada de maíz grano alcanzó un nivel de precios históricos dada la quita de retenciones que efectuó el gobierno a estos, lo que produjo que parte de la superficie destinada a silo, pasó a grano, para incrementar la rentabilidad.

Los maíces y sorgos destinados a silaje no fueron los únicos cultivos afectados por el temporal del otoño 2016, se estima que la superficie de alfalfa pura destinada a silaje y henificación se redujo en más de un 15 %, dado que de las 750.000 ha de alfalfa destinadas a henificación hasta el 2015, se vieron seriamente afectadas 120.000.

Un año más tarde, ante la problemática que produjo la disminución de reservas forrajeras, la superficie volvió a incrementarse a niveles normales y se estima superar en el corto plazo a las 2 M de ha.

1.1 Mercado de picadoras autopropulsadas y de embolsadoras

La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina, en su mayoría es la misma ofrecida en el mercado mundial, lo cual refleja claramente la alta tecnología que estamos utilizando para elaborar este tipo de forraje conservado.

Analizando el historial de ventas anuales, se puede afirmar que este es un mercado irregular, que comercializa 61 unidades por año (promedio de los últimos 10 años), pero con variaciones que van desde 98 a 35 unidades anuales. Es por ello que este mercado no presenta una tendencia marcada en cuanto al número de equipos que se incorporan al parque anualmente. El parque actual de autopropulsadas se compone de 967 máquinas, de las cuales el 62 % (605 picadoras), son máquinas con menos de 10 años de antigüedad y el 25 % (238 máquinas), poseen menos de 5 campañas trabajando (Figura 2-4).

Dada la gran cantidad de hectáreas que son necesarias trabajar para amortizar una picadora autopropulsada, los principales usuarios de estos equipos son contratistas prestadores de servicio, los cuales al momento de efectuar el recambio de unidades buscan evolucionar a unidades con mayor capacidad de trabajo. La Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros agrupa a más 120 empresas prestadoras de servicio de picado.

Las máquinas usadas que se entregan por parte de pago de una nueva son adquiridas por contratistas más pequeños, en algunas oportunidades de zonas ganaderas extra-pampeanas con menor desarrollo, o bien por productores o grupo de productores que por la superficie que trabajan no podrían amortizar un equipo nuevo. Estas picadoras son equipos de 5000 horas (h) de uso, las cuales con un buen mantenimiento siguen siendo mecánicamente confiables, a la vez que tiene un nivel de tecnología todavía vigente, pero que luego de 3 ó 4 campañas más de uso, presentan un gran desgaste y un nivel tecnológico obsoleto.

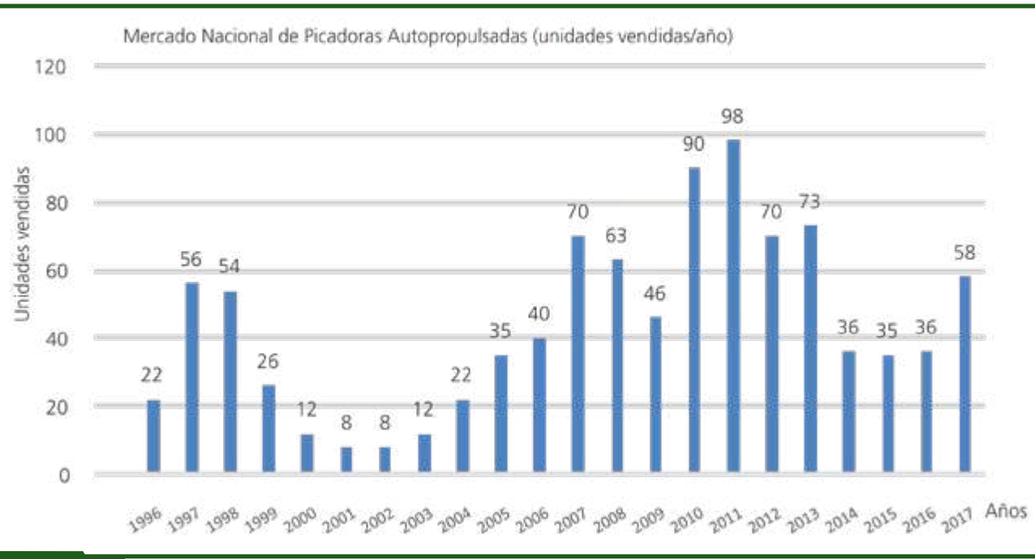


Figura: 2-4 *Mercado de picadoras autopropulsadas en Argentina.*

Otras de las particularidades que hace este mercado irregular, es que la superficie destinada a silajes no está estabilizada, sino que se encuentra en un proceso de evolución constante. Prácticamente se ha multiplicado por 20 en los últimos 20 años, sumado que también ha variado la participación de maíces y sorgos de siembra tardía, lo cual produjo que en las últimas campañas la actividad de picado se concentre en los meses de marzo, abril y mayo, bajando la cantidad de superficie que se pica a inicio de campaña (enero y febrero), y que corresponde a cultivos de siembra temprana.

Otro de los factores que influye en el mercado es la evolución del tamaño y la capacidad de trabajo de las máquinas que se comercializan. En el año 2000 los equipos autopropulsados vendidos, presentaban una potencia promedio de 310 hp y trabajaban unas 1.300 ha por campaña. A partir del año 2008 esa potencia promedio por unidad se incrementó a 400 hp, con una capacidad que superaba las 1700 ha anuales. Actualmente, tomando las ventas de 2017, la potencia media de las máquinas vendidas en Argentina es de 570 hp, con las cuales se busca trabajar en promedio unas 2.000 ha. A su vez, estas picadoras de última generación incorporaron una serie de equipamiento hidráulico-electrónico, como así también hardware que conectados a actuadores (con software específicos), permiten la automatización del funcionamiento, mantenimiento y regulación de las picadoras en el campo.

En la figura 2-5, se muestra la distribución en las distintas clases de las unidades comercializadas en los dos últimos años.

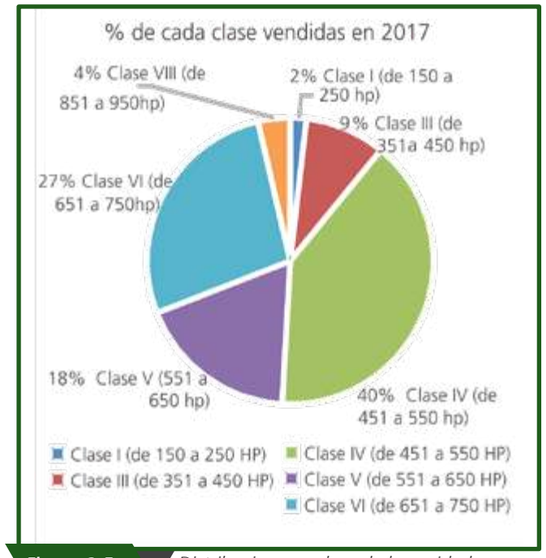


Figura: 2-5 *Distribuci n por clase de las unidades comercializadas durante 2017.*

Como se observa en la figura anterior, los modelos más vendidos son los que se encuentran en la clase IV, con una potencia que va desde los 451 hasta los 550 hp. Esta clase se viene afianzando desde hace varios años como la de mayor venta de picadoras, pero las clases V y VI, son las que mayor crecimiento han presentado en los últimos 4 años. Esto se debe a que se acentúa la tendencia hacia máquinas de mayor potencia y mayor capacidad operativa, hecho que también se puede apreciar con la aparición y comercialización en nuestro mercado desde hace algunos años de la clase VIII, que supera los 850 hp de potencia.

Para entender los lineamientos que sigue el mercado es importante aclarar que en el año 2005, las picadoras clase II y III representaban más de la mitad del mercado y las clases VI, VII y VIII prácticamente no se conocían.

1.1.1 Mercado de picadoras 2017: ¿Qu tecnolog a se est adoptando para producir silaje de ma z energ tico?

Es conocido que el momento ideal para el picado de maíz y sorgo está determinado en función del tipo máquina a utilizar. Con los equipos de picado simple es correcto picar en estado más temprano (35 % MS), mientras que con equipos más modernos con procesador de granos, el picado podrá realizarse en estadios más avanzados, asegurando un mejor llenado del grano, (mayor porcentaje de almidón), con un incremento del valor nutritivo.

Los datos relevados en las últimas campañas demuestran que con la tecnología que poseen las máquinas en la actualidad se logra un tamaño y uniformidad de picado y quebrado de los granos que permiten confeccionar silos de alta calidad, aún trabajando sobre cultivos con estado de madurez cercanos al 40 % de MS y con granos que presentan endosperma más ceroso.

El quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal, fundamentalmente cuando presentan mayor porcentaje de endosperma duro.

En busca de procesar granos con mayor contenido de MS para aprovechar el almidón del grano, o bien, por contar con una herramienta que permita confeccionar silos de calidad cuando el cultivo se pasa de su periodo "óptimo" (ej: problemas climáticos en maíces de segunda), el mercado en 2017 dio un mensaje que debe ser tenido en cuenta. De las 58 máquinas que se comercializaron en 2017, 19 estaban equipadas con el sistema de crac-

ker Shredlage y 4 con cracker de platillos cónicos ranurados.

Esto indica la necesidad que está demandando el mercado argentino de contar con estas nuevas tecnologías que permiten picar silajes con mayor porcentaje de MS, en busca de aumentar la ventana de trabajo, a la vez de ser tecnologías que permiten trabajar indistintamente maíz o sorgo, y afectando en muy baja medida tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la máquina picadora. En la tabla 2-1, se presenta un análisis detallado del mercado de cada una de las clases que se venden en Argentina.

Tabla 2-1 *Descripci n de las distintas clases en que se encuentran agrupadas las picadoras autopropulsadas comercializadas en la Argentina de acuerdo a su potencia m xima de trabajo.*

Clase I (de 150 a 250 HP)
Baja participación en el mercado
Principal usuario: productores que trabajan una superficie mayor a 500 ha
Solo se ofrece un modelo de una sola marca
Bajo nivel de equipamiento tecnológico
No se ofrece sistema procesador de granos
Origen de los modelos: Bielorrusia
Clase II (de 251 a 350 HP)
Baja participación en el mercado
Principal usuario: productores y pequeños contratistas zonales que trabajan una superficie mayor a 800 ha
Solo se ofrece un modelo de una sola marca
Bajo nivel de equipamiento tecnológico
No se ofrece sistema procesador de granos
Origen de los modelos: Argentina
No se ofrecen modelos importados en esta clase
Clase III (de 351 a 450 HP)
Importante participación histórica en el volumen de unidades que comercializa el mercado.
Hasta hace 5 años era la clase que dominaba el mercado, hoy remplazada por la clase IV
Principal usuario: contratistas o grupo de productores grandes que trabajan más de 1.200 ha
Se ofrece 3 modelos que difieren mucho en el equipamiento tecnológico
Sistema procesador de granos de serie en todos los modelos
Origen de los modelos: Alemania, Bielorrusia y Argentina
Clase IV (de 451 a 550 HP)
Clase que lidera la participación actual en el mercado
Principal usuario: contratistas y grupos de productores grandes
Contratista que trabajan en promedio 2.000 ha (máximo 2.500 ha y mínimo 1.800 ha)
Los usuarios de esta clase son exusuarios de máquinas clase III
Se ofrece 3 modelos con alto equipamiento tecnológico
Sistema procesador de granos de serie en todos los modelos
Origen de los modelos: Alemania
Clase V (de 551 a 650 HP)
Importante participación actual en el mercado, destinado a contratistas
Contratista que trabajan en promedio 3.000 ha (máximo 3.500 ha y mínimo 2.000 ha)
Los usuarios de esta clase, al igual que la clase IV, son exusuarios de máquinas clase III
Se ofrece 3 modelos con alto equipamiento tecnológico
Sistema procesador de granos de serie en todos los modelos
Origen de los modelos: Bielorrusia, Bélgica y Alemania.
Clase VI (de 651 a 750 HP)
Importante participación en el mercado, destinado a contratistas
Contratista que trabajan en promedio 4.000 ha (máximo 4.500 ha y mínimo 3.000 ha)
Esta clase presenta un gran crecimiento en los últimos años. Crecerá su demanda en el futuro
Solo se ofrece un modelo de una sola marca
Sistema procesador de granos de serie
Origen de los modelos: Alemania
Clase VII (de 751 a 850 HP)
No se comercializa ningún modelo con este rango de potencia en nuestro mercado
Serán demandadas por el mercado máquinas con este rango de potencia en un futuro próximo
Clase VIII (de 851 a 950 HP)
Esta clase se ofrece en el mercado argentino desde hace algunos años
Cubre la necesidad de contratistas grandes que realizan más de 5.000 ha/campaña
Disminuye los costos operativos de los grandes contratistas (más hectáreas con menos equipos)
Su participación en el mercado se va afianzar en el futuro
Se ofrece solo un modelo de una sola marca con gran equipamiento tecnológico
Sistema procesador de granos de serie
Origen de los modelos: Alemania

En cuanto a las máquinas picadoras de arrastre y montadas en 3 puntos, totalizan un parque activo de 400 máquinas, con un volumen de venta anual de 40 unidades. Estas picadoras de 2 o 3 hileras son utilizadas con tractores de 100 a 120 hp y poseen una capacidad promedio de 200 ha por campaña, logrando procesar unas 30 t MV/h. Este tipo de máquinas permitió difundir el silaje en nuestro país, pero fue desplazado por las autopropulsadas y hoy encuentra su mayor demanda en regiones extra-pampeanas. Actualmente se ofrecen modelos comercializados por Fraga, Kuhn, Mainero, Marani, Tecno Car y TecnoForraje entre otros.

En cuanto al mercado argentino de embolsadoras de forrajes grandes para bolsas de 9, 10 o 12 pies con motor (entre 200 y 250 hp), rotor compactador de entre 2,70 y 3 m de largo, mesa de alimentación y sistema de compactado con cables o frenos a discos en las ruedas, para bolsas de hasta 100 m de longitud, se caracteriza por una fuerte presencia de los productos de origen nacional y posee un comportamiento irregular en cuanto a las unidades comercializadas anualmente, tendencia similar al del mercado de picadoras autopropulsadas, encontrando como principal usuario al contratista forrajero. Dentro de este mercado participan las firmas Implecor Canavesio Hnos, Cerutti, Green-Pac Argentina; Visconti Hnos y Richiger.

Al igual que las picadoras, estas máquinas han evolucionado en busca de mayor capacidad de trabajo. En los años noventa se destacaban los modelos de 6 pies accionados por toma de potencia del tractor. Luego se evolucionó hacia los de 9 pies con motor propio (Figura 2-6). En la actualidad, el parque está integrado mayoritariamente por máquinas de 10 pies, destacándose desde hace 4 años los modelos de 12 pies.

También se comercializan embutidoras accionadas por TDP (sin motor y para bolsas de 6 pies), donde se destacan los productos Loyto, Martínez & Staneck, Ombú, Omega, Richiger y Vica entre otros. Este tipo de embolsadoras está destinado a productores de menor escala.



Figura: 2-6 *Mercado de embolsadoras grandes de picado fino con tunel y motor propio (unidades vendidas/a o)*

1.1.2 Caracterizaci n de la m quina picadora promedio argentina

Se debe tener en cuenta que son muchas las variables que intervienen y modifican la capacidad de trabajo de los equipos de picado, incluyendo a la misma picadora, con lo cual, para el siguiente ejemplo debemos aislar los demás componentes como el transporte de material picado, el sistema de almacenaje (embolsado o silos aéreos), asumiendo para este caso hipotético que no son limitantes.

Una máquina de 570 hp (potencia promedio de las picadoras comercializadas en el mercado argentino en la actualidad), equipada con un cabezal rotativo de 6 m de ancho de corte, puede lograr un rendimiento constante de aproximadamente 130-150 t MV/h, según se utilice o no el cracker.

Tomando por ejemplo un rendimiento medio de cultivo de 30 t MV/ha (sorgo-maíz), la capacidad de trabajo en superficie es de 4 a 5 ha/h.

La cantidad de horas diarias de trabajo depende de los recursos de mano de obra y la demanda de trabajo según la época del año. La alternativa de turnos simples con rotación parcial de personal va de 12 a 15 h/día. En turnos dobles alcanzan las 20 horas diarias, pero lo más utilizado es el primer sistema.

Para una máquina de esta características, el consumo de combustible, a plena carga de motor, para los rendimientos antes mencionados, es de aproximadamente 70 l/h, dependiendo del modelo utilizado.

En el caso de pasturas (es necesario otro cabezal de corte directo o recolector), los trabajos de picado se inician a fines de septiembre y se extienden hasta diciembre. Posteriormente se continúa con el picado de sorgo y maíz. Estos dos últimos cultivos están caracterizados por la latitud de la zona donde se encuentran, la humedad del perfil a la siembra de los cultivos (lo que posteriormente va a definir la fecha de picado), y las condiciones climáticas al momento del picado. La campaña promedio de estos cultivos empieza a fines de diciembre y termina en mayo-junio (según región).

El mantenimiento durante la campaña de una picadora de última generación ha cambiado mucho

en el último tiempo. Esto se debe a que las máquinas actuales están equipadas con muchos automatismos que disminuyen los tiempos de mantenimiento diario, siendo necesario solo una revisión general, carga de combustible, control de niveles de lubricantes, cambios de filtros de aire, limpieza. Los servicios de cambios de lubricantes y filtros se programan aproximadamente cada 200 h de trabajo (según fabricante), y demandan un tiempo aproximado de 4 h.

Potencialmente una picadora de estas características puede llegar a trabajar 4000 ha/campaña, habiendo ejemplos concretos de algunas máquinas que alcanzaron esta cantidad de superficie. Para lograrlo es necesaria una perfecta planificación por zonas, cultivos e híbridos sembrados, que permitan una adecuada amplitud para realizar los trabajos en las fechas óptimas de picado, para cada cultivo en particular, comenzando con el picado de pasturas, continuando con sorgo y maíz. Esta situación es más difícil que se logre en la actualidad dado como se ha disminuido la ventana de picado por el incremento de los cultivos de siembras tardías, que en la última campaña llegan a superar el 60 %.

Debe referenciarse que una máquina clase IV trabaja unas 2000 ha por campaña, con máximos que van desde los 2.500 ha hasta mínimos de 1700 ha. Una Clase V realiza en promedio 3.000 ha/campaña, considerando máximos y mínimos que van desde 4.000 ha 2.000 ha. Una máquina Clase VI trabaja 4.000 ha por campaña, con límites de 4.800 a 3.000 ha.

Los modelos de picadoras autopropulsadas que se comercializaron durante 2017 en el mercado argentino, pueden observarse en la tabla 2-2.

1.2 Comparaci n del Mercado de Picadoras de E.E.U.U vs el de Argentina

Observando el rubro picadoras de forrajes, Estados Unidos presenta un mercado anual de 575 máquinas de una potencia muy alta, en promedio superior a los 500 hp con fuerte incremento de las clases de más de 750 hp y cabezales de 6, 8 y 10 hileras de maíz a 0,76 m.

Entre los nuevos avances que presentan los modelos comercializados en EEUU, se destaca la gran adopción que está teniendo el cracker denominado Shredlage®, el cual busca lograr un mejor partido de los granos y una mayor oferta de fibra efectiva al momento de confeccionar los silos de maíz planta entera.

La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina, en su mayoría es la misma ofrecida en el mercado estadounidense, lo cual refleja claramente la alta tecnología que utilizamos para elaborar este tipo de forraje conservado. Otra coincidencia de ambos países, es que dada la gran cantidad de hectáreas que son necesarias trabajar para amortizar una picadora, los principales usuarios de estos equipos son contratistas, mientras que la mayor diferencia que existe, es que en nuestro país, el 80 % de los silos se embolsan, mientras que en Estados Unidos predominan los silos aéreos, pisados por tractores articulados de alta potencia.

El parque actual argentino se compone de 960 máquinas, de las cuales el 60 % pertenece a modelos que poseen menos de 10 años de antigüedad. Esto indica que gran parte del área silera se pica con modelos obsoletos (con una antigüedad mayor a una década), los cuales deberían encontrarse fuera de uso por el gran desgaste que presentan sus mecanismos y que no presentan quebradores cracker que permiten trabajar correctamente cuando el maíz supera 38 % MS.

Si comparamos nuestro parque con el de Estados Unidos, debemos mencionar otra vez el mismo concepto que ya se trató anteriormente. Debe quedar claro que el nivel de reposición alcanzado no es el ideal, dado que no se logra picar la superficie actual con máquinas en óptimas condiciones y con un nivel de equipamiento tecnológico moderno. Nuestro país debe incrementar la cantidad de picadoras de última generación que incorporen nuevos partidores de granos y equipamiento hidráulico-electrónico, como así también hardware que conectados a actuadores (con software específicos), permitan la automatización del funcionamiento, mantenimiento y regulación de la máquina en el campo.

Tabla 2-2 *Modelos de picadoras autopropulsadas que comercializaron durante el 2017 en el mercado argentino.*

Modelos de picadoras autopropulsadas vendidas durante 2017 en el mercado argentino						
Marca	Modelo	Motor - Potencia	Potencia (hp)	Cabezal rotativo (metros)	Rotor picador ancho x diámetro (n° de cuchillas)	Procesador de grano
Clase I (hasta 250 HP)						
Gomselmash	FS60	M. Benz	230	3	648 mm x 750 mm (24)	No posee
Clase II (de 251 a 350 HP)						
No se comercializa ningún modelo con este rango de potencia						
Clase III (de 351 a 450 HP)						
Gomselmash	FS80-2	M. Benz V8	450	4,5	800 mm x 700 (40)	Maíz / Sorgo
Clase IV (de 451 a 550 HP)						
Claas	Jaguar 940	M. Benz V8	476	4,5	750 mm x 630 mm (V Max 24)	Maíz / Sorgo
John Deere	8400	John Deere PT	540	6	675 mm x 582 mm (48)	Maíz / Sorgo
Claas	Jaguar 950	M. Benz V8	530	6	750 mm x 630 mm (V Max 24)	Maíz / Sorgo
Clase V (de 551 a 650 HP)						
John Deere	8500	J.Deere 6090HZ014	585	6 y 7,5	675 mm x 582 mm (48)	Maíz / Sorgo
Gomselmash	FS8060	M. Benz	600	6	800 mm x 700 (40)	Maíz / Sorgo
New Holland	FR600	FPT Cursor 13	600	6	900 mm x 710 mm (V 24)	Maíz / Sorgo
Clase VI (de 651 a 750 HP)						
Claas	Jaguar 960	M. Benz V8	653	7,5	750 mm x 630 mm (V Max 24 / V Max 36)	Maíz / Sorgo
Krone	Big X 700	MAN	707	9	800 mm x 660 mm (V Max 24 - 40)	Maíz / Sorgo
Clase VII (de 751 a 850 HP)						
No se comercializa ningún modelo con este rango de potencia						
Clase VIII (de 851 a 950 HP)						
Claas	Jaguar 980	MAN D2862 V12	884	6 - 7,5 y 9	750 mm x 630 mm (V Max 24 /V Max 36)	Maíz / Sorgo

2. Evoluci n del mercado de equipos de henificaci n en Argentina

La adopción de tecnologías en los sistemas de confección de heno en la Argentina siempre estuvo limitada por la poca cultura en la obtención de calidad que se tiene en nuestro país.

La llegada de las rotoenfardadoras en 1981 revolucionó la forma de hacer reservas de forrajes, facilitando la mecanización de todo el sistema de confección, almacenaje y suministro de heno, presentando en un primer lugar la ventaja de independizarse de la necesidad de mano de obra, que era necesaria años anteriores cuando la gran mayoría del heno producido se hacía con enfardadoras chicas (con sistemas de atado con alambre).

Con la llegada de estas rotoenfardadoras y la fabricación de desarrollos nacionales (Argentina llego a contar con 8 fábricas locales), se encontró una solución a la necesidad de mecanizar el sistema y no depender en gran medida de la mano de obra para la extracción del forraje conservado en forma de heno de los campos.

En la década de los 90, en todo el mundo y principalmente en los Estados Unidos, se vio la necesidad de mejorar la calidad de la fibra de los henos (mayor digestibilidad e inclusión en la dietas, además de incorporar la fibra en los sistemas TMR), y tener forrajes secos con mayor cantidad de nutrientes (proteína), dando paso a la segadoras acondicionadoras y a las megaenfardadoras.

Con el desembarco de las segadoras acondicionadoras en 1993 y las megaenfardadoras en 1996 (fardos cuadrados de 500 y 1000 kg), se generó en nuestro país otro suceso tecnológico en la confección de heno de alfalfa de alta calidad, pero a pesar del gran avance que demostraron, no llegaron a instalarse en el mercado, no por una cuestión tecnológica, sino principalmente porque el costo de adquisición era relativamente alto y el punto de amortización, para su adquisición, hacía necesarias un gran número de hectáreas para pagar los equipos.

En el 2000, la creciente adopción de los mixers verticales aumentó la incorporación del heno dentro de la ración, hecho que lo reposicionó como un ingrediente fuente de fibra y proteína fundamental en las dietas, sobre todo en los sistemas productores de leche.

En el año 2008, se instalaron en el país empresas exportadoras de heno de alfalfa, las cuales originaron una revolución, demostrando que existen zonas muy aptas para la producción de heno de alta calidad iniciando de esta manera la comercialización de fibra proteica hacia el exterior y también dentro del país, fenómeno que hasta el momento no se veía, como si en Estados Unidos por ejemplo, en donde se exporta heno de calidad de las zonas más secas como California a las diferentes regiones donde se produce leche, como Wisconsin.

En la actualidad este fenómeno se puede ver en la Argentina, donde se “exporta” heno en forma de fardo o megafardo desde Santiago del Estero, Chaco o Córdoba (Zona Centro y Noroeste), a regiones húmedas como la cuenca de Trenque Lauquen o bien de la provincia de Santa Fe (Sur Este del país).

Argentina es un actor relativamente nuevo y aún marginal en el mercado internacional de heno, sin embargo se ve un comportamiento muy dinámico, expandiendo las exportaciones en pocos años y presentando soluciones tecnológicas para resolver algunas cuestiones de complejidad logística como la doble compresión, la cual consiste en desarmar

los megafardos que llegan a la planta de procesamiento y pasarlos por un sistema de compresión estático, resultando un megafardo de tamaño similar al convencional, pero con una densidad un 40 % superior (aúnque cabe destacar que para esta operación se utiliza alambre o cintas plásticas para el amarre).

De esa manera el flete se hace más eficiente, ya que en un mismo contenedor se pueden transportar hasta 28 t contra 20 t de megafardos convencionales. De todos modos, aún persisten dificultades para cumplir con los estándares de calidad que exigen los nuevos mercados, pero esto último se debe principalmente a dos razones:

- En primer lugar, no está desarrollada 100 % la conciencia de adopción de procesos para elevar los estándares de calidad
- No se tiene un ordenamiento territorial definitivo, en donde se concentre la producción de heno en las zonas más agroclimáticamente favorables

Las exportaciones argentinas de heno de alfalfa pasaron de 4.200 t en 2010 a un máximo de 47.000 t, por un valor de 10,4 M U$S en 2013, siendo los principales mercados Arabia Saudita y Emiratos Árabes, los cuales en conjunto explican el 97 % del volumen exportado. El resto se completa con envíos a Jordania, China, Bolivia, Kuwait, Uruguay y Qatar.

Según datos de ITC (International Trade Center), desde 2013, los volúmenes cayeron en los años subsiguientes, principalmente como consecuencia de problemas climáticos que afectaron las zonas de producción de las empresas exportadoras y que impidieron alcanzar los parámetros de calidad exigidos por los mercados.

Luego de las bajas producidas en 2014 (36.750 t) y 2015 (19.992 t), en el 2016 se volvió a apreciar un crecimiento, alcanzando 23.406 t por un valor de 5.9 M U$S (253 U$S/t). En 2017 se observa un crecimiento de volumen exportado del 50 % respecto a 2016.

Martín Giletta (Área Economía INTA EEA Manfredi), indica que un aspecto relevante respecto al mercado internacional de heno de alfalfa que moviliza unas 8 M de t por año, refiere a la alta concentración que revela este mercado, tanto de la perspectiva de la oferta como de la demanda. Así, Estados Unidos (58 %), Australia (15 %), y España (9 %), explican en conjunto más del 80 % de las exportaciones globales, mientras que igual incidencia en las importaciones se concentran en Japón (32 %), China (23 %), Emiratos Árabes (15 %) y Corea (14 %). Estas características confieren alto poder de negociación a la demanda, en tanto que para la oferta los volúmenes ofrecidos son gravitantes, tanto en precios como en accesos a mercados, siempre bajo parámetros mínimos de calidad exigibles, que son los definidos por el USDA y que rigen en el comercio mundial.

En el caso de las exportaciones nacionales, los volúmenes reducidos y variables de ajuste, sujetos a la calidad obtenida en condiciones de secado a campo, determinan una baja calificación para el país como proveedor externo. Esto se manifiesta en el precio promedio obtenido por tonelada exportada, que es entre un 20 y 25 % inferior a los precios pagados a los principales oferentes globales en los mismos mercados de destino, y 30 % inferior a los precios promedios reconocidos por los principales mercados importadores.

En los principales mercados, el precio del heno se fija a través de parámetros objetivos y analíticos como proteína bruta (PB), fibra (FDN, FDA, Lignina), digestibilidad, etc., determinando el denominado VRF (Valor Relativo del Forraje), clasificándolo en las siguientes categorías:

- Supreme
- Premium
- Good
- Fair
- Utility

En nuestro mercado interno, la calidad forrajera se evalúa en forma subjetiva a través de criterios organolépticos (color, olor, presencia de hoja, presencia de malezas, etc), lo que hace que muchas veces no se ponga el esfuerzo necesario para elevar los parámetros de calidad y/o que se consuman los descartes de los lotes destinados a exportación.

Esto trae aparejado un inconveniente adicional para la venta de hilos de calidad o mallas (red), para el atado de fardos, rollos y megafardos. Al no tener una conciencia real de los niveles de pérdida, no se elevan los estándares y por consiguiente la venta de productos de mayor precio o costo se ve resentido.

Si bien esta dinámica de mejora es a la que estuvo acostumbrada el mercado actual, en los últimos años se ve un cambio de conducta, incrementando poco a poco la tecnología de insumos (red en el caso de rollos), y procesos apuntando a un incremento de la calidad final obtenida.

Con el objetivo de incentivar la exportación de heno de alfalfa e incrementar la calidad del mercado interno, en el año 2017 se creó la Cámara Argentina de la Alfalfa (CAA – www.caa.com.ar), que agrupa a productores y empresas vinculadas a la producción de heno de alfalfa, con el fin de fomentar el desarrollo industrial e incentivar las relaciones comerciales, ya sea en el mercado interno como externo.

Debe tenerse en claro, que si bien la exportación de alfalfa fue el hecho que permitió que se volvieran a comercializar megaenfardadoras, rápidamente esta tecnología volvió a demostrar los beneficios para producir heno de alfalfa de alta calidad y encontró una fuerte demanda interna en explotaciones de leche y carne de alta producción, que buscan en este heno una fuente de fibra efectiva de calidad (con buena digestibilidad y posibilidad de incluir sin limitaciones en las dietas).

A nivel mundial, la evolución hacia sistemas más intensificados que ha sufrido la producción láctea, ha producido que esta actividad sea el principal destino del heno de alfalfa, considerando a este alimento como un ingrediente esencial dentro de las dietas, pagando un precio diferencial por la calidad.

Argentina henifica actualmente unas 750.000 ha de alfalfa con una producción que ronda las 5.500.000 t MS, de heno, de las cuales el 65 % son rollos, el 18 % son confeccionadas en megafardo y el resto en formato de fardos y heno picado y embolsado.

Nuestro país dispone de un parque activo de 195 megaenfardadoras, de las cuales 170 unidades trabajan sobre cultivo de alfalfa logrando henificar anualmente unas 900.000 t en forma de megafardo, cifra que equivale al 18 % de la producción total de heno. El resto de las máquinas (25 aproximadamente), trabajan en recolección de residuos de cosecha de caña de azúcar en el norte del país, principalmente en Tucumán y Salta, (región Norte del país).

A pesar de la fuerte demanda interna que tiene el heno en formato de megafardo, un factor que limitó la venta de estos equipos fue la estabilización del precio interno de la tonelada de alfalfa, que desde 2013 a 2015 mostró una marcada estacionalidad de los precios. Esta situación cambió a partir del otoño de 2016, donde a causa de los fenómenos climáticos con altas precipitaciones, se afectó severamente las pasturas de alfalfa, haciendo crecer activamente la demanda del megafardo como fuente de fibra (Figura 2-7).

Observando la figura 2-7, de evolución de ventas de equipos de henificación, se puede deducir que el incremento en el volumen de ventas de megaenfardadoras impactó en forma directa en el de segadoras, incrementando no solo el número de unidades vendidas, sino también en el ancho de trabajo de las mismas.

Esto se explica por la necesidad de mayor capacidad de corte que abastezcan a estos equipos y la importancia de producir un heno de calidad.

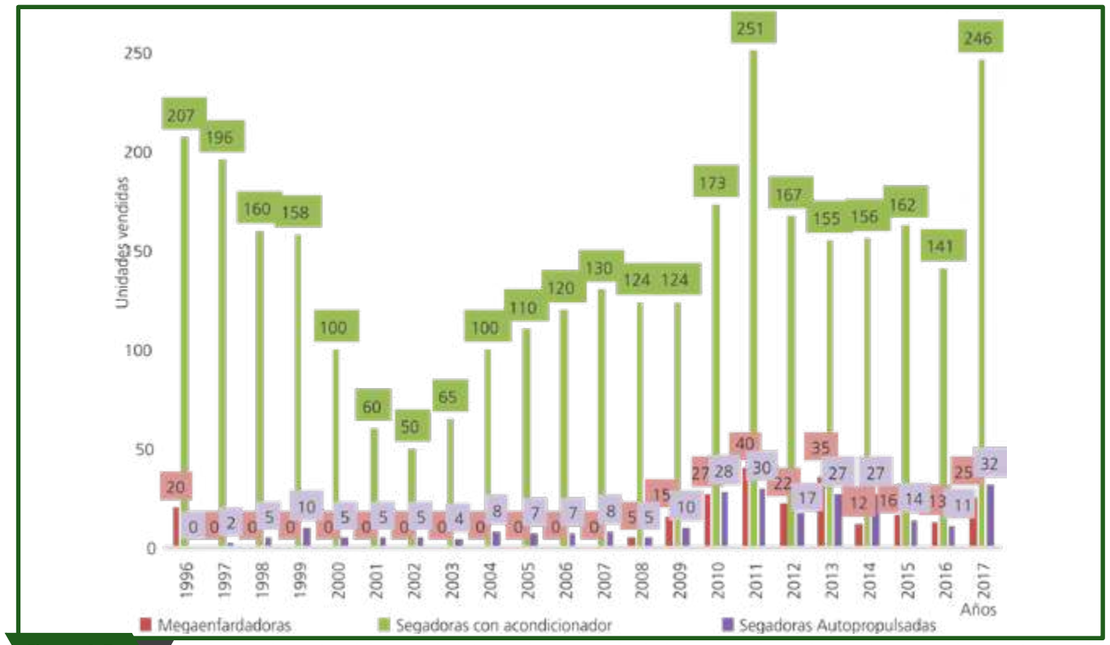


Figura: 2-7 *Evoluci n de ventas del mercado interno de megaenfardadoras, segadoras de arrastre y segadoras autopropulsadas.*

También porque en los últimos años ha crecido de manera sostenida el mercado de segadoras autopropulsadas, el cual históricamente no superaba ventas mayores a 5 cortadoras/año.

Las restricciones en las importaciones desde el año 2011 afectó la disponibilidad de este tipo de productos, como segadoras de arrastre de más de 3,90 m, segadoras autopropulsadas y megaenfardadoras, lo cual limitó la cantidad de unidades disponibles y por ende el volumen de ventas de estos segmentos. Por otro lado, hay que mencionar que las líneas de créditos a tasa fija y en pesos disponibles en los últimos años, activó la comercialización principalmente de segadoras de arrastre pero solo de origen nacional.

A pesar de este contexto particular, Argentina ha sido históricamente uno de los países de menor venta de cortadoras a discos con acondicionador en la región, en relación a la cantidad de rotoenfardadoras y al stock ganadero nacional, dejando de manifiesto que la adopción de tecnologías se vio resentida por condiciones particulares de la economía, como los mencionado anteriormente.

Desde que las segadoras desembarcaron en el país en 1993, nunca lograron instalarse fuertemente en el mercado, encontrando como principal competencia las desmalezadoras tipo hélices, siguiendo el productor el patrón de conducta de priorizar precio ante calidad de trabajo, desconociendo el beneficio que ya en el corto plazo brinda adoptar la tecnología de corte de segadoras con acondicionador.

La hélice no es la máquina apropiada para obtener heno de calidad, pero tiene alta aceptación por lograr una capacidad operativa similar a la segadora con un costo de adquisición 5 veces menor y un muy bajo mantenimiento, a lo que hay que agregar la falta de conciencia del costo que significa la excesiva pérdida en cantidad y calidad de MS que se produce al realizar un corte de mala calidad.

Un dato relevante es que en los últimos años ha disminuido la cantidad de hélices vendidas anualmente de 1500 unidades, como se vendía en el año 2007 a 630 en el 2015 y a 380 en el 2017, acompañado de un importante incremento del número de segadoras comercializadas fundamentalmente en los años 2010, 2011 y 2012, años en los cuales se vieron algunos incrementos en los precios de producto como carne y leche de manera aleatoria.

Si bien este hecho es muy importante, el área de alfalfa cortada con hélice solo disminuyó de 85 % (2008) a 65 % (2016), dado que aúnque haya disminuido fuertemente el número de hélices vendidas, Argentina tiene un parque muy importante de este tipo de máquinas, las cuales tienen un bajo índice de recambio por su robusticidad y bajo índice tecnológico (la obsolescencia tecnológica no cuenta prácticamente).

El mercado de segadoras en Argentina viene experimentando una fuerte expansión en cuanto a la oferta de equipos disponibles. Actualmente, 17 marcas compiten en este segmento, con 51 modelos diferentes, incluyendo segadoras autopropulsadas (6 modelos), de arrastre (33 modelos), y de 3 puntos (12 modelos).

Si bien todavía los equipos importados concentran el grueso de la oferta, con 34 modelos en cartelera, en los últimos cinco años se ha registrado un fuerte avance de las opciones de fabricación nacional, totalizando 17 modelos, fabricados por Mainero, Montecor, Cerutti, G&P, Nymaco, Tecnología Pérez y Yomel, al tiempo que varias empresas tienen en desarrollo prototipos.

En equipos autopropulsados, la oferta contempla versiones de 3,90 a 10 m de ancho de corte. Entre las versiones de arrastre, el rango de cobertura va de 2,70 a 4,95 m de ancho de labor. Finalmente, entre los modelos de 3 puntos se consiguen versiones de 2 a 3,80 m.

Un 44 % de todos los modelos disponibles se ubica en el rango que va de 3 a 4 m de ancho de labor. Medido en discos, la oferta incluye versiones de 5 a 10 discos de corte, además de las opciones con sistema de corte alternativo con barra de cuchillas.

El 80 % de los modelos de segadoras disponibles en la plaza local cuenta con dispositivos acondicionadores, con una fuerte preeminencia de los sistemas de doble rodillo de caucho. También existen versiones con rodillos metálicos (o combinados de goma/metal), que presentan buenas prestaciones para realizar un elevado número de hectáreas por campaña. Estos rodillos de metal, sin duda favorecerán la expansión de este tipo de equipos en el norte del país en donde predominan las pasturas mega térmicas (Brachiarias, Pannicum, Penicetum, etc), que son más agresivas con la maquinaria, bajando los costos de reparación y reposición de los equipos e impulsando a la adopción de otro escalón tecnológico como las rotoenfardadoras con sistemas de atado con red que acompañen el crecimiento en calidad del heno producido con estas especies forrajeras

Analizando la figura 2-8, referida a las ventas de equipos de henificación, siempre se ha considerado que la presencia de las megaenfardadoras no ha influido negativamente en las ventas de rotoenfardadoras, esto se debe a que ocupan distintos nichos del mercado de henificación, principalmente por diferentes costo de adquisición (U$S 45.000 contra U$S 250.000 promedio), y capacidades de trabajo (16 t MS/h vs 45 t/h), ocupando las megaenfardadoras un nicho de mercado más industrial o de venta de insumo (fibra proteica de alta calidad, versus el nicho de mercado de las rotoenfardadoras, las cuales son ocupadas por productores o contratistas más locales).

Generalmente los usuarios de "las mega" son prestadores de servicios o grandes productores que se dedican a la comercialización y exportación de alfalfa (henifican unos 15.000 megafardos por campaña), mientras que "las roto" son utilizadas por contratistas pequeños, o bien productores que le dan un uso doméstico .

A pesar de las diferencias que existen entre ambos equipos y entre los usuarios de cada uno de ellos, se observa una importante disminución, en los últimos 10 años, de la cantidad de unidades de rotoenfardadoras comercializadas anualmente, debido a múltiples razones:

- La primer causa que se debe analizar es que **se redujo significativamente el rea de alfalfa** de nuestro país, pasando de **5 M ha en el 2008, de las cuales se henificaban 1,5 M (el resto se pastoreaba), a 3 M ha en la actualidad, de las cuales se henifican menos de 700.000.**
- Otro punto a tener en cuenta es que si bien las megaenfardadoras no compiten con las rotoenfardadoras en el tipo de usuario que las adquiere, ha crecido mucho el mercado interno de megafardos por lo que el productor en muchos casos, compra el heno tranqueras afuera y no produce sus propios rollos.
- Esto se debe a la necesidad de crecer en los rodeos (principalmente lecheros), para alcanzar una escala productiva rentable y a que en algunas zonas las condiciones agroclimáticas no son favorables para producir heno de calidad, por lo que se hace más conveniente comprarlo de otras zonas, donde el logro de calidad es más estable
- Por último, se debe considerar que en los últimos 15 años las rotoenfardadoras también han evolucionado incrementado su capacidad de trabajo, dado que **una m quina que antes hac a 12 o 14 t/h, ahora henifica con una capacidad de 18-20 t/h**, con lo cual hacen falta menos máquinas para henificar la misma superficie o las mismas toneladas de forraje.

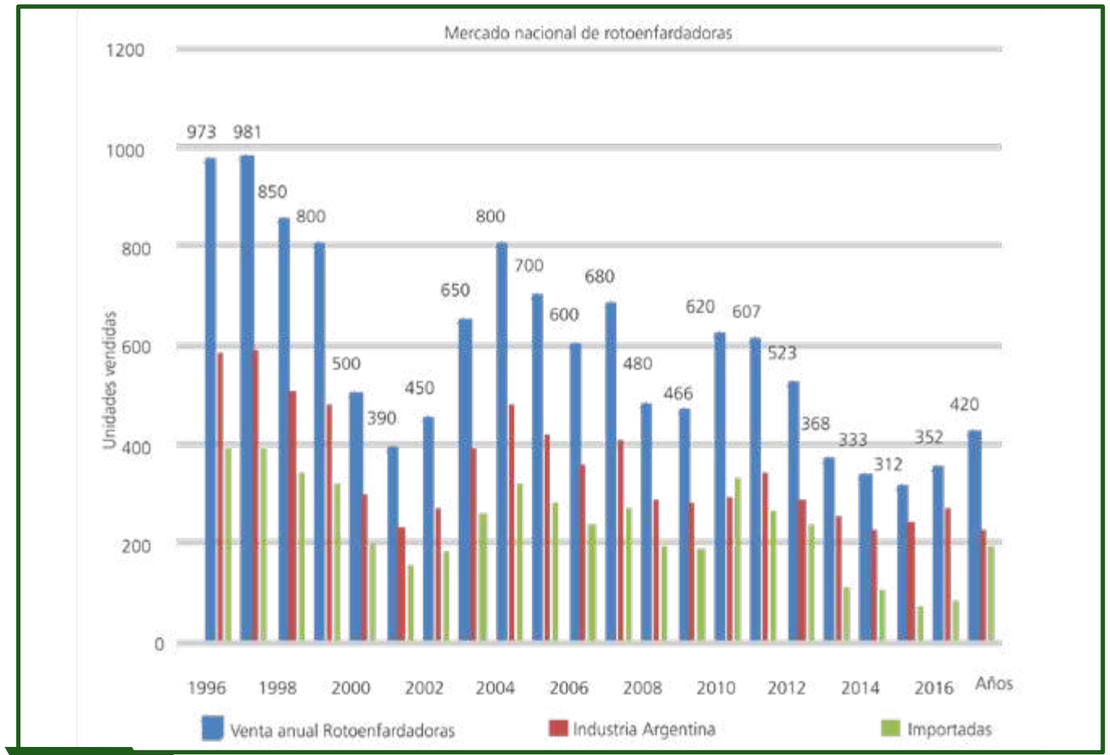


Figura: 2-8 *Evoluci n de ventas del mercado interno de rotoenfardadoras. Nota: la capacidad de trabajo de cada unidad evolucion en los ltimos 15 a os de 12 toneladas/hora a 18 toneladas/hora.*

El número de unidades de rotoenfardadoras comercializadas sigue siendo muy importante, y eso se debe a que los rollos seguirán ocupando un papel central, especialmente a nivel de productores que adquieren los equipos para uso propio, dado el menor costo de éstos, la facilidad de manejo y la disponibilidad de equipamiento complementario para el transporte, almacenamiento y suministro del heno en forma de rollos

Entre los avances más demandados en este rubro se pueden mencionar a los modelos equipados con recolectores de mayor ancho que la cámara de compactación, canal de alimentación con acelerador, brazo de compactación con electroválvulas y sistema de atado automático con hilo doble aguja (doble brazo), y con opción de atado con red.

En Argentina compiten 14 marcas dentro del segmento de rotoenfardadoras, con una oferta disponible de 36 modelos. Dentro de la oferta, la industria nacional aporta 19 modelos de las marcas Mainero, Maizco, Montecor. Las opciones importadas suman 17 modelos, correspondientes a las marcas Yomel, que comercializa productos Mascar, Case, Challenger, Claas, John Deere, Kuhn, Mascar, Massey Ferguson, New Holland, Krone y Valtra.

Las opciones de cámara variable predominan en el mercado local, con una oferta de 30 modelos, en tanto que otros seis modelos operan con cámara fija.

Respecto al ancho de cámara, históricamente los usuarios preferían máquinas de 1,56 m con diámetro de rollo de 1,7 a 1,8 m, por la mayor facilidad de uso que presentan éstos al suministrarlos en los aros porta rollos.

El 53 % de los modelos de rotoenfardadoras que se ofrecen en el mercado corresponden a máquinas de 1,20 m de ancho de cámara (22 modelos). Las ventas de este último año indican que el 41 % de las unidades comercializadas corresponden a máquinas con un ancho de cámara de 1,2 m. Este ancho de cámara viene incrementando su participación en el mercado por la posibilidad que brindan de confeccionar rollos que pueden ser transportados en camión, sin permisos especiales para el tránsito, donde la carga no puede superar los 2,40 m de ancho. Debe destacarse que la oferta de máquinas con ancho de cámara 1,56 m está compuesta por solo 14 modelos, pero que en el año 2017 lograron el 57 % de las ventas.

Un hecho importante a destacar, es que de las 420 unidades vendidas en 2017, 141 corresponden a modelos equipados con atador a Red, lo que representa el 33 % del mercado. Este es un hecho trascendental, dado que máquinas con este tipo de atador nunca había podido superar el 20 % de las ventas.

Si bien es un equipamiento que se ofrece desde medidados de la década del noventa, en algunos modelos de rotoenfardadoras importadas (John Deere y New Holland principalmente), nunca se logró afianzar, considerándoselos como un equipo de lujo. Esta situación comenzó a revertirse lentamente desde hace 3 o 4 años, en donde se están produciendo condiciones para poder generar un crecimiento sostenido y ganar volumen del mercado.

Un hecho que impactó positivamente en el rubro de mallas (red), es la nueva política de importaciones que se produjo en nuestro país a partir del año 2015. Esto se debe a que no solo se abrió un mayor cupo para el ingreso de estos productos (bobinas de red), sino que también incrementó la cantidad de equipos de rotoenfardadoras con atador a red que se ofrecen en nuestro mercado. Si analizamos el año 2014, solo John Deere y Yomel trabajan fuertemente en la difusión de este tipo de atado, proveyendo ellos mismos a través de su red de concesionarios las bobinas de red. A partir del año 2016, ya no solo estas empresas ofrecen rotoenfardadoras con red, sino que se sumó CNH (New Holland y Case IH), y Agco (con sus marcas Massey Ferguson y Challenger), además del regreso al país de Kuhn y la incorporación de Krone, hecho que amplio la oferta de estos productos y también la demanda de red.

Esta mayor gama de máquinas con atador a red está acompañada por una mayor cantidad en cuanto a la oferta de este insumo, lo que está haciendo que grandes contratistas y/o productores se vuelquen a estas máquinas, fundamentalmente para atar aquellos henos con calidad diferencial. Recordemos que también la ampliación de la oferta de productos de procesadores de fibra, que exigen que el rollo sea atado con red, hace que también esté incrementando la demanda de este insumo.

Se destaca que desde este año, todas las empresas antes mencionadas están trabajando en marketing para mostrar los beneficios del atado a red, lo cual marca un camino del que veremos resultados a mediano plazo en cuanto a una evolución en la adopción de estas tecnologías.

Si bien en un principio el sistema de atado con red se consideraba un producto casi de lujo, en la actualidad se ve una evolución del mercado debido a dos cuestiones fundamentales:

- Los precios de la carne fueron mejorando sustancialmente y esta actividad tracciona la adopción de tecnología
- Los análisis de costos, demuestran la conveniencia de atado con red y la adopción de tecnología

Del 100 % de las unidades de bobinas de red que se venden en Argentina, actualmente el 70 % es para máquinas con ancho de cámara de 1,56 m y el 30 % restante para máquinas con cámaras de 1,2m de ancho. Esta dinámica fue variando en el último año y se observa un crecimiento de bobinas para máquinas de 1,2 m de ancho de cámara, probablemente debido a que New Holland, Agco y Yomel incorporaron modelos de este ancho de cámara, con sistema de atado con red.

Dentro de la segmentación del mercado, se ve que el 60-70 % de los usuarios de sistemas de atado con red, actualmente son contratistas, pero si bien no hay datos concretos, la estimación es que esta relación vaya bajando aumentando el número de usuarios particulares, en la medida que vayan aumentando el volumen de heno producido en cada establecimiento.

Tomando la venta de bobinas de red de las principales marcas que comercializan este producto en nuestro país, se puede afirmar que en los últimos 5 años, la red incrementó su venta en un 525 % (Tabla 2-3).

Otras tecnologías que volvieron a tener presencia en nuestro mercado son todas las relacionadas a henolaje en formato de rollo. Las empresas Yomel, Kuhn y Krone han reiniciado desde el año 2016 la venta de mesas para henolaje, por poder importar los insumos para este tipo de forraje. En los últimos 2 años se han vendido 3 rotoenfardadoras combinadas con encintadoras, a la vez que se han comercializado 3 encintadoras.

Un nicho que continúa creciendo es el de las rotoenfardadoras con sistema procesador de fibra, de las cuales el mercado pasó en los últimos dos años de 5 modelos a 12 con este equipamiento y ya se han comercializado unas 234 máquinas en los últimos 5 años. Este dato debería ser indicativo, de que como se cuenta con sistema de procesado de fibra, lo ideal sería contar con un sistema de atado con red para minimizar las pérdidas físicas, aúnque por el momento este crecimiento no se expresó tan fuertemente en mercado.

Tabla 2-3 *Evoluci n de ventas en Argentina de bobinas de red (de 3.600 m) detallada por campa a*

Campaña	Unidades de bobinas de red
2017	1943 bobinas de red + 26 bobinas de Film para Henolaje
2016	1750 bobinas de red + 18 bobinas de Film para Henolaje
2015	1140 bobinas de red
2014	670 bobinas de red
2013	370 bobinas de red

Analizando el mercado argentino de rotoenfardadoras, la máquina más vendida siguen siendo la de fabricación local, con un valor promedio de U$S 45.000. La industria nacional es líder indiscutido en este rubro, posee más del 55 % del mercado (promedio de los últimos 5 años), y más del 60 % del parque de rotoenfardadoras. Es importante mencionar que esta situación se da en un contexto de restricción de importaciones.

Por su parte, la oferta de megaenfardadoras está compuesta por 9 marcas que importan 13 modelos provenientes de Italia, Bélgica, Alemania y Estados Unidos. La medida de cámara que más se ha impuesto en nuestro país es 0,70 m de alto por 1,20 m de ancho, con la cual se confeccionan fardos de 450/500 kg y que por sus dimensiones otorga muchos beneficios en cuanto a lo logística.

Es importante destacar que en el último año ha surgido interés por los modelos que confeccionan megafardos de 600 a 700 kg con una cámara de compactación de 1,20 m de ancho pero de 0,90 m de alto, dado que pueden ocupar el peso máximos de carga con solo 3 filas de megafardos, mientras que con los fardos de 0,70 m de alto, se requieren 4 filas.

Está discontinuada la oferta de equipos de 0,87 m de ancho y 0,80 m de alto, que producen megafardos de alfalfa de 350 kg, con lo cual se ve limitado el beneficio al momento de trasladarlos a camión, porque limitan la altura de la carga.

Respecto al mercado de enfardadoras prismáticas convencionales (fardos pequeños de entre 18 y 30 kg), el mercado fue liderado históricamente por Mainero (marca local con sistema de amarre de alambre recientemente incluido el hilo), pero desde el año 2010 el mayor volumen lo representa AGCO con sus marcas Massey Ferguson, Challenger y Valtra y con su modelo 1837 de carga central que representa el 75 % de las ventas (Figura 2-9).

El mercado de rastrillos disminuyó drásticamente la cantidad de unidades comercializadas en función del incremento del ancho de trabajo que incrementó este tipo de implementos (Figura 2-10). En los años 90 las unidades comercializada ofrecían 4 ruedas de barrido, valor que se incrementó a 7 ruedas a medidos de los 2000. En la actualidad

se comercializan modelos de hasta 18 estrellas, siendo la media de 12 ruedas de barrido.

Debe destacarse que, en busca de aumentar la capacidad de trabajo al momento de recolectar el pasto sin tener que incrementar el ancho de trabajo, desde hace 5 años, se viene evidenciando un incremento en la comercialización de unidades importadas de rastrillos giroscópicos. En este mercado participan Claas, Yomel, Kuhn y Krone.

Este tipo de rastrillo, cuando presentan un ancho de trabajo superior a los 10 m (modelos de 4 rotores), están destinados fundamentalmente a la recolección de forrajes como silaje o henolaje que necesitan un pre-oreo (silajes de alfalfa y cereales de invierno cortado en hoja bandera). Entre las grandes ventajas que ofrecen en este tipo de forrajes es que disminuyen drásticamente la incorporación de tierra al silaje, a la vez que generan gavillas con buen volumen de pasto para el posterior trabajo de la picadora.

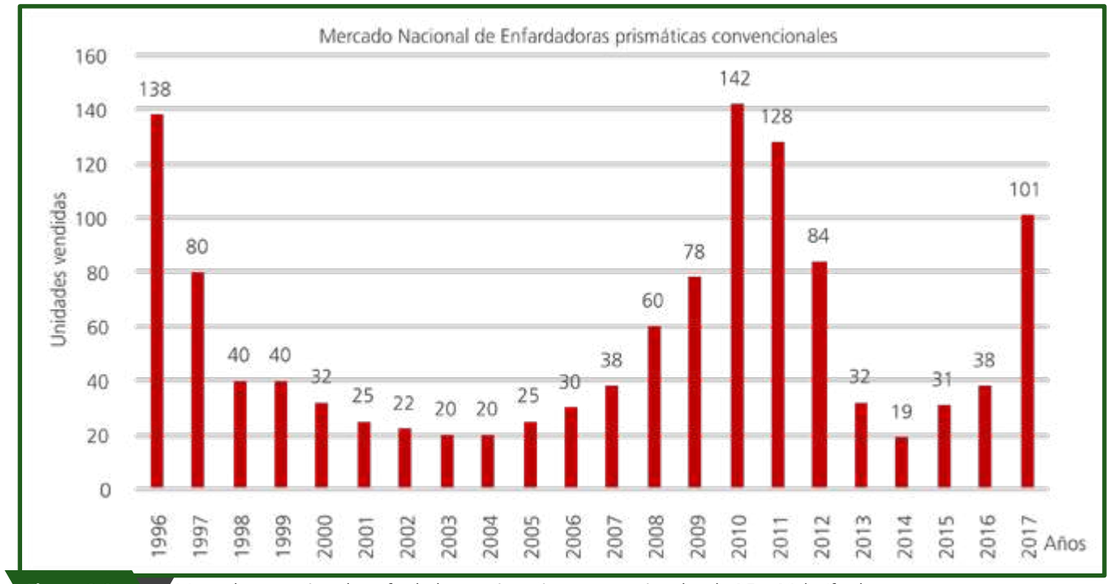


Figura: 2-9 *Mercado argentino de enfardadoras prism ticas convencionales de 25 a 30 kg/fardo.*

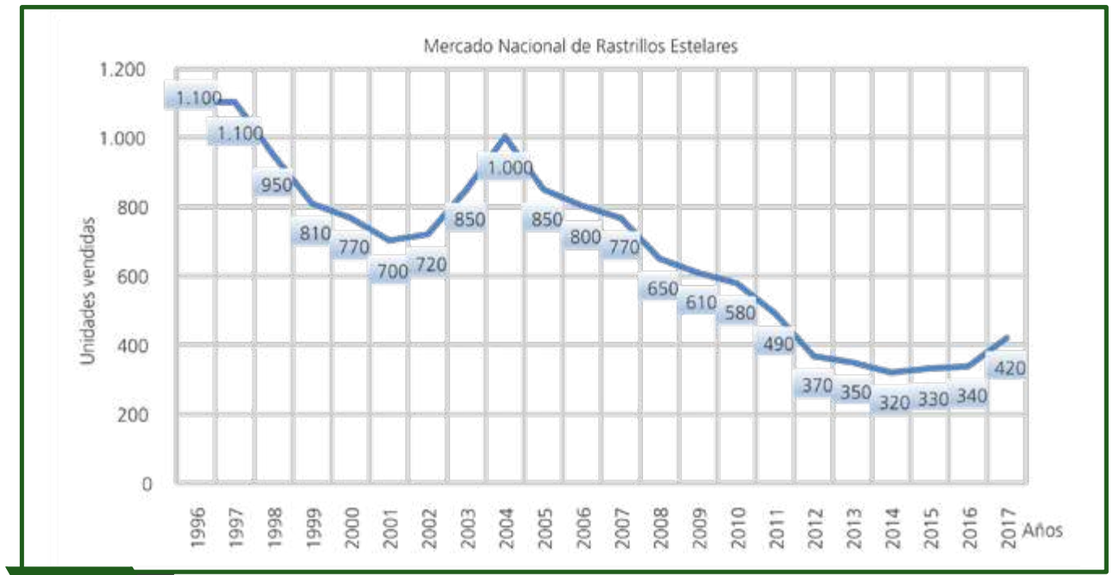


Figura: 2-10 *Evoluci n de ventas del mercado interno de rastrillos estelares.*



Figura: 2-11 *Evoluci n de ventas del mercado interno de rastrillos estelares.*

En los últimos años, se ha notado la incorporación de rastrillos giroscópicos, con un ancho de entre 6 y 7 m, que son muy utilizados para henificación, dado que ofrecen una muy buena capacidad de trabajo y permiten andanar cuando el pasto posee entre 35 y 40 % de humedad, valores en donde los rastrillos estelares pueden presentar algunos problemas (Figura 2-11).

2.1 An lisis de actualidad del sector y proyecciones a futuro en venta de maquinaria de henificaci n:

La reposición de los precios de los granos, principalmente de soja y maíz, la reactivación del sector ganadero de carne, el reposicionamiento de la lechería y los créditos otorgados por el Banco Nación a tasa fija, se destacan como las herramientas que permitieron una buena reactivación de la mayoría de los rubros de maquinaria agrícola, logrando incrementar las unidades comercializadas durante el 2017.

Los cambios de política, respecto a importación, han permitido ampliar la oferta de productos como megaenfardadoras, rotoenfardadoras de alta gama, segadoras de arrastre y autopropulsadas. Los nuevos lineamientos permiten mayor facilidad para importar productos e insumos que no se fabrican en el país, pero continúan con restricciones para los rubros que poseen equipos o componentes producidos por la industria local.

Para realizar un análisis real de la evolución del mercado de la maquinaria agrícola forrajera, siempre se debe hacer referencia al presente de los sistemas productivos que utilizan forrajes conservados en Argentina, como son la producción de carne y leche.

Por un lado tenemos la producción de leche, que se encuentra en una restructuración y viene de vivir tiempos difíciles, en el año 2016 con una fuerte crisis. Por otra parte y en contraposición a lo que ocurre con el mercado de la leche, en la actividad de producción de carne, se está viendo una dinámica alentadora.

Los precios de la carne en la Argentina tuvieron un crecimiento sostenido hasta alcanzar en la actualidad un índice estable que ronda los 1,8 U$S por kg de peso vivo, habiendo cerrado 2017 con un stock aproximado de 52 M de cabezas lo cual va en concordancia con la región que sigue creciendo en su stock bovino.

Los precios traccionan y alientan la actividad y la adopción de tecnología en sectores como la recría, en donde se hace fundamental contar con oferta de forraje estable en calidad y cantidad (altos niveles de proteína y fibra digestible), a lo largo del tiempo, lo que hace pensar que por consiguiente la demanda de rotoenfardadoras con buena capacidad y calidad de trabajo seguirá estable y en crecimiento aún en zonas donde no se cultiva alfalfa como las del norte del país.

En sintonía con estos sistemas productivos, el mercado de rotoenfardadoras y segadoras/acondicionadoras presentaron una baja muy importante en los años 2014/15/16. El repunte en las ventas en el año 2017 indican que los rollos seguirán ocupando un papel central, especialmente a nivel de productores que adquieren los equipos para uso propio, dado el menor costo de estos equipos, la facilidad de manejo y la disponibilidad de equipamiento complementario para el transporte, almacenamiento y suministro de los rollos.

Un indicador que apoya esta teoría es el mercado de mixer verticales (procesadores de fibra en forma de rollos), el cual se ha mantenido con un promedio de 1200 unidades a lo largo de los últimos años, con 23 modelos de estas características presentes en el mercado.

Al no incorporarse nuevos equipos de rotoenfardadoras al parque de maquinarias, este sufre obsolescencia mecánica y tecnológica. Este hecho permite pensar que en los próximos años y hasta el 2020 se espere que la comercialización anual de estos equipos supere las 450 unidades, al igual que el de segadoras de arrastre, que se estima en 300 máquinas/año.

La evolución de megaenfardadoras está ligado a la evolución que se produzca para exportar heno de alfalfa, ya que la mayoría de las máquinas que se comercializaron en el último año fueron adquiridas exclusivamente por empresas vinculadas a la exportación.

Como ya se mencionó, se ha formado la Cámara Argentina de la Alfalfa, que permite agrupar a productores y exportadores para poder enfrentar contratos de mayor volumen de heno de alta calidad, la cual es la principal limitante en la actualidad para incrementar las toneladas exportadas. En la medida que este sector evolucione, la venta de estos equipos va continuar con una proyección anual de entre 15 y 25 megenfardadoras/año.

2.2 Comparaci n del mercado de equipos de henificaci n de EEUU vs el de Argentina

Si hacemos referencia al mercado de ambos países en cuanto a los equipos de henificación, las diferencias se hacen notables. Si nos remontamos 20 años atrás, Estados Unidos comercializaba 10.000 rotoenfardadoras por año y unas 1.500 megaenfardadoras de 500 kg, la cual es una cifra que se mantiene constante si los comparamos con las 11.000 rotoenfardadoras, (principalmente de 1,60 m de ancho de cámara, atador a red y sistema procesador de fibra), y las 900 megaenfardadoras (de 800 kg), que se comercializan en la actualidad, equipos de serie con balanzas georeferenciadas para confeccionar mapas de productividad, sensores, de humedad y equipos para aplicar ácido propionico, que permite henificar con hasta 25 % de humedad. Los números de este rubro del mercado de maquinaria responden a la necesidad de elaborar henos de alfalfa de alta calidad, en un país que entiende a este forraje como una herramienta clave, que cuando está elaborada con calidad permite disminuir contundentemente los costos de alimentación.

En este sentido, el mercado de segadoras es de 15.000 unidades anuales, donde se incluye tanto a los modelos autopropulsados como a los de arrastre. En rastrillos predominan los estelares en "V" de gran ancho de labor, pero se observa un crecimiento de los giroscópicos, con un volumen en el último año de 2400 equipos de gran tamaño, fundamentalmente destinado a henolaje y silo de alfalfa.

La adopción de tecnologías, en los sistemas de confección de heno en la Argentina, siempre estuvo limitada por la poca cultura en la obtención de calidad que se tiene en nuestro país y es un punto donde debemos mejorar. En parte, esto se ve reflejado en los volúmenes de venta de equipos de henificación, donde durante el último año se comercializaron 353 rotoenfardadoras, 14 megaenfardadoras y solo 126 segadoras (9 autopropulsadas).

Argentina henifica 750.000 h de alfalfa con una producción que ronda los 5,5 M t MS de heno, de las cuales 900.000 son confeccionadas en formato de megafardo y se exportan anualmente 40.000 t.

Las pérdidas actuales en nuestro país, durante el proceso de corte, elaboración, almacenamiento y suministro de heno de alfalfa ascienden a 1,6 M t, elevando el nivel tecnológico y aplicando buenas prácticas de confección, es posible reducir fácilmente al menos un 20 % de esta ineficiencia actual, ocasionada al momento de la producción de heno.

3. Mercado argentino de Mixer

En Argentina existen en total unas 45 empresas que producen e importan distintos modelos de mixers, con una oferta total de más de 230 modelos, incluyendo equipos de mezclado horizontal, vertical y racionadores comunes.

El mixer es una herramienta clave de la ganadería argentina que permitió responder a la necesidad de una mayor productividad de los esquemas ganaderos, ya sea para producir carne o leche, dando la posibilidad de suministrar una dieta correctamente balanceada.

En nuestro país, la historia del mixer se remonta a finales de la década del ochenta, donde surgen los mixer horizontales mezcladores, que no eran más que una evolución de los carros forrajeros y cuya principal función era entregar al animal silaje o forraje recién cosechado, mezclado en algunos casos con granos. Esta práctica tuvo gran suceso dado que incrementó notablemente la eficiencia de cosecha del pasto, la cual rondaba el 50 % cuando un potrero era consumido por los animales a más del 80 % al someterlo a un proceso mecánico.

El equipamiento que permitió evolucionar esta máquina fue la balanza electrónica, la cual permite conocer con exactitud y precisión cuánto se carga de cada uno de los ingredientes de la formulación que se está preparando, como así también la cantidad suministrada de acuerdo al consumo estimado y al tipo de rodeo.

A medida que estas máquinas se masificaban en nuestros sistema productivo, se iba exigiendo mayor calidad en las mezclas y la posibilidad de incorporar otros ingredientes como el heno, que hasta el momento no era posible incluirlo en los mixer mezcladores y se brindaba ad libitum en aros, o bien necesitaban ser procesado previamente en una moledora a partículas de menos de 6 cm, con la consecuente pérdida de hojas, lo que limitaba su uso.

En los años noventa, se incorporan algunos modelos importados, alguno de los cuales se nacionalizaron, que poseían un diseño compuesto por ejemplo de 4 sinfines, con los dos inferiores provistos de cuchillas que trozaban los forrajes en piezas finas. Este tipo de mixer se adaptaron muy bien a modelos de alimentación tipo feedlot, donde novillos en terminación, requieren grandes proporciones de concentrados dispuestos en una mezcla muy homogénea, conformada por partículas más pequeñas, pero no lograban gran performance en sistemas lecheros.

En el 2000, la irrupción de los mixers verticales permitió la incorporación definitiva del heno dentro de la ración. Este hecho, produjo que este tipo de mixer se gane un lugar relevante en el mercado local, con una oferta disponible que actualmente es de 54 modelos, de 24 marcas diferentes.

Esta oferta variada en cuanto a diseños, tamaños y operatividad, responde a la necesidad que tiene el mercado de poder responder a los distintos nichos que se presentan en los sistemas de producción de carne y de leche, donde cada uno tiene que formular raciones de variadas características (tamaño de partículas, textura del material, procesamiento de la fibra, tiempos de mezclado, operatoria de suministro, etc.).

Para un sistema de producción dado no existe un único modelo de mixer, y a su vez, cada uno de los diferentes modelos que se ofrecen en el mercado, puede adaptarse muy bien a distintos tipos de sistemas de producción (carne o leche), siempre que la operatividad y el protocolo de trabajo sean los adecuados. Un mismo modelo de mixer que por ejemplo funciona muy bien en un determinado tambo, no necesariamente funcionará igual en otro, debido a las diferencias en los ingredientes utilizados, terreno a desplazarse, lugares de suministro y manejo operativo en general.

Los diferentes tipos de mixers se pueden clasificar en función de su capacidad de procesar la fibra y de los diferentes sistemas de trabajo (Tabla 2-4).

Al igual que ocurre con la superficie destina a silaje, si observamos la tendencia que nos muestra el gráfico de ventas anuales de mixer, Argentina ha incrementado en forma contante el uso de mixer (Figura 2-12).

Si bien en la actualidad contamos con diversos modelos y con gran diversidad de tamaños, el grueso del mercado se concentra especialmente en dos tipo de mixer ofrecidos por marcas nacionales.

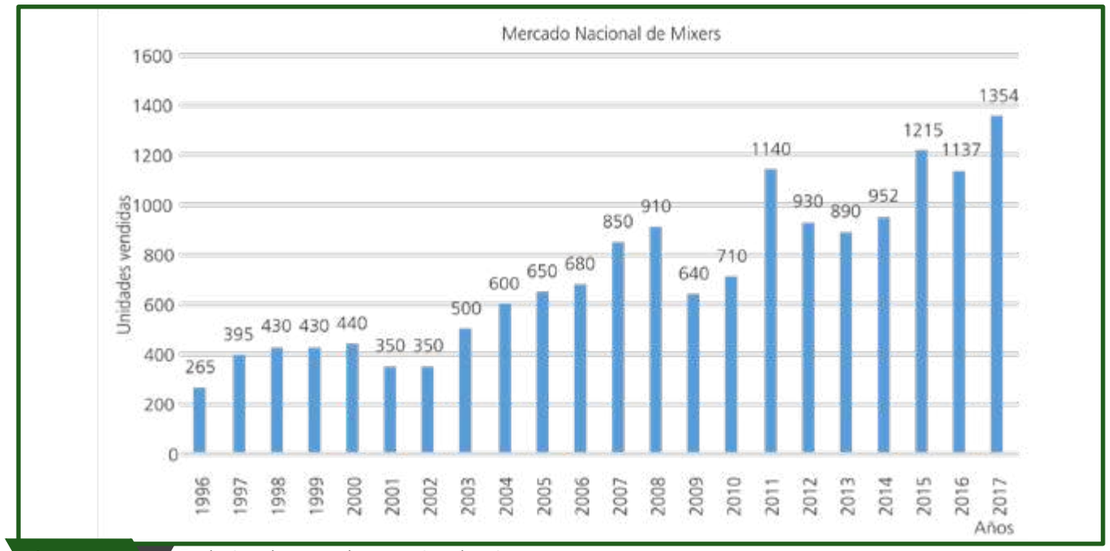


Figura: 2-12 *Evoluci n de mercado argentino de mixers.*

Tabla 2-4 *Clasificaci n de los mixers que se comercializan en el mercado argentino, en funci n de su capacidad operativa de procesado de fibra y del sistema de mezclado*

POSIBILIDAD DE PROCESAR O NO LA FIBRA	SISTEMAS DE TRABAJO	OBSERVACIONES
Mixers desmenuzadores de rollos o fardos enteros	Trozado y mezclado con sinfín cónico vertical.	Sin limitaciones en el tipo y/o tamaño de rollo y/o fardo a desmenuzar (nac. e imp)
	Dos sinfines trozadores horizontales en la base y dos sinfines largos superiores.	Idem anterior; modelos de gran capacidad, algunos autopropulsados con fresa frontal (importados)
	Un sinfín trozador-mezclador único.	Para rollos de gramíneas de hasta 1,4m de diámetro (importados)
Mixers desmenuzadores de porciones de rollos o partes de fardos	Sinfín trozador horizontal en la base y dos superiores (cortos o largos).	Pueden poseer mando con cajas de reducción o con cadenas y engranajes Su capacidad de proceso depende del tipo de muelas y tipos de contra cuchillas (nac. e imp)
	Molinete mezclador de tres a cinco palas longitudinales, con ayuda de dos sinfines laterales superpuestos (uno trozador y otro mezclador).	Procesan panes de heno previo descompactado (nac. e imp)
Mixers mezcladores de fibra pre cortada	Tres sinfines horizontales mezcladores.	Mezcla fibra de hasta 5 o 6 cm, pero la humedad de la ración no debe superar el 60% (nacionales)
	Tres ejes horizontales con paletas "pétalos" en disposición helicoidal.	Puede mezclar fibra de hasta 15cm de long. y la ración no debe superar el 60% de humedad (nacionales)
	Molinete mezclador horizontal de tres semi-palas, dispuestos con diferentes configuraciones.	Pueden mezclar raciones, con ingredientes tales como: melaza y/o subproductos húmedos de la industria alimenticia. (nac. e imp)
	Sistema de rastra giratoria periférica.	Mezcla todo tipo de subproductos y no altera el largo de la fibra del ensilaje. No disponible en el país.

El modelo líder continua siendo el histórico mixer mezclador de tres sinfines horizontales (mezcladores horizontales a pétalos o a sinfín), donde se destacan los modelos que van desde 9.000 a 14.000 litros (l). El éxito de estos modelos se fundamenta en la gran aceptación que tienen por sus grandes prestaciones en cuanto a calidad de mezclado y suministro. Si bien es utilizado en todo tipo de establecimientos, encuentra en los sistemas de producción de carne gran parte de sus usuarios, donde se utilizan dietas compuestas fundamentalmente por silo y concentrados. A su vez, este tipo de mixer, se vio beneficiado con el advenimiento de las rotoenfardadoras y megaenfardadoras, con sistemas procesadores de fibra (cutter), dado que permiten incluir hasta 300 kg de heno, sin inconvenientes dentro de la dieta.

El otro modelo que ocupa gran parte del mercado es el mixer vertical, que si bien se ofrecen en tamaños que van desde los 8.000 a los 32.000 l, la demanda se ubica en el segmento de 14.000 a 16.000 l. Estos modelos han encontrado gran aceptación en los sistemas principalmente lecheros, dado que se adaptan muy bien a dietas con grandes volúmenes de forrajes, en especial para dietas formuladas con cantidades más elevada de fibra larga y seca (Figura 2-13).

Un punto que debe observarse, es que si bien la ventas de mixer horizontales mezcladores sufrió una baja, en el año 2016, que afectó, la venta total de mixer, los mixers verticales se mantuvieron ajenos a esa disminución en unidades comercializadas, y su tendencia es positiva si analizamos las estadísticas de los últimos 4 años.

Un tercer modelo que ha resurgido en los últimos 3 años de la mano de la industria nacional, son los mixer horizontales procesadores de fibra. Estos mixers se destacan por presentar todas las virtudes de los conocidos horizontales mezcladores, pero con la gran ventaja que pueden procesar fibra larga proveniente de rollos o megafardos.

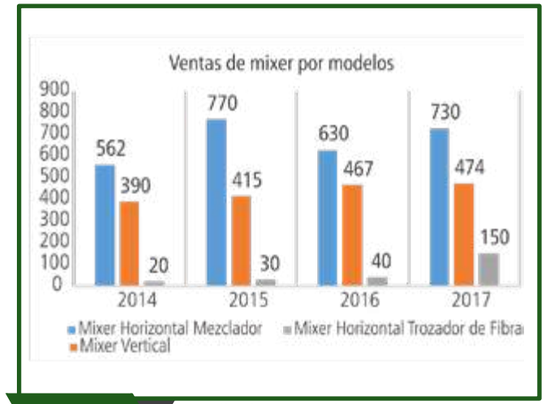


Figura: 2-13 *Detalle de ventas de mixers en Argentina por modelos.*

La Industria Nacional presentó 4 modelos distintos en los últimos años, todo con diseños de tres sinfines (algunos modelos a sinfín liso y otros a pétalos), de los cuales el inferior posee en su periferia cuchillas que trabajan en conjunto con contracuchillas incorporadas en el fondo de la batea. Estos modelos son los que mayor crecimiento han mostrado en volúmenes de venta, en los últimos 3 años, especialmente en el 2017.

4. Anexo primero: Producci n de heno de alfalfa en Argentina

- Por Daniel Basigalup

Se estima que Argentina tiene en **la actualidad cerca de 3,7 M ha con alfalfa, 60 % de las cuales son de cultivos puros y 40 % en mezclas con gram neas templadas.**

Mientras que los primeros son destinados básicamente a la producción de leche y forrajes conservados, las mezclas son utilizadas preferentemente para la producción de carne, aúnque esta actividad de a poco va incorporando pasturas de alfalfa pura para su producción.

En el período 2013-2016, el mercado nacional de semilla de alfalfa fiscalizada varió entre 5.300 y 7.000 t, de las cuales cerca del 60 % es importado mayoritariamente desde Estados Unidos y Australia, y el 40 % restante es de producción local.

El mercado nacional ofrece más de 130 variedades de alfalfa de grado de reposo invernal (GRI), entre 6 y 10, provenientes tanto de programas de mejoramiento públicos como privados, siendo las de grupos más cortos las más aptas para la producción de forrajes conservados.

Los cálculos indican que **durante el per odo 2015/2016, unas 750.000 ha de alfalfa fueron destinadas a la henificaci n, en tanto que 150.000 se utilizaron para ensilar.** La gran mayoría del heno sea como fardos (15 - 20 kg), rollos (350 - 650 kg), o megafardos (400 - 500 kg), es usado dentro de las propias explotaciones o es vendido en el mercado interno.

En el mercado interno, la calidad forrajera se evalúa en forma subjetiva a través de criterios organolépticos (color, olor, presencia de hojas, presencia de malezas, etc.), y no a través de parámetros objetivos y analíticos, como proteína bruta (PB), fibra (FDA, FDN, lignina), digestibilidad (DIVMS), etc. y en consecuencia, la calidad promedio del heno comercializado en el mercado interno es de media a baja, con medias de 85 % MS, 16 % PB (rango 13 - 24 %), 56 % FDN y 58 % DIVMS.

Dado que los compradores de rollos o megafardos pagan por peso, y no por clasificación analítica de calidad, se han extendido una serie de prácticas de henificación no recomendables, como maquinaria de corte inadecuada, cortes tardíos (que bajan la calidad pero aumentan el rendimiento de MS), y almacenaje inapropiado entre otros, aúnque en el caso específico de los megafardos, esa conducta está en proceso de cambio y los parámetros nutricionales comienzan a tener relevancia en el precio de comercialización, empujando a la actividad a incorporar mayor grado de tecnología.

En años recientes, dada la baja de precios internacionales de granos y leche y la creciente demanda de alfalfa en el mundo, no son pocos los productores que ven en la henificación una salida económica y productiva muy interesante. En este sentido, Argentina tiene variadas y excelentes condiciones ambientales para producir alfalfa de alta calidad, además del potencial para incrementar rápidamente su área alfalfera, contando con tecnología avanzada para ello.

Los rendimientos de forraje varían de acuerdo a las condiciones de suelo y clima, la disponibilidad de agua (lluvia y/o riego), y el manejo de los lotes.

En secano, las producciones van de:
- 4 - 6 t MS/ha con 3 - 5 cortes/temporada en **La Pampa.**
- a 18 - 20 t MS/ha con 7 - 8 cortes/temporada en **Marcos Ju rez (SE C rdoba)**.

Bajo riego, los valores van de:
- 10 - 12 t MS/ha con 4 - 5 cortes/temporada en **Patagonia Norte**
- a 16 - 18 t MS/ha con 8 - 9 cortes/temporada en **Santiago del Estero**.

Las principales zonas productoras de heno en secano (sin riego adicional), son:

1. **Centro-Este de C rdoba**, donde hay cerca de 30.000 ha de alfalfa solo para corte, con rendimientos de 12 - 14 t MS/ha.año en 6 cortes. En el área hay además varias empresas que producen megafardos (400 y 800 kg), y pellets tanto para el mercado interno como para la exportación.

2. **SE de C rdoba** 18 - 20 t MS/ha año en 7 - 8 cortes.

3. **O de Buenos Aires** 12 t MS/ha año en 6 cortes.

4. **NE La Pampa** 5 - 7 t MS/ha año en 5 cortes.

5. **SE de San Luis** 6 - 8 t MS/ha año en 5 - 6 cortes), que vuelcan su producción al mercado interno y eventualmente a la exportación.

Bajo riego, las principales zonas productoras son (Figura 2-14):

1. **Santiago del Estero**, especialmente en la cuenca del río Dulce. Se utilizan variedades de GRI 8-10, con rendimientos medios de 16 t MS/ha año en 8 - 9 cortes. El riego es ineficiente, por sistema (manto), y por insuficiencias en la cantidad de agua.

2. **Mendoza**, donde se cultivan cerca de 22.000 ha de alfalfa para corte en sus tres "oasis" (Norte, Centro y Sur). El área sur (San Rafael/Alvear), con unas 16.000 ha, es la más importante. Las producciones promedio rondan las 10 - 12 t MS/ha año en 5 - 6 cortes con cultivares GRI 6-10. El nivel de tecnología actual es mediano a bajo, con riego mayoritariamente por manto y maquinaria de bajo nivel tecnológico.

3. **Norte de San Luis**, con cerca de 4.000 ha de alfalfa solo para henificación y regadas con riego presurizado (pivote central), en las zonas Quines, Candelaria y Valle de Conlara. Las producciones promedio llegan a 10 - 12 t MS/ha año con 6 cortes; sin embargo, con buen manejo, pueden obtenerse hasta 15 t MS/ha año. El nivel tecnológico de la maquinaria usada es en general medio/bajo.

4. En la zona cercana de **Villa Dolores (C rdoba)**, existen otras 3.000 ha de alfalfa, que producen megafardos para la exportación.

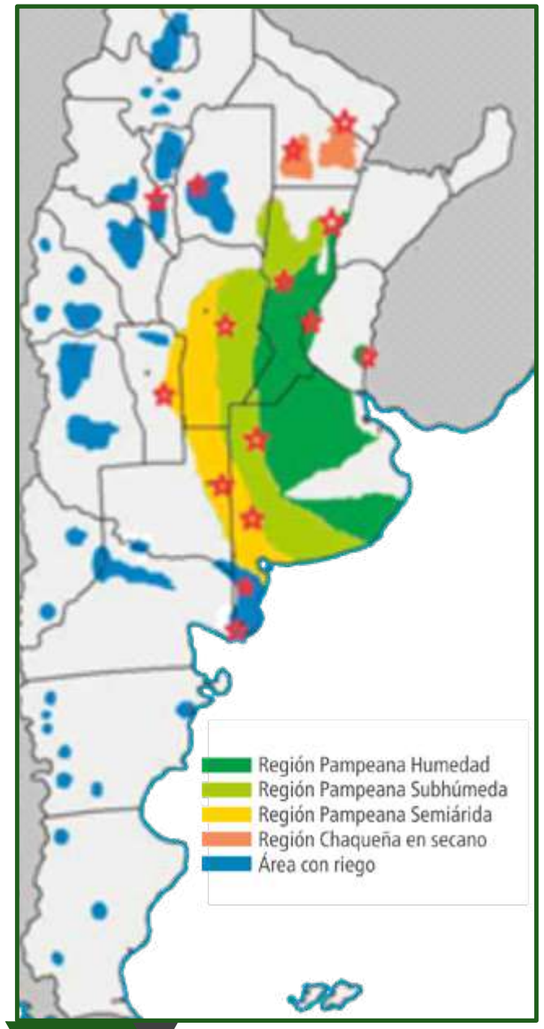


Figura: 2-14 *reas productoras de alfalfa en Argentina.*

5. **Colonia 25 de Mayo (La Pampa)**, con 2.000 ha de alfalfa, 50 % de las cuales son usadas exclusivamente para la producción de megafardos. Hay potencial para agregar 8.500 ha de alfalfa en un futuro cercano. El riego por manto está siendo desplazado por el creciente uso del riego presurizado (pivote central). La producción promedio de alfalfa es de 10 - 12 t MS/ha año con 4-5 cortes y con variedades GRI 6-10.

6. **Valle Inferior del R o Colorado** (zona CORFO), con 16.000 ha de alfalfa (7.000 para producción de semillas y 9.000 para corte y/o pastoreo). La henificación es secundaria a la producción de semilla o al pastoreo, y por eso se las maneja con bajo nivel tecnológico. El riego es por manto y usualmente deficiente en cantidad y calidad. Las producciones rondan las 8 - 12 t MS/ha año con 3 - 5 cortes de variedades GRI 6-9. Se hacen principalmente rollos y fardos.

7. **R o Negro**, que en sus distintos valles (Valles Inferior, Medio y Alto del Río Negro y Valle de Conesa), cultiva unas 12.500 ha de alfalfa, con rindes promedio de 8-14 t MS/ha año en 5 - 6 cortes y variedades GRI 6-10. Se hacen fardos, rollos y una significativa cantidad de megafardos para exportación.

Varias compañías concentran la producción de fardos, megafardos, cubos y pellets, tanto para el mercado interno como para la exportación. Entre ellas, se pueden mencionar a Alfalfa y Forraje de la Patagonia, una empresa de capitales españoles (Grupo Osés), con planta industrial en Bahía Blanca (Bs. As.), que tiene prensa de recompactado y capacidad para procesar 50.000 t/año de megafardos de 400 y 800 kg para el mercado interno y la exportación, respectivamente; Alfacal, un fideicomiso de cerca de 40 productores que desde su planta industrial en Calchín (Córdoba), tiene capacidad para procesar unas 50.000 t de megafardos (400 kg), 60 % para exportación y 40 % para mercado interno.

En 2017 esperan tener en funcionamiento una prensa de recompactado; Alfa Pro, un fideicomiso de 12 productores del área de Calchín/Villa del Rosario (Córdoba), que puede procesar cerca de 20.000 t para el mercado interno y la exportación y que ofrece trazabilidad de su producción; Agro Export de la Sierra, una empresa de capitales jordanos con una prensa de recompactado en su planta industrial en San Francisco (Córdoba), Zille Agro, una emprendimiento privado localizado en 25 de Mayo (La Pampa), que procesa entre 6.000 y 10.000 t de alfalfa solo para el mercado interno, principalmente como cubos y pellets, y en menor medida como megafardos; Alfaban, otra empresa privada que procesa la producción de 1.100 ha de alfalfa y que tiene su planta industrial en Tránsito (Córdoba), donde producen fardos, megafardos y pellets para el mercado interno y la exportación, al igual que Pellfood, una empresa familiar que maneja 1.500 ha de alfalfa y que tiene su planta industrial en Calchín (Córdoba), y Alfa Agro, otra empresa ubicada en Fernández (Santiago del Estero), y que produce fardos, rollos y megafardos para el mercado interno.

El potencial de Argentina para la producción y exportación de heno de alfalfa es muy alto, atento a las condiciones del país y a una demanda mundial insatisfecha. No obstante, para ello debe mejorarse la calidad, a fin de acceder a categorías internacionales de mejor precio, y deben resolverse problemas de infraestructura portuaria, alta incidencia de fletes internos y tipo de cambio.

5. Anexo segundo: Mercado mundial de alfalfa procesada

- Por Martín Giletta

Introducci n

Argentina se encuentra en el segundo lugar entre los principales productores mundiales de alfalfa, detrás de Estados Unidos que lidera ampliamente el ranking global, con más de 115 M t MV (FAO, 2017); esto pese a haber disminuido significativamente el área sembrada en más de 3 M ha desde mediados de la década de 1990 a la actualidad. Las estimaciones disponibles en 2015 indicaban una superficie sembrada en torno a 2,5 M ha de alfalfa pura (si se considera la superficie de alfalfa consociada con otras pasturas la superficie total se estimaba en 3,7 M ha), de las cuales 800 mil ha se destinaban a heno y 150 mil ha a silo (Basigalup, 2015). Prácticamente la totalidad de la producción se orienta al mercado interno, en diferentes formatos y modalidades de aprovechamiento, tanto pastoreo en el propio establecimiento como reservas (fardos y megafardos, rollos, silos), o en la industria en formato de cubos o pellets. Si se considera el procesamiento industrial, la producción de pellets se estima en 120 mil t, 3 mil de la cuales se exportan al mercado regional.

Tradicionalmente el cultivo de alfalfa se concibió como insumo forrajero en los sistemas pecuarios del país, bajo la modalidad de pastoreo directo (en los sistemas de producción de carne y leche fundamentalmente) y para la confección de reservas invernales para estos mismos sistemas (heno). Actualmente, y como consecuencia de cambios demográficos y económicos globales que se expresaron plenamente con el comienzo del nuevo siglo, la demanda mundial de alfalfa crece aceleradamente y a un ritmo que supera la capacidad de oferta global. Este impulso se deriva de un proceso inédito dado por un vuelco masivo de consumo hacia las proteínas animales, con especial intensidad de carnes y lácteos, que se produjo en Asia, África y Oriente Medio.

Si bien Argentina es un oferente marginal en el mercado mundial de heno de alfalfa, se reconoce su potencial para crecer significativamente y en

el corto plazo. Para esto es preciso trabajar sobre una agenda de temas domésticos que permitan constituir una cadena de valor eficiente y tecnificada, con vocación exportadora y un enfoque de producto netamente comercial.

En este contexto, no solo se espera que la demanda externa continué su senda de crecimiento en los próximos años, sino que también se proyecta un crecimiento de la demanda doméstica, a partir de sistemas pecuarios bovinos de escala creciente y alta eficiencia, que requerirán de fuentes de aprovisionamiento de insumos alimenticios claves en la dieta. La alfalfa, en sus diferentes procesos y formatos, cumple con esta función al ser un componente insustituible para estas producciones.

5.1 El comercio mundial

La demanda mundial de alfalfa está impulsada por importaciones crecientes de heno en formato de fardo prismático comprimido (entre 500 - 900 kg), derivado de requerimientos nutricionales de los sistemas lecheros intensivos de alta producción en países de Oriente Medio y China, que poseen restricciones estructurales de tierra y agua. En la última década (2006 - 2016), las exportaciones mundiales de heno crecieron 70 % en volumen y más de 95 % en valor, denotando la intensidad de la demanda. En el último año (2016), el volumen comerciado alcanzó las 8 M t por un valor de 2.200 M U$S (ITC, 2017). En el caso de pellets y harinas, las exportaciones globales alcanzaron 1,2 M t por un valor de 305 M U$S (ITC, 2017). A diferencia del heno, estos productos se enfocan en otras especies animales como ser equinos, rumiantes menores, conejos, aves de corral e incluso en granjas porcinas. Las harinas de alfalfa (subproducto del proceso de peletizado) son a su vez un insumo de importancia creciente en el proceso de formulado de piensos para alimentación animal.

Estados Unidos lidera las exportaciones mundiales de alfalfa, explicando más del 50 % en el caso del heno y siendo el segundo exportador de pellets y harinas. El segundo oferente en importancia es España, que es el primer exportador mundial de pellets (20 % del mercado, valor levemente superior a Estados Unidos) y un oferente destacado y selecto de heno deshidratado de alta calidad (en 2016 explicó el 8 % de las exportaciones mundiales), siendo el principal productor de la Unión Europea.

Desde el lado de las importaciones, a los mercados tradicionales y consolidados del producto (Japón y Corea), se sumaron nuevos factores de demanda que impulsaron el crecimiento sostenido en los últimos 10 años, por caso: Emiratos Árabes y China,

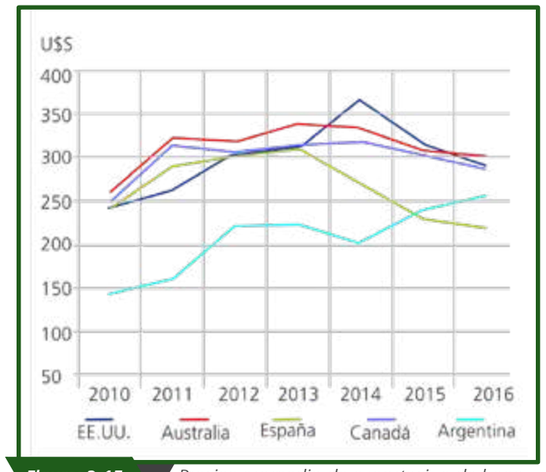


Figura: 2-15 *Precios promedio de exportaci n de heno de alfalfa (U$S/t). Fuente: ITC (2017)*

que en conjunto explicaron el 50 % de las compras mundiales de alfalfa en 2016. Las importaciones de China tuvieron un crecimiento exponencial, pasando de 200 mil t en 2010 a 1,7 M t en 2016.

El diferencial de crecimiento entre la oferta y demanda global explica el fortalecimiento de los precios internacionales, que si bien denotan amplia variabilidad según mercados, exhiben una tendencia que en los últimos tres años se diferencia claramente del resto de los commodities agrícolas, que vienen registrando bajas considerables en todos los casos. La figura 2-15 muestra comparativamente los precios promedio de exportación de heno de alfalfa obtenidos por los principales oferentes globales y por la Argentina. Al respecto se destaca la progresiva mejora de precios registrada en las exportaciones nacionales, que reduce progresivamente la brecha existente inicial.

5.2 Exportaciones argentinas

Argentina ha incursionado, aúnque marginalmente, en el mercado internacional de heno de alfalfa, con una participación media del 0,2 % y con Oriente Medio como destino excluyente. Sus exportaciones pasaron de 4.200 t en 2010 a un máximo de 47.000 t en 2013. Desde entonces, los volúmenes caen en los años subsiguientes (2014 y 2015), fundamentalmente por falencias en la calidad del heno obtenido a partir de los excesos hídricos producidos en las principales regiones productivas.

La figura 2-16 muestra los volúmenes exportados de heno en 2015-2016, discriminados según principales países de destino. Se aprecia un aumento en 2016, cuando se alcanzaron las 23.400 t por

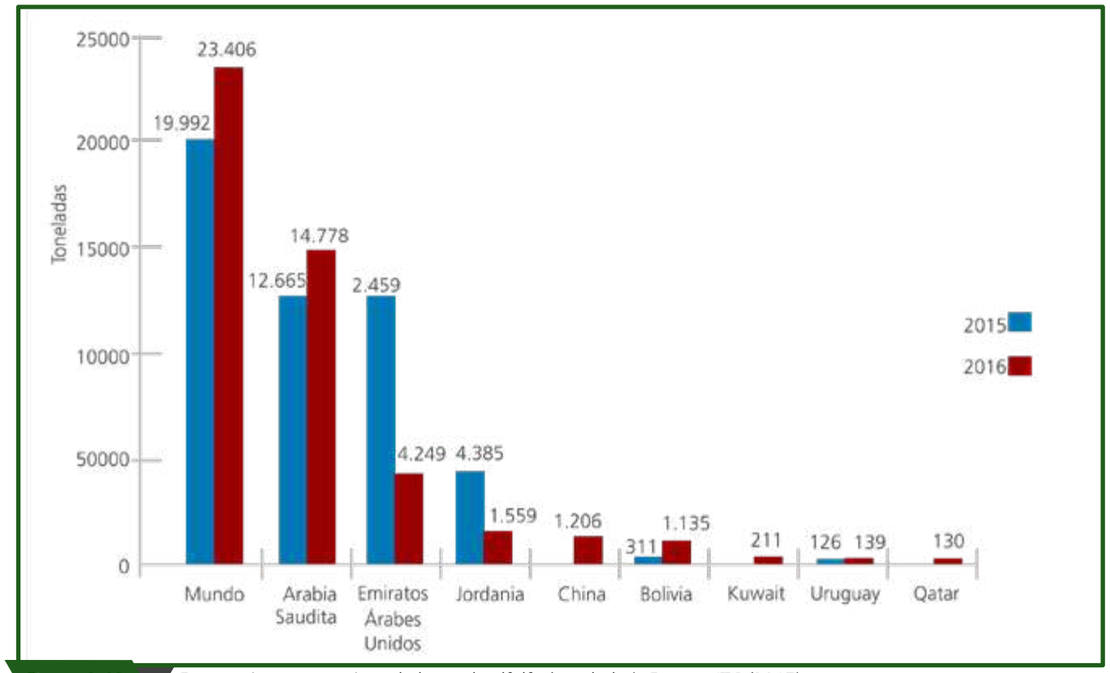


Figura: 2-16 *Exportaciones argentinas de heno de alfalfa (toneladas). Fuente: ITC (2017)*

un valor de 5,9 M U$S, lo que comporta un precio medio de 253 U$S/t. Por su parte, la tabla 2-5 muestra el comparativo de los volúmenes exportados en el primer trimestre de 2017 respecto a igual período del año anterior, observándose un crecimiento del 70 %, lo que refuerza la tendencia creciente que se viene dando desde 2016.

5.3 Consideraciones finales

Las oportunidades de crecimiento que ofrecen las proyecciones, tanto de la demanda domésti-

Exportaciones argentinas (toneladas de heno de alfalfa) discriminadas por pa¡s de destino durante el primer trimestre de 2016 y de 2017. Fuente: ITC (2017)

Tabla 2-5

Importadores	2016-T1 Cantidad toneladas	2017-T1 exportada toneladas
Mundo	8.182	14.038
Arabia Saudita	7.308	12.887
Emiratos Árabes Unidos	0	1.088
Bolivia	124	36
Brasil	0	27
China	71	0
Jordania	547	0
Kubait	132	0

ca como del mercado internacional, justifican un plan estratégico de ordenamiento y constitución de una cadena de valor con vocación exportadora, que permita lograr volúmenes no solo de heno sino también de productos derivados y transformados (cubo, pellets, harinas y piensos elaborados con alfalfa).

El estándar de exigencia del mercado internacional puede resultar en un ordenador de la cadena, que redundará en volúmenes crecientes de alfalfa de alta calidad para el mercado interno, con el consecuente impacto positivo en nuestros sistemas de producción pecuarios. Si bien la fortaleza de la demanda internacional despeja en el corto plazo el riesgo de sobreoferta interna, es preciso diseñar una estrategia de inserción internacional sostenible basada en la diversificación de productos y mercados. Para esto es preciso un análisis profundo de ordenamiento geográfico de la producción, protocolización de procesos para el cultivo y su henificación, acondicionamiento, acopio e industrialización, y por último un factor decisivo: la logística asociada a todos los procesos, desde el origen hasta su despacho en puerto. Las falencias en la infraestructura logística nacional, determinan un sobrecosto que afecta la competitividad de las exportaciones de Argentina. En el caso particular del heno de alfalfa, por tratarse de un producto de baja densidad, se requiere de un esfuerzo mayor.

Un aspecto relevante se refiere a la alta concentración que revela el mercado internacional de la alfalfa, particularmente el del heno, tanto desde la perspectiva de oferta como de la demanda. Así, Estados Unidos (58 %), Australia (15 %) y España (9 %) explican en conjunto más del 80 % de las exportaciones globales, mientras que igual incidencia en las importaciones mundiales se concentran en Japón (32 %), China (23 %), Emiratos Árabes (15 %) y Corea (14 %). Esta característica confiere alto poder de negociación a la demanda, en tanto que para la oferta los volúmenes ofrecidos son gravitantes, tanto en precios como acceso a mercados (siempre bajo parámetros mínimos de calidad exigibles, que son los definidos por el USDA y que rigen el comercio mundial).

En el caso de las exportaciones nacionales, los volúmenes reducidos y variables sujetos a la calidad obtenida en condiciones de secado a campo, determinan una baja calificación como proveedor externo para el país. Esto se manifiesta en el precio promedio obtenido por tonelada exportada, que es inferior, entre 20 y 25 % a los precios pagados a los principales oferentes globales, en los mismos mercados de destino, y 30 % inferior a los precios promedios reconocidos por los principales mercados importadores. Sin embargo, son fundadas las expectativas respecto al país en cuanto a sus condiciones y sus posibilidades de expandir, en el corto plazo, tanto la producción como la exportación de heno de calidad. A ello contribuye que el gran mercado chino tiene reglamentado el acceso para la alfalfa argentina, habiendo hasta el momento dos empresas autorizadas a exportar a este destino.

En cuanto a la demanda doméstica, se proyectan tasas de crecimiento sostenidas para la producción de carnes en Argentina (bovinos, porcinos, ovinos y aves), basadas en sistemas de alta eficiencia y escala creciente que serán factores de impulso en la demanda de alfalfa. Adicionalmente, la tendencia al aumento de escala en los sistemas de producción lecheros, bajo la modalidad de confinamiento total del rodeo, continuará reduciendo progresivamente el pastoreo como práctica de manejo, dando lugar a una creciente tercerización del aprovisionamiento de alfalfa de alta calidad, como insumo en la formulación de dietas de vacas de alta producción.

El éxito en el desarrollo y la constitución de una cadena de valor en el sector de la alfalfa, moderna e innovadora, aportará beneficios significativos para la diversificación productiva de zonas, tanto pampeanas como extra-pampeanas, con generación de empleos y divisas para estos territorios y con efectos derivados no menores, por caso en la industria de la maquinaria agrícola asociada a equipos de henificación e industrialización del heno y productos transformados.

Henificaci n de Residuo de Ca a de Az car

Actualmente hay 25 máquinas megaenfardadoras que trabajan sobre este residuo de cosecha, principalmente de las marcas New Holland y Agco (Challenger y Massey Ferguson). Los últimos modelos comercializados ya no son los que presentaban una cámara de 0,80 m x 0,87 m de 4 hilos, la cual era el modelo más utilizado ya que debido a las características y dimensiones, pisaban la cepa de caña alterando las condiciones de rebrote

Desde el año 2015 la nuevas megaenfardadoras que se incorporaron son de un ancho de cámara de 1,20 m (6 hilos), por una altura de 0,70 m y también modelos de 0,90 m de altura, dado que permiten henificar megafardos de entre 380 y 450 kg. Este mercado va evolucionar hacia este tipo de máquinas.

Si bien la henificación del RAC está en vías de desarrollo, es importante mencionarla y analizarla porque es un nicho de mercado en el que están trabajando muchas de las empresas que comercializan megaenfardadoras, dado que en la actualidad ya representa entre el 10 y 15 % del mercado interno de estas máquinas.

Otras especies forrajeras que se henifican en Argentina

El cultivo que más se henifica en Argentina es la alfalfa, pero en zonas donde este no prospera, existen otras especies forrajeras que se destinan a este fin, llegando a aportar 100.000 ha más a la superficie destinada a la conservación de forraje en forma de heno.

Esta práctica se da aprovechando épocas en donde algunas especies de pasturas producen gran cantidad de MS y son subaprovechadas (primavera verano),y que pueden ser conservadas en forma de heno (fundamentalmente rollo), utilizadas en otras épocas del año donde se produce un bache en la cadena forrajera.

Entre los cultivos alternativos que se henifican se puede mencionar:

- **Cereales de Invierno (Avena, Cebada forrajera, Cebada cervecera, Trigo, Triticale)**: son utilizadas en la región central como cultivo cobertura y en ciertas ocasiones, se destinan a conservación de forrajes. Estas especies, fundamentalmente la **Cebada cervecera *(Hordeum vulgare subsp. Vulgare)***, ha crecido en superficie destinada **a silaje (a o 2016: 98.000 ha)**, pero son muy puntuales los casos en que se henifica. En estos cultivos en particular, como la henificación se produce en una época con baja producción de alfalfa, la confección no solo se produce en formato de rollo y fardos chicos sino también de megafardos, dada la disponibilidad de máquinas que se encuentra en la época.
- **Moha de Hungr a *(Setaria it lica)***, **Miho *(Panicum miliaceum)***, **W tama *(Lolium Multiflorum):*** son cultivos que suelen producirse en mayor o menor medida como cultivos estables o de emergencia en el caso que las pasturas de verano no produzcan adecuadamente.
- **Gatton panic *(Panicum maximun)***: dada la expansión que sufrió la ganadería desde hace 15 años hacia zonas del norte del país, el gatton panic ha crecido en importancia en cuanto a especies destinadas a la confección de heno. Esto se debe a que la henificación representa una excelente herramienta para controlar este tipo de pasturas que tienen una explosión productiva en primavera verano y un rápido descenso de los parámetros nutricionales en estadios fenológicos avanzados.
- **Sorgo forrajero *(Sorghum vulgare)***: normalmente se henifica en formato de rollo.
- **Rastrojo:** la práctica de henificación de residuos de cosecha de soja, maíz y sorgo prácticamente ha disminuido por el advenimiento de la siembra directa, pero aún se henifican rastrojos de cultivos invernales como trigo (Triticum aestivum), cebada (Hordeum vulgare), centeno (Secale cereale). Esta práctica se da fundamentalmente en el sur de la Provincia de Buenos Aires por la lenta descomposición de rastrojos. También se lleva a cabo en algunas zonas de la provincia de Córdoba y Santa Fe.

6. Anexo tercero. Historia y actualidad de la C mara Argentina de Contratistas Forrajeros

- Por Patricio Aguirre Saravia, Fernando Opacak y Fernando Clemente

Transcurr a el a o 2002 y una crisis econ mica muy fuerte golpeaba a las empresas de contratistas. A ra z de ello surgi la necesidad de unirse, con el objetivo de trabajar juntas para hacer rentable y sustentable en el tiempo la actividad.

Un grupo de 10 contratistas deciden fundar una asociación civil sin fines de lucro, que pasaría a llamarse Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros (CACF). Los Principales propósitos de la CACF fueron y son:

- Agrupar a personas físicas y jurídicas que dedican parcial o totalmente su actividad al ensilado de forrajes y confección de forrajes conservados.
- Propender a que los ensilados de forrajes lleguen a todos los sectores de la producción agropecuaria.
- Ejercer la defensa y representación de sus asociados en asuntos del tipo judicial, comercial, gremial, profesional y laboral, ante las autoridades nacionales, provinciales y/o municipales.
- Promocionar el beneficio de los ensilados, divulgando los provechos que de ellos se obtienen.
- Estimular y cooperar en toda clase de investigaciones, ensayos, desarrollos de programas específicos que contemplen el uso del silo forrajero.

La CACF brinda el espacio necesario para que las empresas dedicadas a la confección de forrajes conservados puedan debatir y llegar a conclusiones que permitan mejorar sus economías.

Año a año se incrementa el número de empresas que se asocian a la institución buscando un respaldo para su actividad. Reuniones zonales, charlas y congresos anuales favorecen el intercambio empresarial y enriquecen sustancialmente la visión que puede tener una empresa aislada, ya que, no existe otro ámbito en donde poder debatir problemas comunes de los contratistas forrajeros que no sea la CACF.

Además cumple, en conjunto con universidades y empresas privadas, un rol importante en la difusión de las correctas prácticas de manejo para obtener las mejores reservas forrajeras a través de ensayos y testeos de productos.

Actualmente la Institución cuenta con empresas asociadas de Argentina, Chile, Bolivia y Brasil, Paraguay y Uruguay.

La CACF cuenta con 2 equipos de tecnología NIR para determinar la calidad de forrajes, bandejas de Penn State, cámaras termografías, termómetros por infrarrojo, equipamiento para determinar la presencia de micotoxinas en los forrajes conservados, densímetros, y herramientas varias para la correcta toma de muestras. Todos estos instrumentos se utilizan para que los asociados puedan brindarle un servicio diferenciado a sus clientes.

La CACF forma parte de la mesa chica del Ministerio de Agroindustria de la Nación, en la coordinación del área de contratistas rurales, trabajando para todos los temas relacionados a los contratistas forrajeros. Se ha conseguido por ejemplo la representatividad de las asociaciones y también acciones puntuales como la modificación de la normativa de tránsito de maquinaria agrícola.

Todos los años se realizan viajes de capacitación al exterior para conocer la realidad de los contratistas en otros países, visitar las fábricas de las herramientas que se usan para la actividad, estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías del sector. Ya se han visitados países como Estados Unidos, Alemania, Bélgica, México, Francia, Nueva Zelanda y Australia.

Ternium

Acero es desarrollo.
Acero es Ternium.

En Ternium hacemos acero.
El acero que ves todos los días:
en la maquinaria agrícola,
en la industria automotriz,
en la construcción, electro-
domésticos, envases, etc.
El acero es 100% reciclable
y lo hacemos en nuestros
8 centros productivos
de Argentina bajo estándares
internacionales de calidad
y seguridad, orientando las
operaciones hacia un modelo
sustentable que fortalece
la industria y contribuye
al futuro del país.

WWW.TERNIUM.COM.AR @TERNIUMARG @TERNIUMARG

Cumberland Valley Analytical Services
Laboratory Services for Agriculture

teklab
MÁS PRECISIÓN, MEJOR NUTRICIÓN

Desde Teknal se ofrece un servicio de laboratorios propios especializados en análisis de materias primas y productos elaborados y otros destinados a la nutrición animal.



LABORATORIO MERCOLÁCTEA OFICIAL

NATIONAL FORAGE TESTING ASSOCIATION
Certified by NFTA
Excellence in Forage Testing

nutratek C4
INOCULANTE PARA SILOS

Nutratek C4 es un inoculante bacteriano de alta concentración desarrollado para mejorar el proceso fermentativo y retardar el deterioro aeróbico que ocurre al momento de la apertura del silo (calentamiento).

VENTAJAS

- Rápida disminución del pH y estabilización del material ensilado, reduciendo las pérdidas asociadas a la fermentación.
- Menor proliferación de microorganismos indeseables que reducen el valor nutritivo del material ensilado.
- Reduce el crecimiento de levaduras y hongos, responsables del calentamiento al momento de la apertura del silo (deterioro aeróbico).
- Mayor vida útil del silaje en el comedero.

FORMULACIÓN TEKNAL
Con el respaldo CHR. HANSEN
ÚNICA EN EL MERCADO



teknal | CONOCIMIENTO Y COMPROMISO. MÁS QUE NUTRICIÓN...

www.teknal.com.ar
0800-555-8356

3 Visi n sobre los forrajes conservados



1. Perspectivas de los forrajes conservados para la ganaderia del futuro

Hace 25 a os que en la rep blica Argentina se viene trabajando sostenidamente en la disciplina de conservaci n de forrajes, y el objetivo a lograr ha ido adapt ndose de acuerdo a la din mica del negocio de la ganader a, ya sea destinado a la producci n de carne o leche.

En un principio se trabajó sobre la posibilidad de contar con reservas forrajeras, para poder suplir los baches de demanda alimenticia (principalmente de volumen) que se presentaban en diferentes épocas y zonas productivas, pero en la medida que los métodos y tecnologías se fueron ajustando, se dio pasó al concepto de conservación de forrajes.

Si bien ambos conceptos parecen ser lo mismo, cabe señalar que en el primer caso (reservas), se ve implícita una falla en la estimación precisa de la demanda forrajera y cómo cubrirla, mientras que cuando se incorpora el concepto de forrajes conservados, es porque se asume un balance forrajero en donde se planifica la conservación de excedentes o bien la producción de cultivos, con el objetivo de poder incrementar la carga animal, balancear dietas y cubrir épocas de menor oferta forrajera.

De la misma manera que cambió el concepto, es importante destacar que también fue modificándose el escenario en donde se utilizan los forrajes conservados, pasando de la necesidad de un volumen útil (cantidad por defectos en la oferta forrajera) a calidad. Así como la necesidad de tener mayor cantidad de nutrientes, fácilmente disponibles





Figura: 3-1 *Confecci n de Forrajes Conservados de alta calidad para lograr el incremento de la productividad y rentabilidad de la actividad pecuaria.*

e incorporables a las dietas, estos nutrientes son los que determinan protocolos para la producción de forrajes conservados de alta calidad al menor costo.

Paralelamente, la actividad pecuaria (ganadería en general) fue luchando con la agricultura por el posicionamiento de rentabilidad de las diferentes opciones de negocios y por lo tanto de utilización de recursos como la tierra y el agua. Los mismos, hasta el momento se podían explorar y explotar en amplio crecimiento, mientras que en miras al futuro serán unos de los bienes escasos y súper valorados, por lo que existe una obligación de incremento en la eficiencia de su utilización.

En la actualidad tenemos varios puntos a analizar, con el objetivo de poder dilucidar cuál es el concepto preponderante al momento de la conservación de forrajes, los cuales detallaremos a continuación para facilitar el entendimiento de los conceptos o bien la toma de decisión al momento de definir el protocolo para la producción, conservación y utilización de los forrajes conservados que constituyan las dietas que permitan la producción de carne y leche con la mayor eficiencia.

Dentro de estos conceptos, hay dos fundamentales y que han sido definitorios al momento de la toma de decisión.

1. Disponibilidad de tierra.

2. Giro del negocio en el tiempo.

Disponibilidad de tierra

Si bien Sudamérica es una de las últimas regiones del mundo donde quedan tierras con aptitud agrícola ganadera casi sin explotación y con disponibilidad de agua (aúnque con menos disponibilidad en las tierras menos desarrolladas), es bien sabido que las mismas son cada vez más escasas aumentando en gran medida su demanda y por lo tanto el precio.

Esto marca una necesidad imperiosa de incremento de eficiencia en el uso de los recursos y es allí en donde la pregunta recurrente en el pasado sobre la conveniencia de lograr calidad o cantidad de forrajes, cruza algunas fronteras en cuanto a conceptos y merece un análisis más profundo.

En este sentido diremos que en la actualidad no solo alcanza con tener una amplia disponibilidad de recursos forrajeros, sino que los mismos deben ser producidos de tal manera que nunca afecten el consumo animal, principalmente por una cuestión de digestibilidad e ingestibilidad, o lo que sería lo mismo, que los alimentos sean fácilmente consumidos por los rodeos y que presenten un grado de digestibilidad que estimulen a su máximo potencial la producción, en cuanto a energía disponible (dada por la digestibilidad), además de su destino específico, sea proteína o energía.

Dicho en otras palabras, y a modo de ejemplo, podemos decir que si bien la confección de heno tiene como objetivo primordial lograr un elemento proteico, la digestibilidad de la fibra del heno producido colaborará en un mayor aporte de energía metabolizable a nivel ruminal, potenciando el uso de la proteína intrínseca del heno producido.

La fórmula ganar o ganar, debe ser la matriz de cálculo que se establezca desde ahora con miras al futuro en la toma de decisiones, al momento de confeccionar forrajes conservados de alta calidad.

Giro del negocio

De la misma manera que la mayoría de las actividades y /o negocios han ido adaptándose a los tiempos actuales, lo mismo ocurre con sus disciplinas o sub disciplinas como lo es la conservación de forrajes a la actividad ganadera.

Ya sea que se trate de la producción de carne o leche, la importancia del rápido giro de capital de la actividad es esencial para la evolución positiva del negocio de la ganadería. Por esta razón es que se debe poner especial énfasis en las "categorías improductivas" como son la categorizadas como recría, en donde solo se espera pasar a un estadio más avanzado de producción, para definir plazos y procesos productivos.

En una realidad productiva de ocupación de tierra con animales que necesitan desarrollo, sumado a la escasez de tierra productiva resulta mandatorio acortar los plazos de categorías "transitorias entre cría y engorde", pero que sí tendrán peso propio al final del ciclo en el caso que hayan sido desarrolladas con la mayor eficiencia.

Sumado a esto, las categorías en desarrollo tienen espacio ruminal reducido, por lo que se suele caer en el error de una sub alimentación, ya sea por escaso volumen ofrecido o bien por exceso de fibra en las dietas, en donde los animales se encuentran en límites de saciedad "física". Por su escaso desarrollo, el rumen limita el volumen de alimento que tienen capacidad de ingerir esa categoría de animales y por lo tanto la velocidad de producción o desarrollo se puede ver resentida.

Dicho esto, se deja establecida la necesidad de que para acelerar el proceso productivo y evitar la súper ocupación de tierras productivas con categorías menos productivas o rentables, es primordial mejorar las condiciones mediante las cuales los rodeos puedan consumir todo lo necesario sin ninguna limitante (física o fisiológica), de modo tal que expresen todo su potencial de producción (carne o leche) por unidad de superficie, en el menor tiempo posible.

Este aspecto es uno de los que mandará la toma de decisión en los protocolos, que se establecerán para la conservación de forrajes de alta calidad, ya que de cara al futuro ganadero, los forrajes conservados deberán cumplir con tres requisitos indispensables.

- **Ingestibilidad:** deberán ser alimentos que sean fácilmente consumibles y que la presencia de FDN (limitante del consumo) no sea un impedimento para la incorporación en las dietas, sin importar la categoría de animales a los que se suministre este alimento. Por esta razón los niveles de FDN deberían estar al menos por debajo del 45 % (con 40 % se logra el consumo de 3 % del peso vivo por animal y por día).
- **Digestibilidad:** Importante para asegurar lo que se denomina un buen "Turn Over Ruminal", o lo que es lo mismo, que el sustrato o alimento permanezca en el rumen el tiempo

necesario para que las bacterias trabajen a máxima eficiencia en el proceso metabólico, pero no más allá del tiempo óptimo (entre 21 y 24 hs) a los fines de asegurar que las bacterias trabajen siempre al 100 % de su capacidad y de esa manera asegurar el máximo potencial de producción.

- **Nutrientes:** de acuerdo a como se ha venido analizando en los últimos años, cada forraje tiene su preponderancia de nutriente (sea proteína, energía o fibra de calidad) y ese será el destino que debe darse al mismo de acuerdo a la necesidad de los rodeos.

Por lo antes expresado, se puede vislumbrar un nuevo concepto de los forrajes conservados, en donde no es solo necesario contar con ellos, sino que los mismos sean fácilmente ingeridos y digeridos, aportando el máximo potencial de producción debido a la cantidad de nutrientes contenidos en la masa del forraje producido.

2. Posicionamiento geogr fico diferenciado al momento de definir los protocolos de producci n

Analizando Centro y Sud América en general y si se quiere la Argentina en particular, nos encontramos en una de las regiones del mundo más privilegiadas, al momento de analizar un escenario productivo para la ganadería y los forrajes conservados.

Dado que estos últimos pueden ser reemplazados en la dietas por subproductos de la industria alimenticia o residuos de limpieza de "commodities" como los son el maíz, soja, girasol etc, sería de esperar que a futuro pudiésemos pensar en dietas que se provean de subproductos, más que de forrajes.

Para analizar objetivamente esta problemática, es importante tener en cuenta que la región ofrece una ventaja diferencial que radica en la disponibilidad de tierra, en muchos casos de escasa aptitud agrícola, pero que si responde de manera adecuada a los requerimientos para la producción pecuaria de forma sostenible y sustentable, como así también de forrajes conservados que siguiendo los protocolos correctos de confección serán de calidad.

Trabajando en el ordenamiento de las superficies disponibles, se le puede dar justo destino a las tierras productivas, ya sean para agricultura y/o ganadería

Como es sabido, si bien en algunos puntos de la cadena productiva se pueden y deben utilizar subproductos de la agricultura o agroindustria, la manera más eficiente y económica en general, de alimentar a los rumiantes es también con el suministro de forrajes que tengan una alta digestibilidad de fibra y nutrientes disueltos en la misma, por lo que siempre se debe considerar que lo principal en la cosecha de nutrientes ya no es el volumen de forraje producido, sino las toneladas de nutrientes disponibles para la producción de carne y/o leche.

Otra de las ventajas adicionales de la región, es la presencia de muchos días de luz y la ausencia de nieve, manejando un alto rango de posibilidades de diferentes tipos y sistemas de conservación de forrajes, pudiendo elegir la mejor opción en cada región agroclimática y cada escala del proceso productivo que se decida desarrollar, en los diferentes ambientes explotados.

Por último debemos analizar la provisión de agua. Si bien se habla mucho de exportación de alimentos, subproductos, commodities, especialities (como la carne producida netamente a pasto) etc, lo que nunca debe perderse de vista es que lo que hace posibles estas actividades, es la presencia de agua en mayor o menor medida en cada una de las zonas productivas.

Si se analiza en detalle este punto llegaremos a la conclusión de que estamos "trasladando cuotas de agua" sin las cuales la producción agropecuaria sería imposible, como así lo demuestran regiones del mundo como grandes superficies de África (para citar solo una), en donde el acceso a la tecnología y a protocolos productivos pueden ser accesibles, pero en donde las condiciones de suelo y clima (principalmente escasez de agua) no permiten un desarrollo sostenible y/o sustentable en el tiempo, con la tecnologías que se han desarrollado hasta el momento.

"La cuota de agua" es un concepto que no se debe olvidar al momento de la toma de decisión, en referencia a los forrajes conservados, y esto es una medida de responsabilidad social y productiva.

Cuando no respetamos los momentos óptimos de cosecha, los contenidos de humedad óptima, variedades más desarrolladas, índices de pérdidas, etc, estamos yendo en contra de los intereses generales de la actividad, fallando en los procesos y por lo tanto bajando los índices de eficiencia productiva.

Generalmente al ocurrir esto, podemos estar trasladando más agua de lo ideal (silajes con baja MS por ej.) o bien desaprovechando cuotas de agua y resignando proteína cuando no se respetan los momentos de corte a la hora de confeccionar heno de calidad (proteína más digestibilidad).

Al perder eficiencia siempre se incrementa el costo y sumado a ello se ocupa tierra (escasa y sobrevalorada), que de otro modo podría ser destino de otras actividades más rentables o eficientes.

2.1 ¿Por qu producir forrajes conservados (FFCC)?

Como se expresó anteriormente, los rumiantes presentan un rango de posibilidades sumamente amplio en las alternativas de alimentación. Al respecto, los residuos de la industria alimenticia y de la selección de granos son fuentes más que valiosas para la alimentación de rumiantes y estos materiales son utilizados como concentrados que potencian el desarrollo ganadero.

Pero lo que no se debe descuidar, son las ventajas comparativas en la actividad pecuaria, donde es posible la utilización de biomasa de bajo valor biológico (fibra del heno, tallo /caña del maíz), para la producción de proteína animal de altísimo valor alimenticio, como es la leche y la carne.

Por esta razón y aúnque el uso de granos para la producción pecuaria vaya en incremento debido a su gran practicidad, no se debe descartar los forrajes conservados por múltiples razones, las cuales se detallan a continuación.

- **Competencia:** dado que la industria de la alimentación y otras (cosméticos, automotriz, mascotas etc.) están en amplia expansión, y sin retroceso visible por la dinámica demográfica del mundo (ya vive mayor proporción de habitantes del mundo en las ciudades que en el campo), es sabido que estos negocios tienen mayor capacidad de compra de los commodities que se pueden utilizar para alimentación ganadera y por lo tanto son competidores cada vez más fuertes.
- **Estabilidad:** por esta razón, cada vez que se analice la alternativa de alimentar con subproductos o productos de la industria alimenticia, versus forrajes conservados, nunca debe dejar de analizarse la volatilidad de los precios en el tiempo, sabiendo que el giro de capital en la ganadería es más lento y muchas veces superan los tiempos de variabilidad de precio de los granos y subproductos. Otro de los factores a considerar es que siempre que se produzcan forrajes en el propio establecimiento, se estará asegurando un costo de alimentación estable y conocido en el tiempo, permitiendo seguir en el negocio con precios no tan favorables, además de producir a menor costo incrementando la rentabilidad esperada.
- **Capacidad de conversi n:** si se continúa con el análisis de eficiencia de uso de otras actividades agropecuarias, como la crianza de pollos, cerdos y/o pescados, el índice de conversión de alimentos en carne de estos, son mejores que la de los bovinos, por lo que siempre estarán dispuestos a pagar un precio mayor por mejor eficiencia, constituyéndose en competidores directos a la hora de usar recursos alimenticios compartidos, pero no pueden utilizar los forrajes conservados con la misma eficiencia con la que lo hacen los rumiantes.

2.2 ¿Qu clase de FFCC debemos producir?

A la hora de definir qué tipo de forrajes debemos producir o cuál debe ser el objetivo a alcanzar diremos que el forraje conservado ideal, es el que se confecciona en el propio establecimiento (siempre que las condiciones agroclimáticas lo permitan), con la mayor producción de MS de calidad posible, por unidad de superficie, y mirando siempre como principal objetivo, la obtención del recurso nutricional, base de cada uno de los forrajes que se trate.

De este concepto surge la necesidad de cosechar nutrientes por unidad de superficie, más que kg de forrajes, los cuales pueden dificultar su uso por exceso de fibra o falta de digestibilidad, mas allá de que haya categorías que a veces no soporten su uso (como es el caso de las recrías que deberían contar con alimentos de máxima digestibilidad por contar con volúmenes de rumen más reducido).

En este punto es donde nace el concepto de Fibra AVN (alto valor nutricional), en donde si bien se está produciendo un forraje voluminoso y fibroso, en esa fibra se hallan incluidos o diluidos los nutrientes necesarios para un correcto balance nutricional, de acuerdo a la categoría que se trate. Esto, en el momento actual donde se consolida el concepto de ajuste de dietas y sistemas de alimentación TMR (siglas en ingles de ración totalmente mezclada), trae una ventaja adicional en el uso del tiempo y los recursos.

Como mencionamos anteriormente, sabemos que en el camino hacia la obtención del producto deseado (FAVN), son muchos los factores que nos desvían de la calidad objetivo, entre los cuales se distinguen aquellos que son:

- Externos, inmanejables como por ej. el clima.
- Internos, a los sistemas muy propios de la actividad, donde existe una fuerte tendencia



Figura: 3-2 *Metodolog a de la Universidad Estatal de Pensilvania o Metodolog a Penn State como se la conoce, para cuantificar porcentualmente el tama o de las part culas en una raci n totalmente mezclada (TMR), seg n (Heinrichs and Kononoff, 2002)..*

a “auto perdonar y no asumir la responsabilidad” de errores de procesos al momento de la producción.

Esa es la razón por la cual buscamos implementar y estandarizar una metodología de trabajo, que nos libere de justificaciones y que nos propone ver la producción de forrajes conservados, observando en detalle el proceso productivo como la regla sin excepción al momento de tomar decisiones camino a la FAVN (Fibra de Alto Valor Nutricional) (Figura 3-3).

De esta manera y basándose en la filosofía de mejoramiento continuo y línea de producción industrial, se fueron tomando algunos conceptos que facilitan de manera estratégica y ordenada poder encontrar una metodología de trabajo programada, para organizar las acciones y compatibilizarlas, siempre en el camino de gestionar la calidad y la manera de producir la FAVN

Es absolutamente imprescindible encontrar la manera de gestionar la calidad de la fibra, ya que es un bien indiscutible que debemos producir en los sistemas ganaderos actuales y futuros, para que nos ayude a mantener la competitividad y generar un marco de sustentabilidad a las empresas. Esto permitará mantenernos en el negocio, generar puestos de trabajo, promover mano de obra específica, desarrollar la formación del capital humano en un ambiente de trabajo acorde a las necesidades de una actividad, que deberá ser cada vez especializada y con personal más capacitado. Sabemos que en el caso de los sistemas ganaderos se está haciendo muy dificultoso conseguir personal y más aún, que esté capacitado para enfrentar los desafíos que plantea la actividad a futuro.



Figura: 3-3 *Uso de Fibra de Alto Valor Nutricional en las TMR*

Las premisas básicas son las siguientes:

- Crear constancia: en el mejoramiento de obtención de la FAVN
- Adoptar una nueva filosofía de cooperación en la cual todos los integrantes del equipo se beneficien. También debemos demandar el mismo espíritu de nuestros prestadores de servicios y proveedores.
- Desistir de la dependencia en la inspección para lograr calidad, en lugar de tener sistemas de inspección se apunta a mejorar el proceso e incluir el objetivo de la calidad en el programa de alimentación y la producción de la FAVN desde el comienzo.
- Terminar con la práctica de comprar y contratar servicios a los más bajos precios, debemos mantener políticas comerciales procurando relaciones estables y confiables presentes y futuras, dando un marco de certeza y previsibilidad, que nos permitan minimizar el costo total en el largo plazo. Esto se traduce concretamente en buscar relaciones a largo plazo de lealtad y confianza.
- Mejorar constantemente y por siempre, los sistemas de producción y planeamiento de las actividades. Esto va a mejorar la calidad y la productividad, bajando los costos.
- Establecer programas de capacitación dentro de las empresas, para aumentar la eficiencia en el desarrollo de los trabajos.
- Establecer líderes, reconociendo sus diferentes habilidades, capacidades y aspiraciones.
- Eliminar el miedo y construir confianza, de esta manera todos los integrantes podrán trabajar más eficientemente.
- Borrar las barreras entre los distintos operarios o personas involucradas dentro de la fuerza de trabajo o equipo laboral, debemos construir un sistema de cooperación basado en el mutuo beneficio, que abarque todos los eslabones de la organización.
- Eliminar preconceptos, pidiendo cero defectos o nuevos niveles de productividad.
- Desechar barreras y elementos que privan a la gente de la alegría en su trabajo.
- Instituir un programa vigoroso de educación y progreso personal.
- Poner a todos en la empresa a trabajar en la misma sintonía y con el mismo objetivo para llevar a cabo la transformación del sistema, donde el proceso de la transformación es trabajo de todos. Es importante poder implementar una metodología de análisis y seguimiento de las acciones productivas, donde todos los integrantes del esquema participen en el logro del objetivo de calidad.

Para afianzar las ideas anteriores se hace necesario incorporar algunos conceptos y definiciones acerca de qué es la calidad y las normas de calidad.

La calidad, podemos decir que la definen los clientes, por lo tanto, puede surgir una definición basada en el producto, donde la misma pasa a ser una característica medible.

Como consecuencia de eso al poder cuantificarse a través de un atributo medible dentro de un producto, podemos decir que distintas calidades suponen distintas cantidades de atributos e ingredientes dentro del producto mismo y que por lo tanto será de mayor o menor calidad, de acuerdo al contenido del mencionado ingrediente o atributo.

Otro concepto est basado totalmente en el cliente, y podemos decir que determinado producto es de mayor calidad cuando cubre, de la mejor manera, los requerimientos y necesidades del cliente objetivo.

Cabe señalar que cuando se habla de clientes satisfechos, podemos mencionar que son nuestro rodeo, o bien la colonia de bacterias que viven en el rumen, las cuales “trabajarán” con diferentes niveles de eficiencia, dependiendo del forraje que se les suministre.





Figura: 3-4 *Correcta confecci n de silos en zonas altas y limpias, con buena pendiente*

Gesti n de la calidad, es una forma de trabajo estructurada, operativa, documentada e integrada a los procedimientos t cnicos y gerenciales, que permite guiar las acciones de los equipos de trabajo, maquinaria y equipamiento, registrando la informaci n de la organizaci n de manera pr ctica y coordinada, que asegure la satisfacci n del cliente y bajos costos para la calidad.

También podemos decir que son una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos, (recursos, procedimientos, documentos, estructura organizacional y estrategias), para lograr la obtención de la calidad en el producto FAVN, que se ofrece al cliente (rodeo). Es decir, planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en la satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización.

En los sistemas productivos ganaderos la gestión de calidad está orientada a la satisfacción del cliente, que de ello participa todo el personal involucrado en las tareas, y que se debe hacer foco en los procesos productivos.

Para eso es necesario disponer de una clara sistematización de la gestión de la empresa que debe llevar a una mejora continua y que las decisiones estén basadas fundamentalmente en hechos y registros de las acciones.

Por lo tanto en un diagrama o esquema de gestión de la calidad se debe planificar, hacer, verificar y corregir.

- **Planificar,** significa poder establecer los objetivos y procesos necesarios para llegar a la meta, conforme y de acuerdo con el resultado esperado. Al tomar como foco el resultado esperado, difiere de otras técnicas en las que el logro o la precisión de la especificación es también parte de la mejora.
- **Hacer,** es necesario poder implementar los nuevos procesos. Debe ser importante y posible también, aplicarlos a pequeña escala.
- **Verificar,** se debe practicar de manera constante y permanente pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, para poder volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, que permitan analizar y evaluar si se ha producido la mejora esperada.
- **Corregir,** los procesos según las conclusiones del paso anterior que permitan tomar las acciones para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales, si se han detectado errores en la etapa anterior y si fuese necesario aplicar nuevas mejoras.

Por lo tanto, la secuencia de acciones y los pasos que se dan están todos interrelacionados, conectados y potenciados unos con otros llevando a la mejora continua de los procesos y facilitando alcanzar la meta de FAVN.

Para implementar un proceso de gesti n de la calidad son necesarios al menos los cinco pasos siguientes:

- **Estrategias:** se debe definir un programa de objetivos y lineamientos a seguir para el logro de la calidad, todos alineados para concretarlo y consolidarlo.
- **Procesos:** se deben determinar, analizar e implementar actividades y procedimientos para el logro del producto, alineados siempre con el objetivo planteado.
- **Recursos:** definir asignaciones de personal, equipo y maquinarias necesarias, como así también los recursos económicos y financieros necesarios para la incorporación de los mismos.
- **Estructura organizacional:** es necesario definir una estructura de responsabilidades, compromiso, y flujo de la información.
- **Documentaci n y registro de las acciones y procesos:** es fundamental y necesario protocolizar y establecer de manera clara los procedimientos, formularios y registros necesarios, para la gestión eficiente de los procesos.

Analizando que el tiempo es un bien escaso a la hora de implementar procesos, podemos decir que si bien es factible incluir en las dietas la fibra por un lado y la proteína o energía por el otro, está de más expresar que cuando se incluye en un solo ingrediente proteína y fibra (como el caso del heno de calidad, objetivo primordial de la creación de las mega enfardadoras) o energía y fibra (en los silajes energéticos de más de 35 - 38 % de MS), se disminuyen los ingredientes manipulados logrando sinergia en la cadena por ahorro de tiempo, disminución de costos (traslado, combustible, almacenaje), inversiones más accesibles (disminuyendo los volúmenes necesarios para la mezcla de raciones, o disminuir los tiempos de preparación de raciones llegando a todos los rodeos de manera adecuada, en tiempo y forma.

Por lo expuesto, es importante destacar cuáles son los puntos a considerar al momento de producir fibra de alto valor nutricional, pensando siempre en el objetivo a lograr, a los fines de poder definir el concepto de un protocolo productivo independientemente del tipo de forraje que se trate.

- **Consumo de alimentos:** los forrajes producidos siempre deben permitir el máximo consumo por parte de los animales, sin importar la característica o categoría de dichos animales. Este concepto está asociado a la FDN, sabiendo que el consumo esperado de un alimento siempre será calculado como 120/(%FDN) como porcentaje del peso vivo de los animales.
- Por esta razón, los forrajes que posean **niveles de FDN superiores al 40 %, siempre estar n interfiriendo en la capacidad de consumo de los rodeos** y por lo tanto retardando los índices productivos por defecto, en el consumo de MS (MS).
- **Producci n:** de la misma manera que la ingesta de alimentos es una limitante productiva, también lo es la falta de digestibilidad, la cual está asociada a energía disponible en la dieta. Cuando tenemos altos niveles de FDA (Fibra Detergente Acida), los niveles de digestibilidad se verán resentidos y por lo tanto la energía disponible para producción, con lo cual forrajes con el mismo costo productivo serán más o menos eficientes, de acuerdo al cuidado puesto en el logro de bajos niveles de FDA que potenciarán la producción individual.
- **Costos de alimentaci n:** teniendo en cuenta que en líneas generales, la maquinaria "cobra en el campo por ha trabajada", debemos ser conscientes que cuando se producen forrajes en base a cultivos de alta producción de biomasa y nutrientes por ha, los costos por Mcal o por unidad alimenticia serán siempre inferiores, siendo las altas producciones por ha y el cuidado en el logro de nutrientes (protocolo de trabajo en confección) los puntos a observar en el cuidado del costo productivo por unidad de MS, en forma de forrajes conservados.
- **Estrategias de alimentaci n:** mediante la observación de la oportunidad de utilización de los diversos recursos forrajeros y el momento en el que expresen su mejor potencial de producción, se estará trabajando directamente en la eficiencia de uso de estos recursos y es por ello que su planificación de uso o destino, es lo que marcará el grado de eficiencia o rentabilidad total del negocio.
- **Rentabilidad:** tal como se expresó en el punto anterior, la rentabilidad estará asociada a factores como altos índices productivos, protocolos ajustados a la obtención de calidad (Fibra de Alto Valor Nutricional) FAVN, ventaja comparativa en el uso de forrajes de calidad con respecto a otra fuente de alimentación, eficiencia en el uso de la tierra y el agua, y una mejora continua en proceso de mejora en la alimentación mediante recursos forrajeros que no tienen competencia con otras actividades, como el heno y el silaje de calidad entre otros.

2.3 ¿Cu l es el camino hacia la consolidaci n de la calidad?

Si bien en los últimos años se incrementó en gran medida el ajuste en los sistemas de conservación de forrajes, muchas veces se vuelve atrás en los objetivos planteados o en la obtención de los mismos.

Esto puede deberse a múltiples causas, una de las razones más comunes es la "auto justificación" al momento de la implementación de procesos a seguir.

Dado que estamos trabajando con "organismos vivos" nos resulta más complicado mantener inalterables los límites de fallos.

Este problema no existe en los procesos industriales, en donde los fallos son milimétricos y la justificación se basa principalmente en los rangos de tolerancia de parámetros preestablecidos y consensuados, en las cadenas productivas.

Dado que en la actividad agropecuaria, los escenarios van cambiando constantemente (clima y suelo principalmente) es muy difícil poder fijar parámetros claros al respecto, pero no por ello resulta imposible establecer objetivos a lograr y si bien en algunos casos no se las permite copiar, **es importante mirar con detenimiento los conceptos de las normas ISO a los fines de ir ajustando cada vez m s la calidad de los forrajes,** necesarios para una ganadería de alta eficiencia, con costos ajustados y controlables.

2.4 Definici n de Norma ISO 9000

Es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación, como los métodos de auditoría. El ISO 9000 especifica la manera en que una organización opera sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio.

La razón por la cual se busca en los procesos industriales los parámetros para el camino hacia la calidad, radica en que el mismo está libre de sentimientos y justificaciones, dando reglas claras de que hacer en cada momento y ante determinadas condiciones, que si bien en el trabajo a campo no son estándares, sí se pueden repetir año a año.

Además, nos libera de preconceptos aprendidos con años, de repetir técnicas o metodologías, que cuando se analizan los recursos actuales y los que se desarrollan día a día, se ve que no se adaptan al potencial productivo presente y futuro

La maquinaria, la ganadería, el uso de la tierra, los mercados y las demandas, evolucionaron en gran medida en los últimos 20 años y los procesos productivos, sus técnicas y resultados obtenidos, siguen una evolución más lentamente hacia la calidad.

Por otra parte el proceso industrial, se basa en la autogestión y el control de calidad en cadena y ejercido por todos los actuantes.

Es fundamental saber y considerar que la gestión de la calidad y su metodología de trabajo permite tomar acciones y correcciones con anticipación, por lo tanto es una metodología que nos ayuda de manera muy concreta, en el caso de la producción de forrajes conservados, a ganar de manera sustancial tiempo y dinero bajando los costos

En la actualidad, si no poseemos un programa de gestión de la calidad, solo podemos y tenemos la oportunidad de juzgar el alimento obtenido una vez que se completaron todos los procesos y cuando realizamos el análisis de laboratorio del producto logrado y esto ocurre en el mejor de los casos si es que se realiza, mucho tiempo después de que han ocurrido todos los procesos que le dieron origen, y por lo tanto ya nada se puede hacer para modificar el resultado.

Lo que se propone es incorporar de manera fehaciente, práctica, fácil y rutinaria un programa de gestión de la calidad en los procesos de planificación forrajera, sistemas de alimentación, programación, confección, conservación y uso de los recursos forrajeros, siempre pensando en poder alcanzar la máxima satisfacción de nuestros clientes, entendiéndose por estos a los integrantes de los rodeos que se está alimentando.

Dicho de otra manera, cada uno de los eslabones de la cadena productiva, tiene la obligación de auto gestionar su desempeño y será el controlador de calidad del proceso anterior, con el objetivo de que en el desarrollo de las actividades productivas, nada quede librado al azar.

De esta manera cuando existe fatiga, desconocimiento o falla de cualquiera de los actuantes, siempre habrá un eslabón siguiente, un programa y metodología de trabajo que ejerza un aviso de alarma o llamado de atención, a los fines de que la falla no se siga agravando.

A modo de ejemplo, si bien esto puede resultar antipático, solamente con el aviso de que la calidad de los rollos que se están elaborando (aún con el proceso ajustado), la MS del silaje o el correspondiente partido de grano, no están dentro de los parámetros y rangos pre establecidos y aceptados en el protocolo de trabajo definido, se dispara el mecanismo para tomar las medidas correctivas y que en el nivel correspondiente se pueden resolver a tiempo.

Y en el caso de que el aviso no llegara a tiempo y la falla en la calidad deseada exista, se deberán capitalizar los errores y podrán tomar medidas más ajustadas para la campaña venidera tendientes a la estandarización de la calidad, con miras a lograr la máxima satisfacción de nuestros clientes y por lo tanto, la mejor performance productiva de nuestro rodeo.

Cuando analizamos y definimos los estándares de calidad de manera separada, encontramos que los mismos siempre deben apuntar a la satisfacción del cliente, **por lo cual debemos definir:**

- Quiénes son nuestros clientes.
- Qué necesidades y requerimientos tienen.
- Cuál es nuestro objetivo.

Basados en las premisas anteriores decimos que nuestro cliente, o el destinatario del forraje producido en el establecimiento es la micloflora y microfaúna ruminal, que habita en el rumen de los animales de nuestros rodeos y es en definitiva quien, con su funcionamiento, va a determinar la performance animal, en cuanto a niveles de producción alcanzados, actuando en consecuencia y como respuesta a la cantidad y calidad de la fibra que somos capaces de entregar en el forraje suministrado cada día.

Lo que se debe tener en cuenta es que este cliente, es sumamente exigente, sensible a las modificaciones de calidad y que lo debemos satisfacer, día a día, a los fines de que el mismo esté constantemente satisfecho.

En general podemos decir que los animales necesitan consumir gramos de nutrientes por día, (energía, proteína, vitaminas, minerales, etc.) acordes al momento productivo y estado fisiológico que se encuentren.

De esto surge que de acuerdo a cada categoría es necesario disponer de los ingredientes y nutrientes adecuados, y de esa manera desarrollar estrategias y programas de alimentación acordes a cada etapa productiva, por lo tanto afirmamos que nuestros clientes necesitan dietas de calidad y que además, deben ser constantes y poco variables respecto de sus nutrientes a lo largo del año.

Lograr la producción de FAVN, debe ser un objetivo irrenunciable e innegociable de todas las empresas ganaderas, de los forrajes conservados incrementan de manera sensible su participación en las dietas desde hace bastante tiempo y continúan en permanente crecimiento.

Es ineludible, estratégico y fundamental que explotemos la capacidad de utilizar fibra que disponen los rumiantes, tanto para generar energía, como proteína bacteriana a través de los procesos fermentativos.

No quedan (ni tenemos que permitirnos) excusas que justifiquen los malos procesos, en la producción de forrajes conservados y su posterior utilización en los programas de alimentación. Debemos capturar la mayor cantidad de forraje y nutrientes posibles, generando una FAVN y que además tenga la menor cantidad de variaciones en los atributos e ingredientes buscados.





Figura: 3-5 *Debemos conocer bien a nuestros rodeos clientes y sus necesidades.*

La FAVN, ofrece además la oportunidad de ser producida y controlada en el propio establecimiento, generando una situación de menor vulnerabilidad al impacto de los factores externos y al clima; es un fenomenal recurso que ayuda y permite hacer sistemas más estables y sustentables a lo largo del tiempo.

Analizando el concepto mercantilista de satisfacción, vemos la siguiente fórmula:

- **Satisfacci n = producto recibido – expectativa sobre el producto.**

Esto significa, que en la medida que avanzamos, por ejemplo sobre la genética de nuestros rodeos, indefectiblemente las expectativas de producción y las demandas del rodeo serán cada vez mayores, y serán necesarios altos consumos de un producto de alta calidad.

Esto nos obliga a producirlos a bajo costo y que a la vez, nos den la posibilidad de incluirlos en grandes proporciones en el rumen, a los fines de que nuestros clientes estén satisfechos día a día y hora a hora.

Lo más importante de este concepto, es que si bien en la mayoría de las empresas existe una línea de mando, sin la cual el orden y el funcionamiento de las mismas serían complicados, todos los involucrados son responsables, en parte (y en un todo) de la gestión de la calidad o de la FAVN.

Cada operario, en su puesto de trabajo, con la actividad, acciones que ejecuta y desarrolla en el día a día, se encuentra involucrado y es protagonista fundamental en el proceso de producción y de gestión de la calidad.

A primera vista puede verse que estos conceptos provocan la idea de alta competencia, en los roles, lugares y puestos de trabajo, pero lejos de eso está en la habilidad de los mandos medios y superiores, adaptar la tecnología, transferirla explicar los procesos, generar programas de capacitación y acciones, además de incentivar la participación en la gestión y promover la crítica y los aportes de ideas para que sea un proceso continuo, en miras a la obtención de la mayor calidad posible dentro del establecimiento.

Vale destacar, que además de la falta de resultados contundentes que se ve en este aspecto en la realidad, argentina y/o regional, aplicando un proceso ordenado metodológico y documentado, se libera a los actuantes de un compromiso personal al que indefectiblemente nos lleva el trabajo compartido dentro de los sistemas productivos, y

nos obliga a ser parte de un todo compartiendo el objetivo final que es la FAVN.

Además facilita la posibilidad de aplicar la impronta particular de la autogestión y la participación activa de cada uno en la gestión de la calidad, con un fuerte aporte, participación responsable y compromiso en la parte del proceso en el que a cada uno se involucre.

Dentro de la cadena de auto justificaciones a la que estamos tentados a caer en nuestras acciones diarias, es la resistencia a la toma de decisiones de fondo que nos sacan de nuestra área de conocimiento y nuestro sitio de confort, el cual además algunas veces nos lleva a descartar tecnología que juzgamos como innecesaria, muy compleja o inaccesible a nuestra empresa, sin ponerla a consideración de todas las partes involucradas. De esa manera se producen postergaciones en la incorporación de conceptos, tecnología y metodología de trabajo que nos ayudarían a mejorar la eficiencia en el desarrollo de la actividad diaria mejorando los resultados de cada empresa.

La justificación es sencilla, falta de un horizonte previsible, falta de personal capacitado, falta de estructura, etc.

Siempre se debe tener en cuenta que los procesos ajustados y estandarizados, van a simplificar en el mediano y largo plazo la cadena productiva aliviando la carga laboral y emocional de los involucrados.

Quizás el mayor desafío será la auto calificación para saber en qué nivel productivo, empresarial u organizacional nos encontramos, para que de manera exhaustivamente se pueda evaluar qué nivel de compromiso personal tenemos con la empresa respecto de la función que debemos cumplir dentro de ella.

Cuando analizamos un lote para cualquier actividad productiva, algunas veces lo "tildamos" de marginal, y esto puede verse como una limitante productiva o como que tiene un amplio "margen" de maniobra o trabajo, a los fines de incrementar el techo productivo.

En los últimos años se ha ido desarrollando y aplicando tecnologías que quiebran paradigmas que antes no imaginábamos.

Si por citar solo un ejemplo hablamos de variedades de alfalfa (*Medicago Sativa sp*., forrajera por excelencia en las zonas donde el ambiente permite su desarrollo) resistente a suelos salinos o resistente a glifosato y con baja lignina, sin duda debemos pensar que los protocolos o sistemas de conservación podrán y deberán tener ajustes que permitan potenciar estas características.

Por esta razón es que debemos estar abiertos al cambio, a la mejora y ajuste continuo de la tecnología y procesos, ya que los límites tecnológicos se corren día a día y debemos estar preparados y capacitados para seguirlos en pos de una mayor eficiencia y responsabilidad productiva.





4 Henificaci n



1. Henificaci n

La henificaci n es un m todo de conservaci n de forraje seco, que se produce por una r pida evaporaci n del agua contenida en los tejidos de la planta, hasta niveles inferiores al 20 % de humedad. De esta forma los procesos respiratorios se inhiben y se evitan los riesgos de calentamiento del forraje, tratando de mantener su calidad durante el per odo de almacenaje, donde la humedad se estabiliza alrededor del 15 %, siempre y cuando no vuelva a tomar contacto con la humedad.

El heno es la fuente de fibra "clave" para la producción ganadera, ya que permite equilibrar las dietas en base a pastos frescos, dietas húmedas en base a ensilajes o raciones con elevados niveles de concentrados. Además en estas dietas posibilita lograr mejores texturas y palatabilidad, a la vez que provee la fibra efectiva necesaria para un correcto funcionamiento ruminal. Si bien es sabido que la fibra es necesaria para el correcto "funcionamiento físico" del rumen, debe poseer una calidad que no limite el consumo, dado que la fibra de mala calidad con altos valores de celulosa, hemicelulosa y lignina limitan la "ingesta o incorporación de otros nutrientes. Es por esto que al momento de producir rollos y fardos deben tomarse todos los recaudos para producir un heno de calidad, procurando conservar la hoja que es la fuente de nutrientes que convierte al heno de alfalfa en un insumo de fibra larga, con alto valor proteico esencial para balancear dietas".

Si bien los henos son un recurso muy común en el país, en general la calidad promedio es muy baja, relativa a su potencial nutricional (Tabla 4-1). Otro punto importante que delata este problema es la comercialización, que normalmente se realiza por

Tabla 4-1 *Calidad de Heno Alfalfa, promedio de los productores. Objetivo para mejorar y valores de los mejores henos del pa s.*

	Calidad(1) Promedio	Calidad(2) Objetivo	1° premio(3) Concurso Nacional Mercolactea
%MS	85	88 -90	88
% PB	16	18 – 22	18
% FDN	56	40 – 47	45
% FDA	44	32 – 36	34
% DIVMS	58	+ 62	63
EM (M cal/Kg MS)	1,97	2,46	2,52

(1)Laboratorio INTA EEA Rafaela; an lisis 1999 a 2013, (2) Heno de alfalfa bot n floral a 25 % floraci n, andana poco expuesta a inclemencias clim ticas. (3)Promedio de concurso (2005 a 2013)

volumen, en lugar de calidad, lo que indudablemente tampoco contribuye a la sustancial mejora de los henos de alfalfa.

En la actualidad, al ser incluido como parte de la ración que se prepara dentro de los acoplados mixer, se revalorizó como un ingrediente que además es fuente de proteína de alta calidad.

Al henificar la alfalfa con abundante hoja, se transforma en un insumo de alto valor proteico y alta digestibilidad, disminuyendo las cantidades de suplementos proteicos y energéticos que se necesitan aportar con otros alimentos, más costosos al momento de elaborar las raciones.

Es muy importante destacar que llevando a cabo mejoras en el proceso de producción de heno es posible cosechar, al mismo costo, mayor cantidad de nutrientes, sustituyendo a partir de esta mejora en la calidad del heno logrado, una cantidad de suplementos energéticos y proteicos que se compran tranqueras afuera, como lo son los granos de maíz y el expeller de soja, que permite lograr una importante reducción del costo de alimentación.

Debe quedar claro que la elaboración de un rollo de excelente calidad y un rollo de mala calidad poseen el mismo costo operativo, lo mismo ocurre con los megafardos, dado que para ambos casos hay que realizar las mismas operaciones de corte de la pastura de alfalfa, rastrillado y luego enrollado o enfardado, para finalmente realizar su estivado.

Cuando suministramos a nuestros animales heno de baja calidad, solo les estamos brindando fibra, pero cuando suministramos henos de alta calidad, estamos brindando en el mismo alimento fibra, proteína y energía, y todo con el mismo costo de confección.

En base a estos conceptos, puede afirmarse que al confeccionar henos con un proceso mejorado, cuidando disminuir las pérdidas de hojas en cada momento, se obtiene un material de alta calidad con valores de proteína bruta (%PB) superiores al 20 % y con niveles de energía metabolizable de 2,1 Mega calorías por kilogramo de MS (Mcal EM/ kgMS).

Esto no es lo que ocurre habitualmente en nuestro país, donde es común que se cometan números errores y descuidos al momento de elaborar el heno, con una calidad promedio muy baja que según datos de los Laboratorios de Forrajes de INTA Rafaela e INTA Manfredi, poseen una concentración proteica de 13 % PB y de 1,41 Mcal EM/kgMS.

Para graficar esta situación, podemos tomar el ejemplo del tambo medio que tenemos en Argentina de 157 vacas en ordeñe. Suponiendo que este rodeo consuma en sus dietas al menos un 13 % de heno, demanda a lo largo del año 171.342 Kg de este forraje.

Si ésta demanda se cubre con heno de calidad (en vez de heno de baja calidad), se está utilizando un alimento que a lo largo del año aporta 11.994 Kg PB y 118.226 Mcal EM/ kgMS extras, lo que nos permiten reducir la necesidad de suplementos proteicos y energéticos, ahorrando por ejemplo 25.519 kg de grano de maíz y 93.726 kg de expeller de soja, al año.

Si bien los procesos de producción en la confección del heno son de vital importancia, la calidad potencial del mismo estará determinadas, por la pastura que le de origen.

El correcto manejo, desde que se inicia la confección del heno, hasta que se lo suministra a los animales, ayuda a minimizar las pérdidas y debe ser un proceso regulable y con reglas claras a la hora de la toma de decisiones en miras a lograr un forraje con alto contenido proteico (principalmente) y energético, con muy buena capacidad de ser consumido (bajo en FDN) y una alta digestibilidad (baja FDA), para maximizar el consumo y la productividad.

La calidad del forraje conservado en forma de heno, nunca ser superior al material que le dio origen, la cual, mediante la aplicaci n de tecnolog as y procesos, deber a sufrir la menor cantidad de p rdidas, tanto f sica como de valor nutricional.

Por esta razón es imprescindible partir de una pastura de calidad, para lo cual antes de decidir el destino del forraje, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Composición de las pasturas
- Presencia de malezas en el lote
- Sanidad
- Densidad de plantas
- Estadio fenológico de las pasturas al momento del corte
- Estructura de la planta
- Elección de los lotes

1.1 Composici n de las pasturas

En el caso que la pastura esté integrada por varias especies, la calidad estará asociada a las propiedades de cada uno de sus componentes.

El primer dato a evaluar es la proporción de cada una de las especies participantes, teniendo en cuenta no solo la cobertura (superficie), sino también la disponibilidad (volumen de pasto) que ofrece cada una de las especies integrantes de dicha pastura.

Para lograr la mayor cantidad de MS de alta calidad, se debe priorizar al decidir el momento de corte, las especies predominantes. Por ejemplo, si se cuenta con una pastura compuesta por un 80 % de alfalfa y 20 % de rye grass, se deberá cortar cuando la leguminosa esté en su momento óptimo (prefloración, como se detallará mas adelante).

Otro punto a tener en cuenta es el momento de inicio de confección del heno (al 20 % de humedad o menos), ya que se debe "esperar" a la especie que demore más tiempo en secarse, para evitar el riesgo de enmohecimiento y/o calentamiento de los henos confeccionados.

Por esta razón y teniendo en cuenta que la toma de decisión es crucial para el logro de calidad, cuando se trabaja con la confección de heno en lotes específicos (no con la henificación de excedentes), siempre es más conveniente, destinar especies puras para facilitar la toma de decisiones con miras a la mayor calidad posible de forraje.

1.2 Malezas

Resulta de suma importancia controlar la presencia de malezas en los lotes destinados a la confección de heno, debido a que éstas disminuyen los rendimientos (kg MS/ha) y la longevidad de las pasturas, ya que compiten por agua, luz y nutrientes, además de dificultar los diferentes laboreos y provocar una fuerte caída en la calidad del heno confeccionado, limitando los potenciales productivos y elevando los costos.

Durante el secado, las malezas agregan humedad a las andanas, demoran el proceso de recolección y disminuyen la calidad del forraje debido a su escasa digestibilidad y baja palatabilidad.

Por cada kilogramo de maleza presente en un lote, se pierde por lo menos un kilogramo de forraje de alta calidad y con alto potencial de producción. Es muy importante controlar las malezas en tiempo y forma, ya que es uno de los principales causales de baja calidad de los henos.

Teniendo en cuenta que en la actualidad se utilizan altas cantidades de heno para categorías de recría, las que siempre tienen "falta de disponibilidad de espacio ruminal", debemos considerar que las malezas aportan un nivel de fibra, que en algunos casos podrían hacer peligrar el aporte proteico que necesitan las categorías a alimentar.

Las malezas o especies indeseadas, si bien aportan volumen y pueden solucionar un problema de disponibilidad de forrajes, siempre serán una limitante en el espacio ruminal y en el aporte de nutrientes específicos.

1.3 Sanidad

Se debe tener en cuenta que las enfermedades y plagas afectan principalmente a la superficie foliar, disminuyendo la capacidad fotosintética de las plantas, la persistencia de las pasturas, la velocidad de rebrote y por consiguiente la productividad por ha.

La importancia de cuidar las hojas, radica en que en ellas se encuentra entre el 60 % y el 70 % de los nutrientes y que es la parte de la planta de mayor digestibilidad.

Cuando se produce caída de hojas durante el proceso, el valor nutritivo del forraje disminuye en un porcentaje mucho más elevado que el de la pérdida de MS, por el aumento en el porcentaje de fibra, lo cual disminuye no solo la digestibilidad del forraje sino también el consumo del mismo.

Para henos de buena y mala calidad, el costo de confección es el mismo, por lo tanto siempre resultará más económico lograr un kilo de MS digestible a partir de forrajes de alta calidad.

1.4 Densidad de plantas

El lote que se destine a corte debe presentar un excelente stand de plantas para elevar la capacidad de trabajo y facilitar la amortización de los equipos, debido a la elevada cantidad de MS de alta calidad en forma de heno que se obtendrá por ha.

Se debe tener siempre en cuenta cuanto mayor sea el volumen de pasto por ha, menor va ser el impacto que tiene el costo de la maquinaria, razón por la cual, a mayor población de plantas, mayor producción de MS, menor costo del heno producido (Tabla 4-2).

Si bien esta relación de costos se da en todas las especies que se destinan a henificación, sabiendo que la alfalfa es la especie que mejor se adapta a esta técnica por su calidad nutricional, diremos que la obtención de lotes densos y limpios es fundamental para el correcto manejo de los costos productivos.

Para tal efecto siempre se debe trabajar con altas densidades de siembra, aproximadamente 18 kg/ha de semilla pelleteada, a los fines de lograr unas 250 plantas por m² a los 120 días de siembra.

Considerando que no hay una gran variedad de opciones de siembra de alfalfa con buena distribución de semillas (la mayoría trabajan como mínimo a 17 cm entre surcos), es que muchas veces se cae en el error de disminuir densidad para evitar el efecto de auto raleo (Figura 4-1).

Este auto raleo ocurre cuando las semillas tienen una alta densidad en la línea de siembra que es lo que se debe evitar, para lo cual se puede apelar a diferentes métodos.

- **Siembra al voleo:** actualmente ya hay sembradoras con sistemas de dosificación neumático sobre placas de distribución. Esta modalidad de siembra tiene la limitante de estar recomendada para zonas húmedas o subhúmedas y exige la remoción del suelo rompiendo el efecto beneficioso de la siembra directa.



Figura 4-1 *Condici n t pica de siembra de alfalfa con mucho espacio vac o entre l neas y alta poblaci n de plantas en el surco, lo que potencia el efecto de auto raleo*

- **Siembras cruzadas:** se deben dividir los kg totales a sembrar en dos pasadas de la sembradora con un ángulo de 30 de cruce, teniendo en cuenta que en la segunda pasada las ruedas tapadoras no ejerzan presión en suelo, a los fines de que no entierren las semillas y que se logre una uniformidad de emergencia lo más homogénea posible (Figura 4-2).
- **Siembra con asistencia satelital RTK:** con el advenimiento e incorporación de los pilotos automáticos, que trabajan con señal correctora RTK (2,5 cm de error) en las operaciones de siembra, actualmente es posible hacer una primera pasada, con densidad de 8 kg y con una máquina distanciada a 17 cm y luego hacer una segunda pasada, con la misma densidad de 8 kg, pero corriendo la sembradora 8,5 cm (espacio entre surcos). Este tipo de intersiembras es posible hacerlo con un tractor equipado con piloto automático, que trabaje con una señal correctora de alta precisión.

Con estas modalidades se logra una densidad alta de semillas con mejor distribución en el espacio sin sufrir los efectos de auto raleo por excesivo "amontonamiento" de semillas.

Un tema no menor en todas las siembras de alfalfa, es la profundidad de siembra para alcanzar una correcta y pareja emergencia, por esta razón no deben superarse las profundidades entre 0,5 y 1,3 cm (o sea siembra sub superficial), para lograr una emergencia rápida y homogénea.

Tabla 4-2 *Costo del kilogramo de prote na producido en forma de heno de alfalfa, en funci n de diferentes densidades de plantas y contenido de prote na del material henificado*

12.500 Kg MV/ha	% PB	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%	21%	22%	23%
	$ Kg PB	$ 6,47	$ 6,01	$ 5,61	$ 5,26	$ 4,95	$ 4,67	$ 4,43	$ 4,21	$ 4,01	$ 3,82	$ 3,66
15.500 Kg MV/ha	% PB	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%	21%	22%	23%
	$ Kg PB	$ 5,29	$ 4,91	$ 4,58	$ 4,30	$ 4,05	$ 3,82	$ 3,62	$ 3,44	$ 3,27	$ 3,13	$ 2,99
18.000 Kg MV/ha	% PB	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%	21%	22%	23%
	$ Kg PB	$ 4,49	$ 4,17	$ 3,89	$ 3,65	$ 3,43	$ 3,24	$ 3,07	$ 2,92	$ 2,78	$ 2,65	$ 2,54



Figura 4-2 *Lote de alfalfa sembrada al cruce con alta densidad reduciendo la competencia interespec fica y el auto raleo.*

Otro punto a considerar, en cuanto a la siembra, es el grupo elegido. Cuando hablamos de sistemas de conservación de forrajes y más aún cuando dependemos de condiciones climáticas para el éxito del proceso (como es la producción de heno), deberíamos contar con variedades o grupos que ofrezcan la mayor cantidad de volumen de forraje, en el momento de mejores condiciones para la producción de forrajes.

Los grupos cortos concentran la producción de biomasa, en las épocas de mayor temperatura, y esto trae aparejadas dos ventajas fundamentales:.

- En primer lugar, se concentrará la producción en la época del año en donde es más fácil secar el forraje, y por esta razón contaremos con mayor cantidad de heno producido en condiciones óptimas, mejorando su calidad total.
- Por otro lado, los costos de producción por kilogramo de MS se diluyen cuando la producción de forrajes está concentrada en una época del año.

El último punto a considerar es el cultivo antecesor a la siembra, teniendo en cuenta que se deben elegir lotes cuyos cultivos preferentemente no tengan un rastrojo voluminoso, como por ejemplo el maíz de cosecha. Las mejores alternativas son aquellas que a su vez desocupan temprano el lote, permitiendo hacer un barbecho previo a la siembra de alfalfa. Se destacan los silajes, ya sea de maíz de siembra temprana o sorgo, o cultivos como la moha de Hungría.

Esto se debe a que como la semilla de pastura y particularmente la de alfalfa, tiene un tamaño reducido; los saltos del tren de siembra y las imperfecciones del terreno podrían hacer que la semilla que a futuro debe dar origen a una nueva planta, se aloje en lugares que impidan la germinación con la consiguiente pérdida de volumen de pasturas y forrajes e incremento de los costos totales.

1.5 Estadio fenol gico de la pastura

El estadio fenológico es cada una de las etapas por las que atraviesa la planta a lo largo de su vida. El momento óptimo de corte y confección de heno, depende exclusivamente de cada cultivo y no es común a todas las especies.

En términos generales si se pretende lograr **mayor calidad de heno**, se debe cosechar el pasto en un **estadio fenol gico anticipado,** mientras que si el objetivo es obtener **cantidad**, el corte podrá realizarse en un **estado de madurez m s avanzado.**

En la medida que avanza el tiempo de supervivencia de la pastura en el lote y pasada la floración, aumenta el porcentaje de tallos, con la consiguiente disminución de la digestibilidad y baja del porcentaje de hojas con la caída de nutrientes y nivel proteico de los forrajes producidos con ese material. En la figura 4-3 se observan las diferencias de calidad de las distintas porciones de la planta. Los momentos de corte específicos para cada pastura serán detallados más adelante.

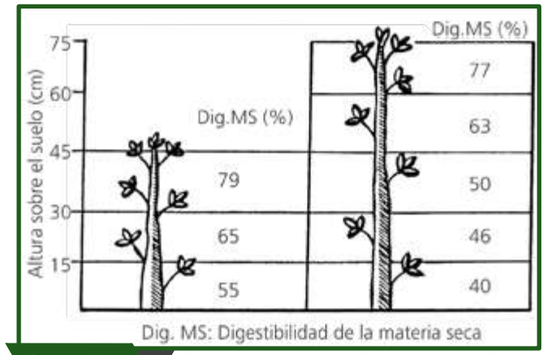


Figura 4-3 *Digestibilidad de la MS de diferentes fracciones de los tallos de alfalfa inmadura y madura.*

1.5.1 Estructura de la planta

Es sabido que la planta está constituida básicamente por tallos y hojas, a medida que avanza en su madurez, aumenta la proporción de tallos y disminuye la de hojas, en detrimento de la digestibilidad, del consumo y por consiguiente del valor nutritivo del forraje. Por tal motivo se destaca el papel fundamental de las hojas, ya que son la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química, a lo largo del tiempo.

Para evaluar con qué intensidad la relación hoja/tallo modifica la calidad, se deben recordar dos principios básicos, que determinan las causas por las que conviene conservar las hojas y no los tallos:

- La calidad de las hojas es mayor que la de los tallos.
- Las hojas mantienen la calidad por más tiempo que los tallos (Figura 4-4).
- El heno se debe entender como un suplemento proteico, y la proteína se halla en gran medida en las hojas.

Haciendo mención a diversas características perseguidas por los genetistas, destacaremos las más buscadas para la producción de heno. Plantas con tallos finos, para poder tener mayor influencia de las hojas en la MS total aportada, bajando el nivel de fibra, incrementando digestibilidad de MS y

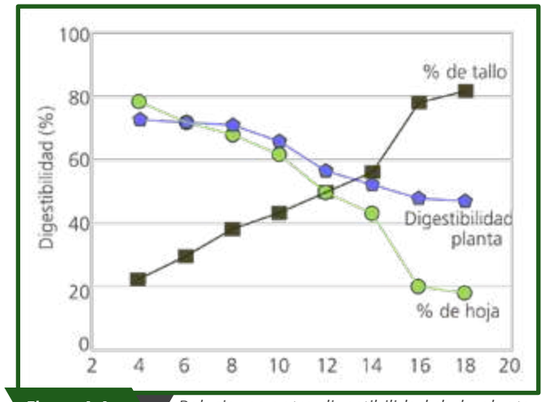


Figura 4-4 *Relaciones entre digestibilidad de la planta entera de alfalfa y la relaci n hoja/tallo. (Christian, Jones y Freer. 1970)*

consumo (relacionado a la FDN) y un mayor contenido proteico.

Contar con una mayor cantidad de hojas tiene además un efecto beneficioso en el secado del forraje, ya que especies con altas proporciones de tallos demoran más tiempo para eliminar el remanente de humedad y llegar al contenido de humedad adecuado, para la elaboración de un buen heno.

Otra de las características buscadas es que las coronas se hallen alojadas subsuperficialmente para evitar o disminuir el daño mecánico de las cortadoras o segadoras, reduciendo considerablemente la muerte o pérdida de plantas y retrasando la invasión de malezas.

1.5.2 Elecci n de los lotes

Todos los conceptos que se vienen manejando deberían poder conjugarse en este último punto, que es el que ayuda a tomar la decisión de cuáles serán los lotes destinados a conservación.

Teniendo en cuenta los lotes disponibles, es lógico pensar que se destinen a conservar, los lotes que se encuentran en su momento óptimo de corte (el cual detallaremos en punto siguiente), los que tienen un alto stand de plantas posibilitando mejorar el rendimiento y amortización de la maquinaria, que tengan un suelo bien preparado que faciliten el tránsito y bajen el riesgo de daños a los equipos y de ser posible que no hayan sido pastoreados. Este último punto tiene varias justificaciones que se detallarán a continuación.

Como primera medida es necesario hacer un correcto balance forrajero para determinar cuáles serán los lotes que se destinen a pastoreo directo, sin tener épocas de escasez de forraje que vayan

en contra de la alta productividad y estabilidad que demanda el sector.

Pensando en la importancia de una correcta implantación de pasturas, es mas aconsejable de realizarla en otoño; en la primavera siguiente no sería bueno pastorearla por falta de desarrollo de su sistema radicular, corriendo el riesgo de un alto porcentaje de arrancado de plantas, además de modificar mucho las condiciones de piso por pisoteo en días de lluvia, lo que puede afectar el posterior desempeño de la maquinaria y la productividad de la pastura.

Siempre se aconseja destinar a la confección de forrajes conservados, los lotes recién implantados, con piso aún no estabilizado y que tienen un alto stand de plantas que mejoren las condiciones de trabajo y costo de la maquinaria utilizada.

1.5.3 Proceso de henificaci n

El proceso de producción de heno está compuesto por tres etapas u operaciones bien determinadas que son:

- Corte y andanado.
- Inversión y juntado de andanas (engavillado).
- Proceso de henificación (confección de los rollos, fardos o megafardos).

Es fundamental realizar cada una de estas etapas en el momento oportuno, con las exigencias puntuales que requiere cada uno de estos procesos, de forma tal que se reduzcan al máximo las pérdidas con el objetivo de lograr la mayor calidad posible del heno obtenido. Es fundamental cosechar la pastura en el momento y modo indicados en las recomendaciones siguientes.

Corte

El corte es la primera labor mecánica a realizar antes de la confección de los forrajes conservados y existe un conjunto de medidas que deben considerarse, ya que a partir de ese momento, la pérdida de calidad del forraje es inevitable y debe ser disminuida a su mínima expresión, para asegurar el éxito en la obtención de calidad en el heno confeccionado.

Los puntos a tener en cuenta son:

- Momento de corte.
- Altura de corte.
- Ancho de corte.
- Horario de corte.
- Cantidad de forraje a cortar.
- Sistemas de corte.

Momento de corte

Como se dijo anteriormente, a medida que la planta madura hacia estadios fenológicos más avanzados, crece la proporción de tallos y disminuye la de las hojas. Por ello se debe cortar el cultivo, en un estadio fenológico que nos permita obtener una cantidad importante de MS, con alto valor nutritivo.

Se debe destacar que solo en algunas especies como la avena es conveniente retrasar el momento de corte, por la gran cantidad de energía que ofrece a través del grano (almidón de rápida asimilación a nivel ruminal), sumando digestibilidad a la masa total de forraje producido.

Pero esta especie representa una excepción, y es por ello que se debe tener especial cuidado en no retrasar el momento de corte de las especies que se destinen a forraje conservado, como suplemento proteico de la dieta.

Uno de los efectos mas marcados en el retraso del momento de corte es el incremento del porcentaje de fibra de los forrajes con la disminución del consumo de la MS y de la digestibilidad del forraje consumido. Esto conduce a la pérdida de productividad de los sistemas productivos y a tener dificultades en la amortización de los sistemas de conservación de forrajes, como producto de ineficiencia en la toma de decisiones respecto del momento de cortar el forraje, que será la materia prima para producir dichos forrajes.

Un caso típico de esto lo presentan las producciones en zonas tropicales, en donde la explosión de producción de forraje de las pasturas que se desarrollan en dichas zonas es muy alta y a veces difícil de controlar con el corte.

Es por ello que resulta fundamental tener un esquema definido de cuáles serán los lotes que se destinarán a corte para evitar pérdidas productivas por falta de correcto planeamiento.

Es fundamental poder transferir calidad de forraje en el tiempo, para que los establecimientos tengan potenciales de producción similares en diferentes épocas del año (ya sean de escasez o abundancia de pasturas), a los fines de amortizar el recurso mas caro y escaso que es la tierra.

Por ello hay que tener muy en claro que la transferencia de digestibilidad y potencial de consumo (que se traducen en calidad de forraje y productividad), comienza con una correcta elecci n del momento ptimo de corte el cual,

en la mayor a de los casos debe hacerse en pre floraci n (Figura 4-5).

Para ejemplificar las pérdidas en que se incurre, cuando no se manejan adecuadamente los momentos de corte, es importante poder cuantificar en primera medida la calidad del heno y su influencia en la respuesta animal. En un hipotético caso en que el heno se utilice como único alimento en una dieta, el retraso en la decisión de cortar el forraje va a afectar la capacidad de ser consumido y la respuesta animal.

Teniendo en cuenta que el consumo del forraje se calcula como 120/ % de fibra detergente neutro (FDN), contenido en el forraje, se expresa a continuación la figura 4-6, que ejemplifica el impacto que tiene esto sobre el consumo del forraje por parte de los animales.

Tomando un animal de 400 kg de peso y un consumo teórico de hasta 3 % del peso vivo, se puede inferir que si este bovino come un forraje que se cortó en un estadio de madurez temprano (40 % de FDN), puede tener un consumo potencial de hasta 12 kgMS, mientras que si el forraje suministrado se corta en un estadio de madurez avanzado (60 % de FDN), se va a ver limitado el consumo de MS, debido a un efecto físico de degradación lenta del material, con una ingesta de hasta 8 kg máximo teórica, para un ganado del mismo peso vivo (400 kg).

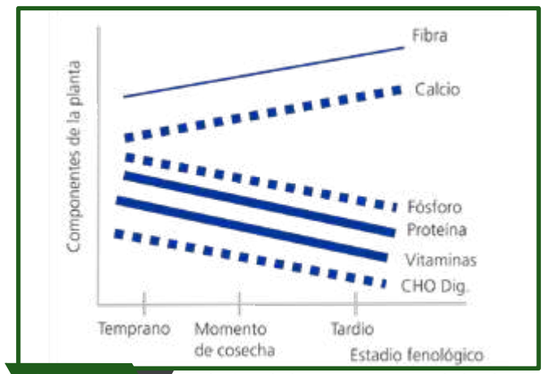


Figura 4-5 *Evoluci n de los componentes de la planta*

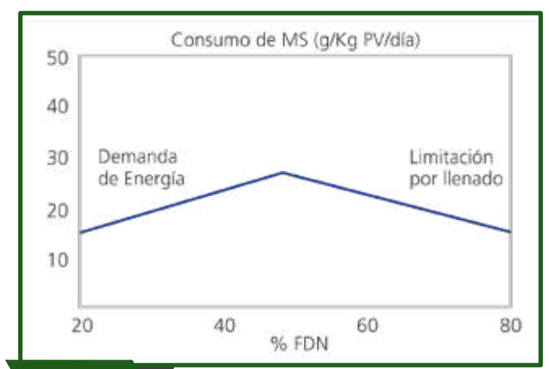


Figura 4-6 *Variaci n del consumo seg n % de FDN del alimento*

Evidentemente la limitación de la ingesta de MS, causará una reducción en producción de ese rodeo.

Otro de los puntos a considerar, es el potencial de productividad del heno de acuerdo a la energía estimada a partir del contenido de fibra (FDA).

Cuando se realizan análisis de calidad, el valor de la energía por lo general se encuentra estimada a partir de la digestibilidad como:
Concentraci n energ tica = 3,6 x %Dig.

Teniendo en cuenta que el porcentaje de digestibilidad estimada, depende directamente del porcentaje de FDA:
% Dig = 88,9 – (0,779 x % FDA).

De este modo se concluye que cuando se demora el momento de corte de las pasturas que serán destinadas a la conservación de forrajes, se estará modificando (disminuyendo), directamente el consumo de MS y el potencial de producción de dicho recurso forrajero, con el consiguiente aumento de los costos de producción y/o disminución de los márgenes de rentabilidad de la empresa ganadera.

A modo de ejemplo y para tomar real dimensión del impacto económico, se puede citar que en una producción anual de 1000 rollos de alfalfa de 600 kg (600.000 KgMS), si se demora el momento de corte de prefloración a plena floración, se puede llegar a perder en potencial de producción el equivalente a la energía necesaria para producir hasta 15 novillos gordos de 400 kg.

Momento de corte de las principales especies forrajeras

Antes de entrar en forma directa sobre las diferentes especies que se destinarán a la conservación de forrajes, trataremos el tema diciendo que en líneas generales, el mejor momento para realizar el corte, es antes que las pasturas entren en su fase reproductiva, para que no se trasloque los nutrientes a los granos, de modo que estén disponibles para la alimentación del ganado.

Por lo general, las especies forrajeras cuentan con una relación grano planta muy baja, es por ello que los granos no aportan mayor cantidad de nutrientes, con la conveniencia de que no haya granos en los henos producidos.

Esta situación es más común de encontrar cuando se trata de alfalfa u otras leguminosas, pero, por lo general en la Argentina, se observa que la mayoría de las gramíneas son cortadas en estadios muy avanzados, con la consiguiente pérdida de calidad, sin un aumento considerable de la cantidad de forraje producido, tal es el caso de la moha, el rye grass o el gatton panic, para citar ejemplos de diferentes zonas de producción.

Es importante mostrar un esquema de variación de la calidad y la proporción de las partes integrantes de la planta a medida que avanza en su estadio fenológico. Si bien el mismo no es exacto, sirve para graficar los conceptos antes mencionados y particularmente comunes a la mayoría de las especies utilizadas para la producción de forrajes conservados (Figura 4-7).

Siguiendo con los conceptos prácticos se destaca la importancia de comenzar la operación de corte en el momento adecuado, y que toda la logística que acompaña al corte debe estar ajustada, para que la calidad del forraje cosechado sea la correcta.

Por logística de corte se debe entender la presencia de la máquina cortadora, provisión de repuestos, cuchillas afiladas etc.

Aúnque parezca obvio, éstos son los puntos que en su gran mayoría demoran el corte de las pasturas en detrimento de la calidad del forraje producido, sumado a la falta de revisión de los lotes para determinar su correcto momento de corte y un esquema adecuado de rotación de los mismos, en donde encaje la producción de heno, para poder aprovechar el forraje disponible en el momento adecuado.

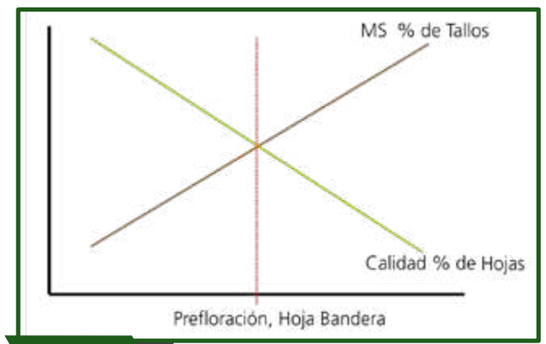


Figura 4-7 *Cuando se cruzan las curvas de cantidad y calidad de forraje, es el momento ptimo para realizar el corte en la mayor a de las especies.*

A continuación, se tratarán en forma particular algunas de las especies más comunes en la producción de heno.

Alfalfa Pura

Para compatibilizar calidad y cantidad de alfalfa, se debe cortar cuando el cultivo presenta un 10 % de floración y como regla práctica, conviene comenzar a cortar cuando se observa las primeras flores en el cultivo, ya que esto representa el estadio de entre prefloración y 10 % de floración.

Si se corta antes de este estadio (10 % de floración), se producirá un envejecimiento prematuro de la pastura, mientras que si el corte se realiza en plena floración se cosechará la mayor cantidad de MS pero de la menor digestibilidad, por lo que se afectará el consumo y por consiguiente el valor nutritivo del forraje (Figura 4-8).

En la figura 4-9 se puede observar que, cuando el cultivo está en el 10 % de floración existe una buena cantidad de MS, con elevado valor nutritivo.

Una de las características de las variedades modernas de alfalfa, es demorar el rebrote, hasta el momento de la floración, lo cual facilita muchísimo la elección de este momento.

Si bien antes se hablaba de la importancia de cortar las alfalfas cuando producen un buen volumen de forrajes con buena calidad, hoy sabemos que las alfalfas tienen su “sistema de reservas lleno” cuando inician su rebrote, y este sería el momento

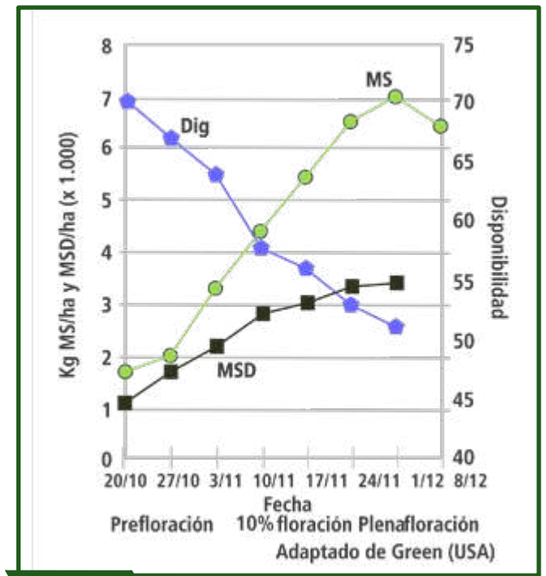


Figura 4-8 *Momento de corte de la alfalfa.*



Figura 4-9 *Lote de alfalfa en donde se observan solo las primeras flores.*

ideal para tener calidad de forraje, con una cantidad aceptable por corte, pero teniendo como certeza que, la cantidad de cortes a realizar en el año se incrementará, ya que se estará respetando la dinámica de crecimiento de la especie, logrando mayor cantidad de cortes y con mayor potencialidad de cosecha de material de alta calidad a lo largo de la temporada productiva del cultivo.

El momento de corte óptimo para la alfalfa, es cuando la misma comienza a rebrotar tratando que el rebrote, no supere los 3 cm de altura, a los fines de poder cortar a los 5 cm sin dañarlo

En lotes sembrados densamente, la luz solar penetra menos en la canopia del cultivo. Esto hace que las hojas basales se tornen senescentes de manera anticipada, por falta de luz, con lo cual, si se sigue el proceso productivo, en lotes sembrados densamente y con la distribución de plantas adecuadas, ya no se debería observar el estadio fenológico de la planta sino el alto del rebrote basal, efectuando el corte cuando éste está por debajo de los 4 cm, a los efectos de no tocarlo cuando se realiza la tarea de segado.



Figura 4-10 *Detalle de los rebrotes basales, se al que el material est listo para cortarse*

Si bien es cierto que se efectuarán más cortes al año, los mismos siempre serán de mejor calidad (menos fibra) y los rebrotes y desarrollo de plantas subsiguientes serán más enérgicos, por la mayor captación de luz.

Avena

Para la confección de heno de avena se recomienda efectuar el corte en el estadio de grano lechoso a levemente pastoso, donde se obtiene un considerable volumen de MS, ya que este cultivo mantiene la palatabilidad aún en madurez avanzada, mejorando el valor nutritivo por la presencia del grano.

Es de destacar que este grano posee una gran digestibilidad a nivel ruminal y que además representa una proporción interesante en toda la MS de la planta, por lo que se podría decir que es la especie que determina la excepción a la regla de cortar, antes de la etapa reproductiva (Figura 4-11).

Se debe tener especial cuidado de no atrasar demasiado el corte para evitar el riesgo de caída de los granos debido a un excesivo secado.

Pasturas polif ticas en base a alfalfa

El criterio a seguir en las asociaciones es el de favorecer el uso y los requerimientos del cultivo base o dominante. Cuando la base es la alfalfa, ésta determinará el momento óptimo de corte, siempre y cuando sea la especie que ofrezca la mayor cantidad de MS, dentro del lote a henificar.

Por otro lado, cuando se decida la confección del heno, se debe tener en cuenta el porcentaje de humedad de la especie que demore más tiempo

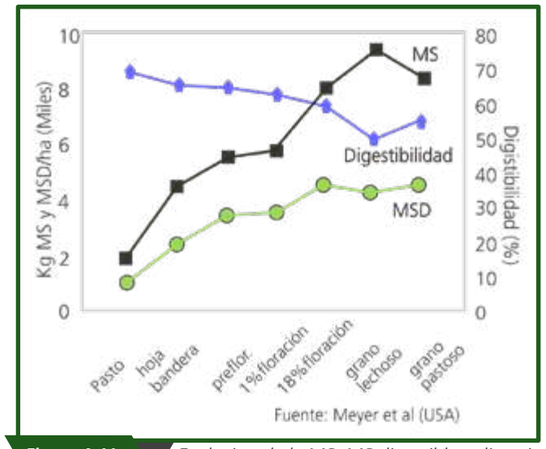


Figura 4-11 *Evoluci n de la MS, MS digestible y digestibilidad de la avena.*

en secarse, ya que de otra forma, una vez confeccionado el rollo o fardo, este sufrirá calentamiento y/o enmohecimiento, por un exceso de humedad con la consiguiente pérdida de calidad.

Moha de Hungr a, Mijo y Rye grass tama

La prefloración es el momento de corte ideal para obtener la máxima cantidad de MS con alto valor nutritivo. En el caso de efectuar el corte en forma anticipada, se obtiene mayor calidad pero menor cantidad de forraje y si por el contrario, se lo realiza cuando está semillada dará como resultado mayor cantidad, pero de menor calidad (Figura 4-12).

Contrariamente a lo que se piensa, no es aconsejable henificar moha semillada ya que además de perder calidad, no se aprovechará la energía de las semillas, debido a que éstas se caen del rollo o bien terminan pudriéndose dentro de él.

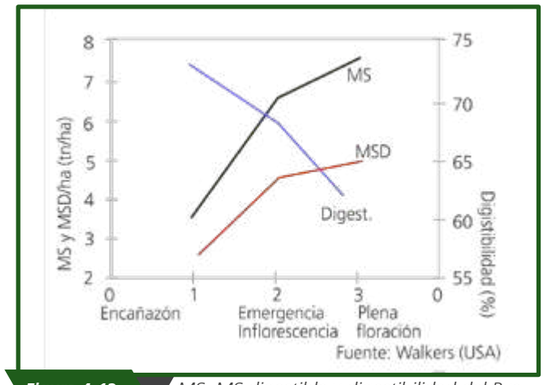


Figura 4-12 *MS, MS digestible y digestibilidad del Rye grass tama.*

En estas especies que presentan tallos suculentos se debe considerar el adelantamiento del momento de corte a prefloración, como una buena herramienta para favorecer el secado, ya que en la medida que la planta se desarrolla, los tallos se engrosan retrasando aún mas el tiempo de secado en el lote, con la consiguiente pérdida de valor nutritivo y riesgo de que se moje por la ocurrencia de lluvias, perdiendo calidad.

Una planta con alto porcentaje de hojas, no solo presenta mayor valor nutritivo y potencial de producción, sino que además se seca más rápido acelerando y facilitando todas las operaciones mecánicas (Figura 4-13.)

Gatton panic

Dada la expansión de la ganadería a las zonas llamadas marginales, el gatton panic ha tomado una importancia fundamental, como fuente de excelente materia prima, para la confección de heno.

Es de destacar que la henificación representa una excelente herramienta para controlar este tipo de pasturas, que tienen una explosión productiva en primavera verano y un rápido descenso de los parámetros nutricionales, en estadios fenológicos avanzados.

La ventaja que representa el corte temprano, es el de evitar la lignificación de los tallos, que además de mejorar la digestibilidad del heno producido, mejora en cierta forma la transitabilidad de los lotes de las pasturas, que tienden a formar matas como las mega térmicas, tal como se ampliará en el punto que trata el corte propiamente dicho.



Figura 4-13 *Cultivo de cebada, en el momento de ptimo de corte (hoja bandera).*

Sorgo forrajero

Para el caso del sorgo forrajero, como todas las gramíneas, el corte es recomendado en prefloración, pero cabe hacer una salvedad con respecto a la densidad de siembra de este cultivo.

Por ser este un cultivo de tallos suculentos, el secado es lento y dificultoso. Una buena práctica es aumentar la densidad de siembra en un 30 %, para disminuir de esta forma el diámetro de los tallos, facilitando el acondicionado mecánico y el oreado del forraje, antes de ser confeccionado el heno.

En el siguiente gráfico se presentan las curvas de producción de MS, MS digestible y digestibilidad del sorgo forrajero.

Como puede observarse en el mismo, las curvas de MS y MS digestible guardan una relación directa, mientras que la digestibilidad desciende rápidamente desde que aparece la hoja bandera (3ª - 4ª semana), hasta que comienza el llenado de los granos (7ª semana), momento en el cual aumenta la calidad levemente, pero sin alcanzar la digestibilidad de prefloración.

Si bien se ofrecen en el mercado, variedades denominadas doble propósito, tal como lo muestra el gráfico anterior se destaca la importancia de realizar el corte en prefloración.

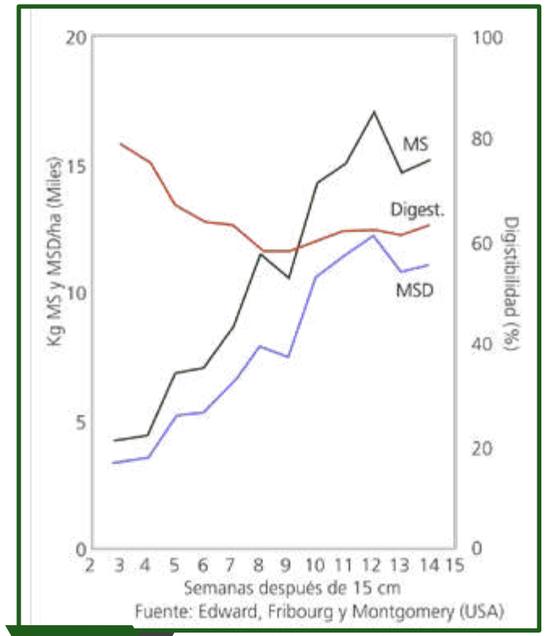


Figura 4-14 *Evoluci n de las curvas de MS, MS digestible y digestibilidad del sorgo forrajero.*

Dados los altos volúmenes ofrecidos por los sorgos forrajeros, la participación del grano que puedan aportar es realmente baja y no mejora sustancialmente la calidad del forraje en comparación con la pérdida de calidad que sufre la parte vegetativa de la planta.

En el caso particular de los sorgos se debe tener especial cuidado en determinar cuál será el objetivo del forraje producido.

Si se plantea el forraje como un suplemento proteico, se deben priorizar los cortes anticipados a la floración, y buscar variedades con alta digestibilidad de fibra, sin importar la producción de grano del mismo.

En el caso de trabajar con sorgos graníferos para la producción de energía para las dietas, obviamente se deberá esperar a que los granos se llenen y el forraje a producir no será heno sino silaje de planta entera, como se tratará en el capítulo correspondiente a ese tipo de conservación.

Recomendaciones de manejo para realizar un corte de calidad

El corte es la primer labor mecánica a realizar antes de la confección del heno y existen un conjunto de medidas, que deben considerarse para hacer un buen trabajo, ya que a partir de ese momento la pérdida de calidad del forraje es inevitable y debe ser disminuida a su mínima expresión, para asegurar el éxito en la obtención de calidad del forraje que se va a conservar.

1. Altura de corte

La altura de corte depende principalmente de las zonas agro-climáticas en las que se esté trabajando (templadas o tropicales), de las especies que se vayan a henificar. Principalmente va a depender del porte de las mismas, la estructura de las plantas y en algunas zonas de producción, del nivel de humedad que presenta el suelo al momento de realizar el corte.

Teniendo en cuenta que en los **climas tropicales y subtropicales las plantas forrajeras presentan un porte interesante** (por lo general mayor a 1,5 m), es lógico pensar que necesitan un porcentaje de fibra alto en su parte basal, para poder sostenerse erecta. En este caso si el corte se realiza muy bajo, se estará cosechando un alto porcentaje de fibra, bajando la digestibilidad del heno producido.

Por otra parte, en estas mismas especies que no soportan una alta presión de pastoreo (si frecuencia del mismo), agronómicamente y en miras de cosechar la mayor cantidad de forraje por año, acelerando los rebrotes, es que no se debería cortar por debajo de los 15 cm.

Como último justificativo a una mayor altura de corte se debe citar la gran producción de biomasa que ofrecen estas especies, la cual algunas veces se hace difícil de manejar con los rastrillos comunes, por lo que es mejor que se encuentren suspendidas sobre sus tallos para hacer mas fácil y prolijo el rastrillado.

Cortando a una altura superior a los 15 cm se facilitará el trabajo de los rastrillos, evitando pérdida de material y contaminación del forraje con tierra. Además se alejará el material cortado del suelo, que en la época de corte tiene un alto porcentaje de humedad, que es cedido al forraje, demorando su secado con la consiguiente pérdida de valor nutritivo durante el secado.

Cuando se corta más alto, algunas veces se teme dejar mucho material remanente, lo cual a futuro puede llegar a dificultar el tránsito en el lote, tal como ocurre cuando se realizan pastoreos directos en pasturas tropicales.

En zonas templadas o con pastos de menor porte, la altura de corte debe ser menor para poder cosechar la mayor cantidad de MS, regulando la máquina entre los 5 y 10 cm, tratando de recoger la mayor cantidad de forraje y evitando de alguna manera el contacto directo del forraje con el suelo, por las condiciones antes explicadas. En Alfalfa, la altura de corte dependerá, de la producción de MS total de la pastura implantada y de las condiciones de campo.

Si bien hace tiempo se manejaba la técnica de cortar a la altura del puño, en los lotes que son destinados a la cosecha de forrajes en forma de heno, deberíamos tener en cuenta los últimos datos investigativos, que nos demuestran que en variedades de alfalfa, en donde se bajó la altura de corte de 10 cm a 5 cm, en una secuencia de tres cortes, se logró mayor desarrollo de las plantas logrando un incremento en la producción de MS de más de 1 t/ha.

Bajar la altura de corte a 5 cm, cuando se trabaja con alfalfas en estado puro, teniendo en cuenta que la nivelación del terreno y la ausencia de huellas, ocasionadas por ejemplo por pastoreo, en días de lluvia, es parte del paquete estratégico que potencia y facilita la obtención de heno de calidad al menor costo posible.

De acuerdo a estudios realizados en la Universidad de North Dakota en el año 1999, se puede observar que cuando se tienen variedades del alto rendimiento (5 - 6 cortes anuales), conviene cortar a los 10 cm recomendados normalmente, en tanto que cuando las variedades de alfalfa entregan su producción en solo 3 - 4 cortes, conviene realizar el mismo a una altura menor (3 cm aproximadamente).

De acuerdo a esta recomendación, en un ensayo realizado en la Universidad de West Virginia en el año 2007 se obtuvo un 30 % más de MS, en variedades que producen entre 3 - 4 cortes anuales y que no se hallen bajo situaciones de stress, como ataques de plagas o sequía (Tabla 4-3).

Se debe considerar que el corte debe ser realizado en forma limpia y prolija, ya que por lo general, el factor que más incide en la demora de rebrote y por consiguiente reducción de la producción de MS total, es la calidad y prolijidad del corte (Figura 4-15).

Tabla 4-3 *Rendimiento de alfalfas de 3 o 4 cortes de acuerdo a la altura de corte elegida.*

Nº Corte	tn MS/h a (corte a 5 cm de altura)	tn MS/ Ha (corte a 10 cm de altura)
Primero	4,5	3,8
Segundo	1,8	1,6
Tercero	3,1	2,9
TOTAL	9,4	8,3



Figura 4-15 *Cuando existen micro relieves en el lotes siempre se tratar de cortar en forma pareja y con patines de copiado de la superficie, para minimizar los fallos mec nicos.*

Es importante tener en cuenta que hoy existen variedades de alfalfa, que tienen la inserción de la corona bien baja, lo cual las hace muy aptas para ser utilizadas para corte, ya que el riesgo de daño mecánico a los meristemas de crecimiento se ve disminuido y el stand total de plantas persiste a lo largo de los años de producción.

En líneas generales y resumiendo este punto diremos, que la altura de corte dependerá de la especie a cortar en primer lugar, y dentro de lo que concierne a alfalfa, dependerá de los cortes que entregue por año cada variedad además, de las situaciones de campo (presencia de stress) reinantes al momento de cortar.

2. Ancho de corte

El ancho de corte va a estar determinado por dos variables principales:

- El volumen de MS que ofrece la especie a henificar.
- La máquina que se utilizará para la recolección o enfardado.

Si se cortan especies de alta producción de MS se pueden utilizar anchos de corte menores, acordes a este volumen. Por ejemplo entre 2,5 y 3 m, es un ancho adecuando cuando se trabajan con pasturas tropicales y/o subtropicales (Gatton Pannic, sorgos forrajeros, etc).

Por el contrario, cuando se están cortando pasturas en base a alfalfa o verdeos que tienen un menor aporte en t MS/ha, se pueden incrementar los anchos de trabajo, para facilitar el rendimiento del equipo sin riesgo de demorar los tiempos de secado.

También cobra importancia el equipo de enfardado o rotoenfardado, que día a día muestran una mejor performance, determinando que el volumen de MS a enfardar no es una limitante para el desempeño de la mayoría de las rotoenfardadoras, que existen en el mercado. Se observa un incremento continuo en los anchos de trabajo de las máquinas de confección, que se ofrecen en el mercado, así como el mayor porcentaje de las cortadoras acondicionadoras, las cuales se están demandando de 4 m o más de ancho de trabajo.

En este punto también toman importancia las cortadoras autopropulsadas que presentan en la actualidad 4,9 m de ancho de labor, presentándose modelos de hasta 10 m, que hacen un excelente equipo de trabajo de megaenfardadoras o rotoenfardadoras de alta gama, con elevado rendimiento en virtud de su capacidad de trabajo, como la que puede demandar un contratista (Figura 4-16).

3. Horario de trabajo

La operación de corte debe iniciarse siempre durante la mañana, después que se levantó el rocío. Con esto se está asegurando una disminución rápida del porcentaje de humedad del forraje, por acción de la radiación y la temperatura, durante el transcurso del primer día de secado y una reducción de las pérdidas por respiración.



Figura 4-16 *En la actualidad se encuentra mas justificada la incorporaci n de m quinas de corta hilerado con acondicionador de mayor ancho de corte.*

Una vez cortada, la planta continúa respirando consumiendo los azúcares solubles hasta alcanzar porcentajes de humedad cercanos al 50 %, momento en que la respiración se reduce abruptamente, por lo que es fundamental acelerar el secado del material cortado logrando que baje rápidamente, por debajo de este contenido de humedad.

Otros de los argumentos que justifica la realización del corte en este horario, tiene que ver con la dinámica de la pérdida de humedad por parte del forraje.

Los primeros 15 puntos de humedad (o el primer 15 %), se pierde gracias a la apertura de los estomas que es causada principalmente por la luz solar. Si el forraje está en contacto con la luz del sol, esa pérdida será más rápida.

A partir de ese punto es donde se comienza a perder humedad de los tallos y en donde comienza a tomar protagonismo la acción o uso de los acondicionadores mecánicos (Figura 4-17).

Teniendo en cuenta que estas pérdidas están determinadas por el porcentaje de humedad del forraje y la temperatura ambiente (como se detallará mas adelante), si se cortara el forraje en una noche templada o cálida, las pérdidas se incrementarían por una alta humedad del material, combinada con esta temperatura

Cuando m s r pido se llegue a un porcentaje inferior al 50 % mayor ser el valor nutritivo del forraje. Este es el fundamento de por qué el tiempo de secado del forraje debe ser el menor posible, ya que se debe procurar que las células interrumpan rápidamente la respiración, para disminuir el consumo de carbohidratos.

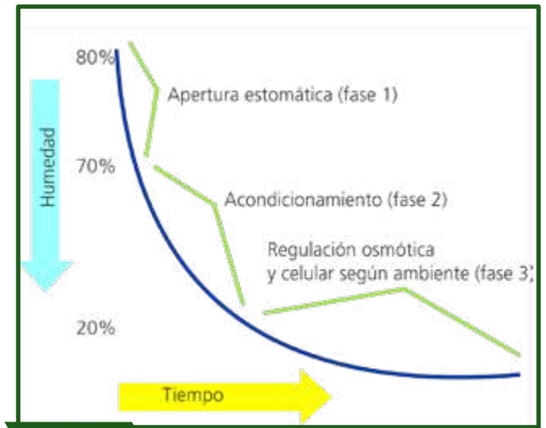


Figura 4-17 *Curva de la din mica de p rdida de humedad del forraje.*

La inclusión de los acondicionadores mecánicos trae aparejado muchas ventajas al respecto, que serán profundizadas más adelante.

4. Cantidad de forraje a cortar

La cantidad de pasto a cortar debe ser similar a la cantidad de material que puede recolectar una enfardadora, megaenfardadora o rotoenfardadora en una jornada de trabajo.

Debido al aumento de la capacidad de trabajo de estas últimas, en el presente se ve incrementada la cantidad de forraje que se puede cortar en un día para poder abastecer a las enfardadoras, con una mayor capacidad de trabajo del equipo completo.

Se debe tener en cuenta que si existen riesgos de ocurrencia de lluvias, siempre es mejor retrasar la operación de corte, ya que el daño que causa el agua en el forraje que se encuentra tirado en el campo, es mayor que la pérdida de calidad que ocasiona un retraso en la demora del corte del forraje, en su momento óptimo.

5. Calidad de corte

La calidad de corte, está determinada por dos factores:

- La velocidad de las cuchillas.
- La calidad del filo de las cuchillas.

La velocidad de las cuchillas va a ser determinada por la potencia del tractor y el volumen del forraje a cortar.

Teniendo en cuenta en las zonas que se trabaje, la velocidad de avance esperada y la densidad del material a cortar, será el dimensionamiento del tractor necesario para el corte.

Por lo general es conveniente tener levemente sobredimensionados los tractores, para no sufrir el problema que en una época del año con gran densidad de volumen, las cuchillas pierdan velocidad por falta de potencia en la toma de fuerza, afectando la calidad del corte y por consiguiente la velocidad del rebrote, con la merma en la producción de MS de la pastura.

El filo de las cuchillas es fundamental, para reducir el esfuerzo de corte, con ahorro en el consumo de potencia y combustible, además de cuidar la calidad en el trabajo.

Cuando se produce desgarramiento de los tallos, debido a falta de filo, ocurre rotura de pared celular y las plantas necesitan cicatrizar, para luego comenzar a rebrotar, consumiendo mayor cantidad

de nutrientes que los necesarios para cicatrización, cuando el corte es neto y retrasando el rebrote (Figura 4-18).

La demora en el inicio de producción de MS, puede llegar a ocasionar la pérdida de hasta un corte al año, con las consiguientes pérdidas económicas.



Figura 4-18 *Alfalfa cortada con defecto en el filo de las cuchillas*



Ingersoll
ARGENTINA
Confiabilidad®
Una marca registrada de Ingersoll.
TÜVRheinland® CERT ISO 9001
Fabricante de partes de maquinaria agrícola certificado ISO 9001:2000
www.ingersollarg.com.ar

5 Henificaci n de Megat rmicas



1. La henificaci n como herramienta para incrementar la eficiencia del uso de pasturas megat rmicas.

De acuerdo a la din mica general con la que se viene movilizando la ganader a regional y luego del reacomodamiento del stock ganadero (argentino), sumado a la implicancia que tienen las pasturas de zonas tropicales o subtropicales, cada d a cobra m s preponderancia el correcto manejo de las especies C4 denominadas tambi n megat rmicas.

Las condiciones de clima y suelo sumado a la dinámica de desarrollo de estas especies, hacen que la producción de forrajes se halle concentrada en una época del año, por lo que la conservación de forrajes (heno en la mayoría de los casos y henolaje de pasturas, dependiendo de la zonas y volumen ofrecido) no representa solamente un sistema de almacenaje y conservación de forrajes para diferirlo en el tiempo, sino que además reviste importancia en cuanto a la eficiencia de uso (por volumen y costo), producción y persistencia de este importante recurso forrajero.

Para poder entender y analizar estos aspectos con mayor detalle, debemos tener en cuenta tres puntos fundamentales al respecto:

- A) Dinámica de crecimiento
- B) Capacidad de consumo de los rodeos en la época de crecimiento del forraje
- C) Posicionamiento del sol en las regiones de desarrollo

A) Din mica de crecimiento

En la época o estaciones en que el forraje se desarrolla con mayor vigor, la producción de bio masa es tal, que por lo general su consumo en pastoreo directo en el momento óptimo de aprovechamiento (prefloración) se complica (por exceso de volumen) y esto además de traer aparejadas pérdidas de eficiencia de uso, hace que el desarrollo y la calidad aprovechada se vea disminuida

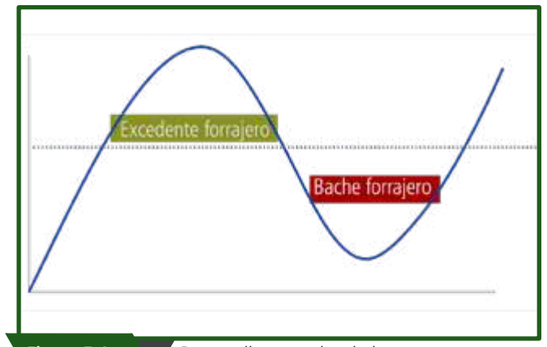


Figura 5-1 *Desarrollo est ndar de las pasturas megat rmicas*

Observando la figura 5-1, veremos que si se incrementa la carga animal en pastoreo directo, en la época de mayor oferta, el bache forrajero será más pronunciado en la temporada de escasez, por lo que se deberá contar con otra fuente de forraje para salvar el bache de oferta, mientras que si se deja un excedente de remanente en los lotes pastoreados, la eficiencia de producción se ve resentida debido principalmente al riesgo de rebrotes tardíos, dado que el remanente muerto de material bloqueará la luz solar, lo que genera demora en los rebrotes de primavera (Figura 5-2).



Figura 5-2 *Escenario t pico de pasturas "pasadas", con animales que no llegan a comer el volumen ofrecido*

B) Capacidad de consumo por parte de los animales

Cuando se analiza la dinámica de consumo de forrajes en las áreas tropicales y subtropicales, veremos que la ingesta de forrajes depende de varios factores, dentro de los que se tiene en cuenta el confort animal relacionado con la temperatura.

Estudios realizados para analizar la dinámica de consumo y adaptación al medio de diferentes razas y cruzas de animales, demuestran que en los momentos de mayor radiación solar y por consiguiente mayor temperatura, el consumo se ve resentido. Si bien existen razas más adaptadas, en todos los casos a mayor temperatura, el consumo de alimentos disminuye (Figura 5-3).

Si sumado a esto, tenemos en cuenta que los días son más cortos en las latitudes donde este recurso forrajero se desarrolla con mayor capacidad y teniendo en cuenta que el consumo en pastoreo directo se ve potenciado en las horas del día, podemos asumir que, si bien el desarrollo del forraje se ve favorecido, el consumo directo del mismo se resiente debido a las condiciones ambientales.

Esto es lo que nos lleva a pensar en que lo más eficiente es un sistema mixto de aprovechamiento del forraje, en donde por un lado se aprovecha el potencial de pastoreo directo por parte de los animales, pero por el otro se hace mandatorio la cosecha de forrajes con un "frente mecánico" para evitar que el forraje se pase de su momento óptimo de aprovechamiento (pre floración), mejorando la ingesta y digestibilidad del mismo.

Además, esta estrategia evita que queden remanentes de gran volumen que retarden los rebrotes

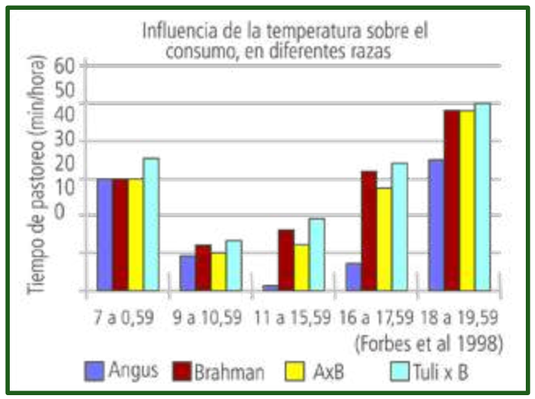


Figura 5-3 *Din mica de pastoreo de diferentes razas y sus cruzas en zonas tropicales y subtropicales a diferentes horas del d a, la cual muestra que cuando la temperatura se eleva, el consumo disminuye. Fuente: Forbes et al 1998.*

siguientes, logrando el mayor índice de producción de biomasa por ha, lo cual impacta en la mayor eficiencia de uso y en la disminución del costo de kg MS producida.

C)Posicionamiento del sol (respecto a la tierra) en las reas de desarrollo

Dado que, en las áreas tropicales y subtropicales, el sol cae más perpendicularmente sobre la superficie terrestre, la captación de luz de las partes basales de las plantas se hace más difícil, o dicho de otra manera el auto sombreo de las pasturas es mayor que en otras latitudes.

Esto hace que, aúnque existan condiciones de suelos con reserva de agua, e incluso inundados en donde algunas especies de pasturas se desarrollan muy bien, se produce un auto sombreado que lleva a tener exceso de material senescente (material seco o muerto), con la consiguiente pérdida de calidad del mismo (Figura 5-4 y 5-5).

Por esta razón es que se continúa justificando la cosecha con un frente de pastoreo directo y otro de forraje conservado, para poder captar la mayor cantidad de forraje en su momento óptimo y con el mayor potencial de aprovechamiento.

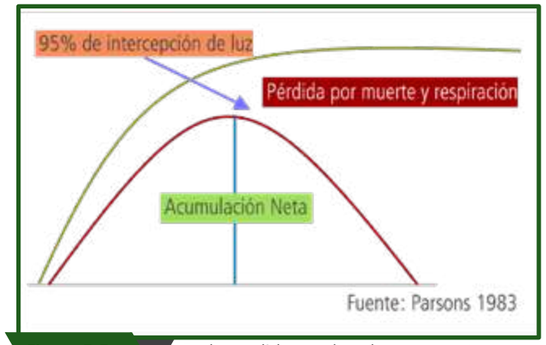


Figura 5-5 *En la medida que las plantas se auto sombrean, pierden eficiencia en la captaci n de luz solar disminuyendo la eficiencia productiva por d ficit en la calidad de forraje o la cantidad de biomasa producida. Fuente: Parsons 1983.*

También hay diferencias entre especies de pasturas megatérmicas, al momento de la senescencia, en sus características nutricionales, como vemos en la tabla 5-1.

Teniendo en cuenta que es prácticamente imposible tener carga constante para el pastoreo directo, es que resulta mandatorio la confección de forrajes conservados, los cuales se aprovecharán en las épocas donde la oferta de forrajes disminuya, potenciando la producción a lo largo del año.

Otra de las ventajas de la confección de forrajes, es que, en el inicio de las épocas de abundante pastura, la misma disminuye su contenido de MS lo que en algunos ambientes genera problemas de diarrea en los rodeos.

En el caso que en estas condiciones se suplemente con forraje seco (heno) para subsanar esta situación puntual, si el mismo es de calidad similar al de la pastura original, la producción seguirá con una tasa normal o al menos similar a la planteada, mientras que si se suministra heno de pasturas de menor calidad, tanto el consumo como la digestibilidad del total ofrecido al rodeo va a disminuir, arrojando valores productivos menores a los esperados.



Figura 5-4 *Lote de pasto pangola (Digitaria eriantha) con humedad en el suelo, pero con material muerto en su base debido a la ausencia de luz solar*

Tabla 5-1 *P rdida de calidad proteica y energ tica (digestibilidad) que sufren las pasturas subtropicales cuando comienza el proceso de senescencia. Adaptado de Hector P rez (2008)*

Especie	PB% de la Materia Seca		Dig % de la MS	
	Verde	Seco	Verde	Seco
Brachiaria Brizanta Marandu	7,5	3,5	59	40
Panicum Maximum Gatton	11	5	61	51
Chloris Gayana Callide	11	4,5	60	50
Setaria Anceps Narok	13	5	60	48
Cenchrus ciliaris Biloela	8,5	4,5	55	45

1.1 Algunas caracter sticas de las pasturas megat rmicas a tener en cuenta

Una de las características mas importante de este tipo de pasturas, (como ya se mencionó), es la capacidad de producir una alta cantidad de MS, con un crecimiento explosivo en un corto tiempo, en tierras de pobre fertilidad principalmente de nitrógeno, dando como resultado un forraje voluminoso, de baja potencialidad de consumo, digestibilidad reducida y con un porcentaje proteico que quizás no permita el desarrollo animal esperado cuando no se las aprovecha en su punto óptimo (pre floración).

Vale la pena destacar que, debido a la capacidad de generar un gran volumen forrajero en corto tiempo, estas especies generan una base de tallos que tienden a ser leñosos disminuyendo "el confort" o la capacidad de ser consumidos por los animales generando una baja eficiencia de aprovechamiento en pastoreo directo y una alta cantidad de material remanente.

Esto además de la baja eficiencia de uso de la luz solar, hace que se produzcan plantas de mayor porte, más leñosas y que intentan captar más luz que los individuos que se desarrollan a su lado.

Toda esta dinámica lleva al resultado de tener lotes con bajo stand de plantas, de gran porte y mucha superficie de suelo con sombra, impidiendo el desarrollo de otras especies o individuos y dejando suelo desnudo, favoreciendo la evapotranspiración de agua del perfil, la escorrentía de agua ante la ocurrencia de precipitaciones, con la consiguiente "desertización" y pérdida de suelo de los ambientes cuando no son manejados con racionalidad (Figura 5-6).

Debido a esto, las matas de pasto van tornándose cada vez más voluminosas provocando el sombreado de los individuos más débiles o con menor desarrollo.

Esto hace que la población de plantas por hectárea disminuya, generando áreas de suelo desnudo, en donde la evapotranspiración se incrementa y el fenómeno de desertización se acelera.

Otro efecto indeseable es que el material muerto se va acumulando, generando matas de gran porte lo que dificulta la transitabilidad de los lotes con maquinaria agrícola, que provoca menor capacidad de trabajo e incremento de los costos operativos cuando se desea incorporar la mecanización al sistema.



Figura 5-6 *Situaci n de un lote de Gatton Panic (Panicum maximun), donde se puede observar la p rdida de suelo a lo largo del tiempo.*

1.2 Incremento del uso de las pasturas

Debido a lo antes citado, se puede identificar que el principal factor de la falta de eficiencia en el uso de las pasturas mega térmicas, radica en que, en el período de utilización, nunca es suficiente la carga animal y que si se aumenta por demás esa carga el bache forrajero de invierno será insuperable desequilibrando en exceso los campos. Es por ello que se debe siempre atacar la pastura con dos frentes:

1. Un frente con una alta carga animal, con pastoreo rotativo intensivo en donde los animales "mantengan a raya" el desarrollo vegetativo de estas especies.

2. Un frente mecanizado, con un sistema organizado de conservación de forraje en forma de heno, sabiendo que es el sistema más adecuado para este tipo de pasturas y ambientes, para evitar el "envejecimiento" de material, con el fin de cosechar un heno de alta calidad que reemplace en volumen y valor nutritivo a las pasturas cuando sea necesario. Cuando se acorta el período de entrada al lote y se aprovecha el forraje en estadio vegetativo, se incrementa el porcentaje de proteína y la digestibilidad, por lo tanto el potencial productivo de estas especies (Tabla 5-2).

Si bien este razonamiento parece corriente, conviene destacar la importancia de manejar lotes separados de pastoreo y de conservación, y que los mismos no se mezclen, ya que el tránsito de los animales en el lote produce desniveles grandes que dificultan el tránsito, el uso de los rastrillos que a veces es necesario utilizar y reducen la eficiencia de recolección de las rotoenfardadoras, además de aumentar los costos por reparaciones y mantenimiento de los equipos utilizados.

Tabla 5-2 *Efecto de la defoliaci n sobre el valor nutritivo de especies megat rmicas durante el verano. Fuente: De Leon, 2006*

Efecto de la defoliación sobre el Valor Nutritivo durante el verano

	Proteína Bruta		Digestibilidad	
Frecuencia de defoliación	28 días	56 días	28 días	56 días
Panicum Coloratum	12,15%	7,16%	66%	59%
Panicum Maximun	11,25%	5,65%	72%	62%

Además, en el momento de crecimiento vegetativo, nunca será necesario ocupar las áreas destinadas a reservas, por tener suficiente MS disponible en los potreros de pastoreo por lo que combinando ambos sistemas simultáneamente en diferentes potreros, mejorará la calidad total del forraje cosechado.

1.3 Impacto del incremento de la digestibilidad en el aprovechamiento del forraje

Para tomar real conciencia del impacto que tiene el incremento de la digestibilidad al momento de aprovechamiento de los recursos forrajeros, diremos que si se considera una mejora de digestibilidad del 10 % promedio, con la aplicación de una estrategia de uso, en una pastura que pueda ofrecer 7000 Kg MS/ha, estos valores representan una potencialidad de producción de carne de 136 kg de carne/ha y por corte, con lo cual si estimamos solamente de promedio dos cortes por año, la ventaja de aplicar tecnología y proceso al momento de aprovechar el forraje, podemos estar hablando de 272 Kg de carne adicionales por ha/año solamente con la mejora tecnológica y de proceso, demostrando claramente que es no solamente factible sino además claramente rentable, establecer procesos ordenados de aprovechamiento de estos importantes recursos forrajeros.

1.4 Estrategia para la conservaci n en forma de heno

Un punto no menor es que si, en pasturas templadas el pastoreo directo tiene un alto grado de ineficiencia, el mismo se incrementa en las megatérmicas por su morfología y dinámica de crecimiento, con lo cual la necesidad de tener lotes exclusivos para henificación se acentúa y más aún, teniendo en cuenta que la eficiencia de uso de las pasturas se incrementa con el pastoreo mecánico.

Otra de las razones de contar con "superficies para henificación permanente" es que los campos donde se desarrolla esta dinámica de trabajo, por lo general son grandes extensiones, y el impacto del costo de traslado del heno se eleva, por lo que, si se eligen las áreas destinadas a henificación equidistantes de su zona de almacenaje y consumo, se reduce el costo de traslado, mejorando el balance económico de la actividad.

En lotes donde la población de plantas estaba disminuida, los individuos eran de gran porte y el proceso de desertización había dado inicio, se realizó una prueba de fertilización y conversión del lote al aprovechamiento mediante la cosecha mecánica, dando como resultado a los tres años, superficies con mayor población de plantas, individuos con porte más herbáceo que facilitan el corte y secado del forraje así como el tránsito por el mismo y un mayor potencial de producción de forrajes por ha (Figura 5-7a y 5-7b).

Uno de los aspectos que muchas veces complica la toma de decisión de esta estrategia, tiene que ver con qué lote elegir o bien cuánto tiempo pasará hasta que se pueda aprovechar el lote con una buena capacidad de tránsito. En estos casos, es de suma utilidad el uso de rolos aireadores con cuchillas helicoidales (Figura 5-8), los cuales general varias ventajas en su utilización:

3. Disminución del porte de las matas de pasto, mejorando la transitabilidad de los lotes, aumentando la capacidad de trabajo de los implementos y por consiguiente disminución en los costos operativos.

4. Incremento de la penetración del agua al perfil de suelo, generando mayor eficiencia de uso del agua de lluvia, disminuyendo la escorrentía y por consiguiente disminuyendo la erosión en lotes con pendiente pronunciada (Figura 5-9).

5. Incremento de germinación del banco de germoplasma que pudiera existir en el perfil del suelo.





Figura 5-7 *Lote con pastoreo directo (izquierda) vs el mismo lote luego de tres a os de tratamiento mec nico (derecha), que muestra la mayor cobertura y stand de plantas.*



Figura 5-8 *Rolo aireador de doble acci n.*



Figura 5-9 *Detalle del efecto del trabajo del rolo aireador*

1.5 Puntos adicionales que justifican la mecanizaci n de las pasturas megat rmicas

Dentro de los puntos a considerar como más positivos, no solo en la conservación de forrajes sino en el manejo y persistencia de estas especies en el medio en que se desarrollan, se deben destacar dos de gran importancia.

1. Forma de persistencia de las especies mega térmicas.

2. Desarrollo y persistencia del monte nativo.

1.5.1 Forma de persistencia de las pasturas megat rmicas

La forma de persistencia de estas especies es por resiembra. Esto haría pensar que, el corte en estadio vegetativo puro no es conveniente, ya que si impedimos que los individuos florezcan y semillen, será imposible poder lograr la persistencia de la especie.

Al respecto se debe considerar un punto intermedio. Si bien en algunos casos se pretende dejar semillar la pastura en todos los ciclos, se deben tener en cuenta que esas semillas muchas veces llegan al suelo, pero no reciben la luz necesaria para que prosperen, con la consiguiente pérdida de calidad y eficiencia (Figura 5-10).

Por otra parte, tampoco es necesario dejar semillar a las plantas en cada uno de sus ciclos vegetativos sobre todo si el stand de plantas en los lotes es bueno, por lo que dejándolo hacer cada dos o tres años es suficiente para poder mantener la correcta población de plantas.

Lo que sí debe tenerse en cuenta, es que cuando las especies semillan y las semillas generan una nueva plántula, en ese estadio, se debe cuidar que los animales no pastoreen el lote, dado que los nuevos individuos aún no tiene su sistema radicular suficientemente desarrollado, y ante las condiciones de pastoreo directo, pueden ser arrancados del suelo con la consiguiente pérdida de población por ha.

En estos casos es cuando también el "pastoreo mecánico" genera una ventaja adicional, dado que las plántulas no serán arrancadas y la población crecerá en número dando un lote poblado más densamente, con mayor cantidad de individuos



Figura 5-10 *A nque un alto porcentaje de semillas de estas especies alcanzan la superficie del suelo, no reciben la cantidad apropiada de agua y luz solar, para que generar un nuevo individuo*



Figura 5-11 *Lote de pasturas con pl ntulas en desarrollo, las cuales no ser n da adas al momento del corte mec nico*

de menor porte, con más calidad de forraje (por menor contenido de fibra) y con un suelo menos susceptible a la erosión (Figura 5-11).

1.5.2 Desarrollo y persistencia del monte nativo

Por lo general las especies megatérmicas se desarrollan en suelos de desmonte con un gran banco de germoplasta que hace que el renoval del monte se haga presente y se desarrolle ante condiciones favorables.

Por esta razón, cuando se trabaja en condiciones de pastoreo directo, los animales eligen siempre comer el forraje de mayor calidad (en este caso las pasturas) generando condiciones desfavorables de persistencia de la pastura en referencia al monte nativo, que se desarrollara con mayor rapidez, con el consiguiente perjuicio que esto origina y obligando a tomar decisiones de control.

Cuando los lotes se destinan durante un tiempo a la producción de forrajes conservados, y con la certeza de que la maquinaria "no elige" lo que va a cortar, se debe considerar esta acción como un cuidado cultural, dado que la maquinaria cortará tanto el forraje como el renoval, y asumiendo que la pastura tiene una tasa de crecimiento mayor que las especies de monte nativo, se generarán condiciones para el sombreado de este último retardando su desarrollo y favoreciendo el crecimiento limpio de la pastura sin mayores cuidados ni necesidad de labores culturales y/o de control, disminuyendo la necesidad de recursos para el control del renoval (Figura 5-12).

En este caso, la confección de forrajes conservados en un área determinanda de un campo, favorecerá el desarrollo de nuevas plantas, frenará el avance del monte nativo y bajará el costo de labores culturales y de cuidado de la pastura implantada.



Figura 5-12 *Renoval de monte nativo entre medio de individuos de pastura megat rmica.*

Resumiendo, diremos que la conservación de forrajes conservados de pasturas megatérmicas, no debería realizarse solamente con el fin de diferir nutrientes o volumen de forrajes en el tiempo, sino que además genera impacto por lo siguientes aspectos.

- Desarrollo morfológico que mejora el aprovechamiento del forraje.
- Disminuye la desertización de los campos y mejora el aprovechamiento de un recurso caro y escaso como el agua.
- Mejora la eficiencia de uso de un recursos muchas veces desestimado, como la luz solar.
- Incrementa el volumen de forraje total cosechado, por incremento de la eficiencia tanto en pastoreo como en conservación
- Mejora la persistencia de la pastura y la población de plantas de los lotes
- Ayuda a controlar el renoval de monte nativo sin inversiones o gastos extra.



¡BIEN ARGENTINOS!

Metalfor @metalforsa You Tube metalfor metalforsa www.metalfor.com.ar info@metalforsa.com.ar

Fábrica Marcos Juárez
Ruta Nacional N° 9, KM 443 - CPA X2580CDE
Marcos Juárez, Córdoba, Argentina
Tel.: +54 03472 - 424250/425894
Fax: +54 03472 - 426103

Fábrica Noetinger
Tomás Araus y Rivadavia
Noetinger, Córdoba, Argentina
Fax: +54 03472 - 470598/470599

Fábrica Brasil
Rua Anna Xremin, 300 – Distrito Industrial
Caixa Postal 2332 – CEP 84.043-465
Ponta Grossa, PR.
Tel/Fax: + 55 (42) 3228 3100

QUALITY SYSTEM CERTIFICATION DNV·GL ISO 9001

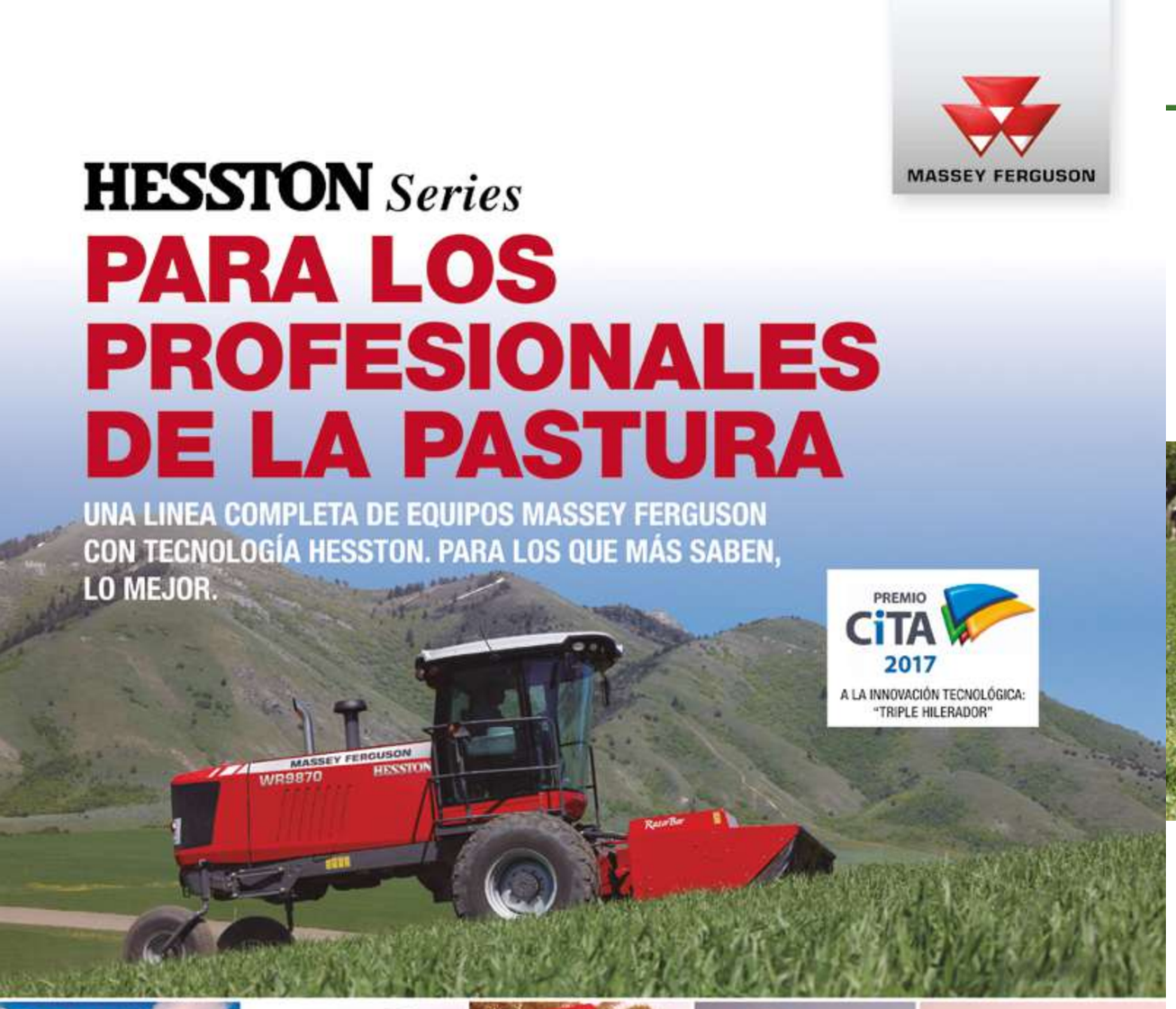
MASSEY FERGUSON

HESSTON *Series*

PARA LOS PROFESIONALES DE LA PASTURA

UNA LINEA COMPLETA DE EQUIPOS MASSEY FERGUSON CON TECNOLOGÍA HESSTON. PARA LOS QUE MÁS SABEN, LO MEJOR.

PREMIO CiTA 2017
A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: "TRIPLE HILERADOR"





Presentes en Argentina desde 1998, los equipos forrajeros Hesston Series - Massey Ferguson cuentan con la máxima tecnología mundial que a Usted le permite obtener los mejores resultados en cualquier condición y pastura. Conozca la familia completa de forrajeras Hesston Series en un Concesionarios Massey Ferguson. **Nobody Knows Hay Like Hesston.**

WWW.MASSEYFERGUSON.COM.AR

MASSEY FERGUSON
Un mundo de experiencias, trabajando con usted.

MASSEY FERGUSON es una marca mundial de AGCO.

6 Sistemas de corte



Existen b sicamente dos sistemas de corte:

- *De movimiento rotativo, por impacto y filo de cuchillas.*
- *De movimiento alternativo, compuesto por cuchillas y contracuchillas (cizalla).*

El sistema m s utilizado en nuestro pa s es por impacto y filo, y la eficiencia de corte, en estos casos, depende de la velocidad de giro de las cuchillas y del filo de las mismas.

Cualquiera sea el sistema utilizado, en el caso que el filo de las cuchillas haya desaparecido, por desgaste o rotura del material, se incrementará la potencia requerida al tractor y lo que es más grave, provocará el desgarrado de los tallos, favoreciendo la entrada de enfermedades y demorando el rebrote, llegando a cortar solo por impacto y no por filo, con la consiguiente demora en el rebrote y la caída o desprendimiento de hojas.

1. Sistema de corte alternativo por cizalla

El sistema de corte por cizalla, al igual que una tijera, está formado por dos filos. Uno de ellos es el de la cuchilla (secciones intercambiables), que va montado a una barra con movimiento alternativo continuo transversal al avance y el otro, llamado también contracuchilla, fijo en el puntón. Las máquinas con barra de corte de movimiento alternativo, conocidas como guadañas o segadoras, se caracterizan por realizar un corte neto que agronómicamente se lo considera perfecto y que favorece la pronta recuperación de las pasturas, ya que no producen desgarramiento de los tallos, aceleran el rebrote y disminuyen los riesgos de ingreso de enfermedades.

Otra gran ventaja es que además evitan totalmente el repicado del material cortado y el daño a las



Figura 6-1 *M quina con sistema de corte alternativo*

pasturas, ya que poseen un buen sistema de copiado (plataformas suspendidas por resortes, con sistemas de copiado por patines regulables). Este diseño de cuchillas y puntones montados sobre una plataforma de bajo perfil, genera un "manto de forraje" que permite el uso de los acondicionadores mecánicos (Figura 6-1).

Es importante tener en cuenta que las cuchillas deben poseer buen filo y una correcta regulación de las grampas prensa-cuchillas, lo que posibilita el libre accionamiento e impide que se despegue la cuchilla de la contracuhilla, lo que puede llegar a provocar un corte deficiente. Para mantener los filos de la cuchilla y contracuchillas en buenas condiciones de corte, se deben regular periódicamente las grampas prensa cuchillas con espacio de 1 mm (Figura 6-3).

Si bien hay modelos equipados con sistema 3"x 3", la mayoría de las segadoras con corte alternativo están diseñadas con un sistema a de corte de paso angosto de 2" x 2", o sea que tiene 2" de paso con guardas o secciones de 2", la cual trabaja a una velocidad de giro del sistema de mando de 550 vueltas/minutos. Estos datos indican que para realizar un corte eficiente, la velocidad de avance de la segadora no debería superar los 9 o 10 km/h en alfalfa, mientras que con un sistema de discos rotativos se puede realizar un trabajo similar a 14 o 15 km/h. Esta limitación en la velocidad de avance de las máquinas con corte alternativo, es compensada con cabezales de mayor ancho de labor (Figura 6-3).

Su nivel de adopción masiva en nuestro país, como en el resto del mundo, siempre se vio limitado debido a su baja capacidad de trabajo, una reducida velocidad de avance y mayor frecuencia de roturas que las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo.

Actualmente se ofrecen en nuestro mercado modelos nacionales con un ancho de trabajo de 2,10 m y 2,70 m que son muy adoptados por productores que no necesitan gran capacidad de trabajo y que valoran la calidad en el heno de alfalfa, y que encuentran en estos modelos una máquina accesible y que ofrece una gran calidad de corte y acondicionado. También se ofrecen algunos modelos de segadoras de arrastre de origen canadienses, de 4,95 m de ancho de labor, que ofrecen buenas prestaciones pero por su escasa oferta y alto costo no han tenido gran aceptación en corte de alfalfa (Figura 6-4).





Figura 6-2 *Detalle de sistema de corte por cizalla.*



Figura 6-3 *Vista de la caja de mandos de cuchillas colocada en el cabezal*

En lo que estrictamente refiere a corte de alfalfa, la baja adopción del sistema alternativo , en reemplazo del sistema rotativo a discos, en máquinas de alta capacidad como autopropulsadas o algunos modelos de arrastre que se ofrecen hasta con 4,95 m de barra de corte, responde a que estos últimos ofrecen una calidad de trabajo similar, una mayor capacidad de trabajo a igual ancho de cabezal a la vez que presentan un menor nivel de roturas, aspectos muy valorados por el usuario de este tipo de máquinas como es el contratista. Para igualar la capacidad de trabajo, las máquinas con sistema de corte alternativo se ven obligadas a ofrecer cabezales más grandes, lo que dificulta el transporte de la máquina por rutas y caminos rurales (Figura 6-5).

Si bien este comentario es referido a corte de alfalfa, debe aclararse que en los últimos tiempos se ha incrementado el número de segadoras autopropulsadas que ofrecen como opcional cabezales con sistema de corte alternativo, los cuales han recibido gran aceptación en cultivos que generan gran volumen y que necesitan ser hilerados para su cosecha como es el caso de la colza. En busca de incrementar la capacidad de trabajo, especialmente para cultivos grandes, tupidos y de gran volumen, se adoptaron sobre estas segadoras cabezales draper, que en algunos modelos se ofrecen en



Figura 6-4 *Segadora de corte alternativo y sistema acondicionador de origen nacional*



Figura 6-5 *Segadora autopropulsada de corte alternativo con cabezal convencional*

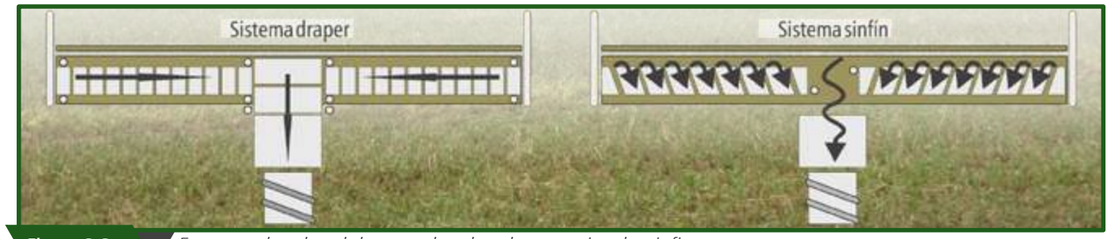


Figura 6-6 *Esquema de cabezal draper y de cabezal convencional a sinfin*

Estados Unidos y Europa desde 30”(9,1 m) hasta 45” (13,7 m) de ancho.

Los cabezales draper están constituidos de un chasis, una barra de corte con sistema de copiado del terreno flexible/flotante y un molinete que introduce el material una vez cortado. Pero a diferencia de los cabezales tradicionales, en el cabezal draper el sinfín acarreador se ve reemplazado por un conjunto de bandas de caucho acarreadoras. Las mismas trabajan llevando el material cortado desde los laterales del cabezal hacia el centro, que según el modelo, la marca y el tamaño del cabezal pueden tener una sola lona por cada lado o dos lonas en cada mitad del cabezal. Una vez en el centro, el material es depositado en una lona dispuesta en el mismo sentido de avance de la segadora, para alimentar los acondicionadores (Figura 6-6).

La adopción de los cabezales draper, encuentra su respuesta en que el traslado del material cortado en cabezales del tipo estándar, con traslado por sinfín, desde los extremos de mismo hasta el centro donde se encuentra el embocador, en modelos de gran ancho de labor, no es uniforme y el material llega extremadamente “enroscado” en sí mismo, lo cual genera ineficiencias en la alimentación y problemas para trasladar el pasto desde los extremos del cabezal hacia el centro, por lo cual estos no pueden ser muy anchos (Figura 6-7).



Figura 6-7 *Detalle de cabezal convencional a sinf n y molinete con paletas y dientes ajustables*

Los cabezales draper al no trasladar el material provocando un auto enroscado en sí mismo, permiten entregar el pasto en forma uniforme al órgano acondicionador y por eso pueden ser diseñados con un mayor ancho de labor (Figura 6-8).

2. Sistema de corte rotativo

Las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo, poseen todas el mismo principio, basado en el giro de unas cuchillas con filo y que posee un extremo libre, lo que les permite mantenerse perpendiculares al eje de rotación por fuerza centrífuga.



Figura 6-8 *Segadora autopropulsada con cabezal draper de 40 pies trabajando sobre colza.*

Estas cuchillas giran con alta velocidad tangencial (del orden de los 60 a 70 m/seg o 216 a 252 km/h), provocando el corte al impactar con los tallos de las plantas.

Como se dijo anteriormente, la limpieza del corte de los tallos se verá favorecido cuanto mayor sea la velocidad de giro de las cuchillas y mejor el filo de las mismas.

Existen en el mercado tres tipos de cortadoras rotativas:

- Cortadora hileradora rotativa tipo hélice.
- Cortadora hileradora tipo tambor.
- Cortadora de discos (segadoras).

2.1 Cortadora hileradora rotativa tipo h lice

En Argentina el corte e hilerado de las pasturas se realiza mayoritariamente con cortahileradoras de cuchillas rotativas tipo hélice, de dos ejes verticales y un ancho de labor variable entre 2,80 m. y 3,20 m, con algunos modelos de 4 rotores que llegan a un ancho de trabajo de 4,20 m.

El motivo del alto nivel de adopción de este tipo de máquinas, está dado por su bajo costo de fabricación y mantenimiento, además de una gran robustez de funcionamiento, lo que las hace aptas para cortar pasturas enmalezadas y hasta para picar rastrojos.

Otra causa de su masiva adopción es la falta de concientización por parte de los productores, en relación al trato agresivo que estos equipos realizan sobre el material cortado.

Esto provoca un aumento del repicado de las plantas y daños a las pasturas por falta de uniformidad en la altura de corte y daños a los meristemas de crecimiento, perjudicando el rebrote y la longevidad de las praderas.

Dentro de este tipo de máquinas existen las accionadas por correas planas o en “V” y las accionadas por cajas de engranajes cónicos, siendo estas últimas las más aconsejadas por permitir el sincronismo de las cuchillas, efectuando el corte completo en todo su ancho de trabajo.

Las de correas al no permitir dicho sincronismo dejan una pequeña parte del ancho de trabajo sin cortar, defecto que puede salvarse con la ayuda de un deflector central.

2.1.1 Principales desventajas

Ineficiente copiado del terreno

Lo que ocasiona una altura de corte irregular cuando se trabaja a altas velocidades de avance y en terreno desparejo, provocando daños a las pasturas y cuchillas e incorporando tierra a la andana.

Este problema se presenta por la imposibilidad de trabajar con plataforma flotante y patines de copiado en todo el ancho de corte, siendo las ruedas las que salvan las irregularidades del terreno.

La desuniformidad en la altura de corte se debe a que los puntos de copiado (ruedas) se encuentran alejadas del punto de corte (cuchillas).

Las cortahileradoras de 3 ruedas con lanza de tiro articulada, tienen mejor copiado del terreno que las que cuentan con solo dos ruedas traseras y lanza de tiro rígida, donde la altura de corte es un promedio del apoyo obtenido de las dos ruedas de la máquina y las ruedas del tractor (Figura 6-9).

Repicado del forraje

La desventaja de estos equipos radica en el efecto de repicado del material cortado, que ocurre cuando las cuchillas toman contacto en más de una ocasión con el forraje provocando pérdida en calidad y cantidad.

El forraje repicado (trozos cortos de tallos y gran cantidad de hojas sueltas), se localiza mayormente en la parte central de las hileras. Esto ocurre a consecuencia del diseño de los dos grandes rotores con cuchillas largas, que al girar hacia adentro y en sentido contrario, arrojan el material cortado una hacia la otra, que en primer lugar ocasiona el desprendimiento de hojas (órgano sensible a desprenderse ante un efecto mecánico) con la consiguiente pérdida de MS de altísima calidad y en segundo lugar, el repicado o doble impacto de

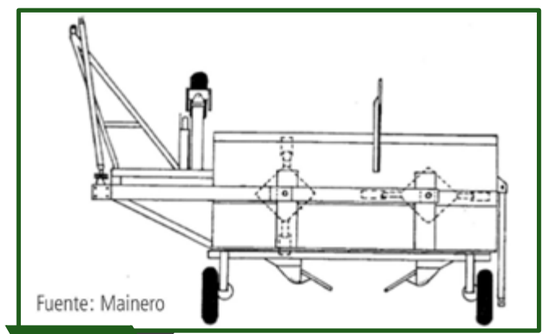


Figura 6-9 *Vista en planta de una cortadora tipo h lice de 3 ruedas.*

las plantas es el “seccionado de diferentes partes de la planta” en trozos de un tamaño inferior a 10 cm los cuales no pueden ser recogidos por el recolector de la enfardadora, con la consiguiente pérdida directa de MS. Una de las formas prácticas de evitar este repicado, es facilitar la salida del material de la cortadora, abriendo totalmente los deflectores posteriores, que se utilizan para hilerar el material cortado.

Al respecto cabe destacar que es preferible, realizar una pasada de rastrillo hilerando el material cortado, antes que tratar de hilerar con la cortadora incrementando la pérdida de MS por repicado de las plantas (Figura 6-10).

Recortado o trozado de los tallos

Después de cortados quedan adheridos al suelo y pueden ser nuevamente tomados en la vuelta siguiente del rotor. Esto generalmente se produce cuando la cortahileradora no tiene filo en las cuchillas (situación muy normal, por las características de las cuchillas: largas y de gran espesor, de material no muy duro para evitar roturas). La velocidad de rotación es menor a la aconsejada, cuando la velocidad de avance es excesiva o cuando el rotor corta en forma horizontal o levemente inclinado hacia atrás.

El tallo en estas condiciones, al ser tomado por las cuchillas, ofrece una resistencia al corte y se inclina en el mismo sentido de giro de la cuchilla (Figura 6-11 A). Luego, al retomar su verticalidad y en la misma pasada del rotor, nuevamente toma contacto con la cuchilla, provocando desgarro, retardando la velocidad de rebrote (Figura 6-11 B).



Figura 6-10 *En la fotograf a se muestra un doble efecto perjudicial. El da o de una corona de alfalfa y el repicado del forraje con p rdida directa de hojas y partido de tallos que no ser n recolectados por la enfardadora. Esto es muy com n en el trabajo de cortadoras tipo h lices mal reguladas.*

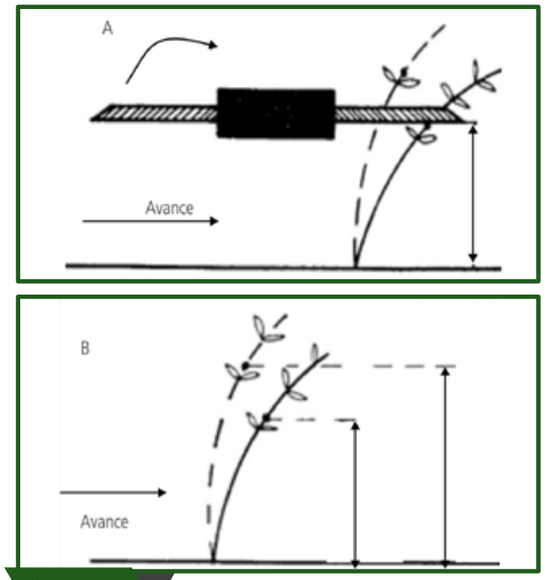


Figura 6-11 *Corte deficiente por falta de filo en las cuchillas.*

Esto se puede disminuir en cierta medida, trabajando con una leve inclinación del rotor hacia adelante. En la siguiente figura, es posible observar el ángulo de inclinación hacia adelante con que debe trabajar el rotor portacuchillas, destacándose que entre el extremo más bajo de una cuchilla y el extremo más elevado de la cuchilla opuesta, debe existir una diferencia de 2 a 4 cm, para evitar el doble impacto en los tallos que están adheridos al suelo (Figura 6-12).

Otra de las grandes desventajas de estas hélices es que por su diseño y tipo de trabajo, impiden la incorporación de acondicionadores como consecuencia de entregar el material cortado en forma de cordones densos, mientras que los acondicionadores necesitan que se lo haga de manera uniforme en todo su ancho. De esta forma todas las plantas reciben un tratamiento similar al pasar por los rodillos o dedos acondicionadores.

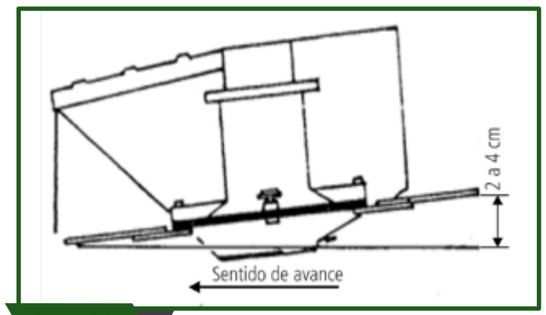


Figura 6-12 *Inclinaci n correcta del rotor. Fuente: Mainero.*



Dada la gran importancia que tiene el filo en la calidad del corte, es recomendable que el diseño de la máquina contemple el uso de cuchillas de material tratado y filo rectificado; en lo posible con cuatro filos útiles por cuchilla ya que resulta más práctico intercambiar las cuchillas de lugar al momento de trabajo, antes que afilarlas.

Un correcto diseño puede contemplar:

1. Cuchilla de cuatro filos útiles, reversibles e intercambiables.

2. Bulón de fijación.

3. Brazo que pivotea con el rotor de diámetro considerable.

Cualquiera sea el sistema de cuchillas utilizado, es aconsejable el recambio de las mismas a medida que se va perdiendo el filo, cuando se observa desgarramiento del tallo y una excesiva caída de hojas en lugar de un corte limpio.

Otra de las grandes desventajas de estas cortadoras, es que no permiten trabajar a altas velocidades y por lo general presentan muchas dificultades para hacerlo a más de 7 - 8 km/h, produciendo un alto defasaje, con la capacidad de trabajo que hoy permiten las rotoenfardadoras que se encuentran disponibles en el mercado, además de aumentar los costos de amortización del equipo completo.

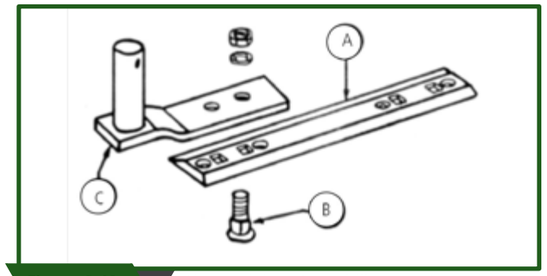


Figura 6-13 *Dise o del portacuchilla. Fuente Mainero.*

2.2 Cortahileradora a tambores o platos

Su escasa difusión se debe principalmente al mayor costo de fabricación, con respecto a las de tipo hélice, y las reducidas ventajas agronómicas que el usuario puede apreciar.

En estas máquinas de tambores, las cuchillas se fijan en la base de los cilindros (tambores), que toman mando desde la parte superior de los mismos impidiendo o haciendo muy ineficiente el uso de acondicionadores mecánicos, por tener que hilerar el forraje antes de que sean tomados por los acondicionadores.

Estos equipos permiten un diseño con plataforma flotante, para copiar las irregularidades del terreno y de esta forma mantener una altura de corte constante, evitando el impacto de las cuchillas con el suelo con un desgaste prematuro de las mismas y asegurar la permanencia de las pasturas productivas por más tiempo.

La plataforma consiste en grandes platos de giro libre, del mismo diámetro que los tambores y colocados por debajo de estos, deslizandose en contacto con el suelo.

Mientras más tambores tenga una máquina para un mismo ancho de trabajo, mejor será el copiado del terreno, dado que las cuchillas estarán próximas a los puntos de apoyo (Figura 6-14).

Ventajas del sistema con respecto al diseño tipo hélice
- Menor repicado del material.
- Mayor uniformidad de la altura de corte.

Desventajas
- Mayor costo de fabricación.
- Ineficacia con el uso de acondicionadores mecánicos en modelos de gran diámetro de tambor, por el inevitable hilerado del forraje que producen en el corte.



Figura 6-14 *Cortadora de tambores con mando superior.*

2.3 Cortadoras hileradoras de disco (segadoras)

Estas máquinas cuentan con discos en cuya periferia tienen cuchillas cortas y livianas que facilitan el recambio de las mismas por su bajo costo.

Debido al reducido tamaño de las cuchillas, por más que no tengan demasiado filo, el corte siempre es mucho más eficiente y prolijo que el de una cortadora tipo hélice, mejorando la velocidad de rebrote con el consiguiente incremento de producción de forraje de las pasturas cortadas a lo largo del año, respecto a otros sistemas de corte (Figura 6-15).

Un punto a considerar en las cuchillas de corte es que ellas tienen un biselado, en el que se encuentra el tratamiento de endurecimiento de las mismas (Figura 6-16).

Es importante recordar que ese lado endurecido debe ir siempre hacia abajo para aumentar la vida útil, el filo de las cuchillas y por consiguiente la disminución de la frecuencia de reposición de las mismas, con una reducción en el costo de mantenimiento, además de contar por más tiempo con una mayor calidad de corte (Figura 6-17).

La empresa CNH, patentó un sistema denominado QuickMax, el cual permite cambiar las cuchillas en una forma rápida y sencilla comparado con los tradiconales, sistemas donde las cuchillas se encuentran atornilladas. El sistema está compuesto por una tuerca excéntrica y un retenedor de resorte de acero, que es el encargado de sujetar la cuchilla. Para hacer el cambio o inversión del filo de las cuchillas, se utiliza una palanca que se introduce sobre el resorte, que al hacer fuerza hacia abajo, libera la cuchilla de la tuerca que la sostiene (Figura 6-18 y 6-19).

Los discos trabajan a 3.000 rpm y la transmisión a los mismos se realiza mediante un mando de engranajes inferior. El sistema está montado sobre un conjunto de patines, dando como resultado un



Figura 6-15 *Cortadora acondicionadora de discos con cuchillas cortas.*



Figura 6-16 *Detalle de cuchillas aserradas reversibles de 14 grados. El aserrado canaliza las part culas de fricci n y reduce el desgaste sobre las cuchillas. Incrementa la vida til en suelos arenosos o abrasivos*

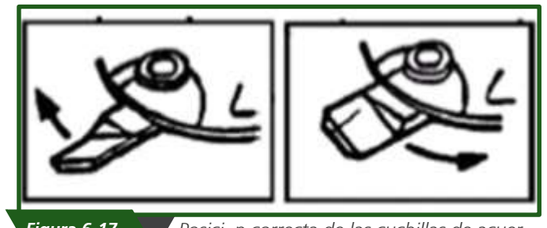


Figura 6-17 *Posici n correcta de las cuchillas de acuerdo al sentido de giro de las mismas.*

sistema de copiado infinito, evitando el impacto de las cuchillas en el suelo, por más que este presente un alto grado de desniveles.

Otra de las ventajas de este sistema de corte es que al tener un mando inferior y una plataforma de corte de bajo perfil, facilita el flujo del forraje cortado en forma pareja hacia los acondicionadores mecánicos (en el caso que cuenten con ellos), haciendo mucho más eficiente el trabajo, en beneficio de la calidad final de heno producido.

Por lo general la plataforma de corte se encuentra suspendida por resortes sobre un chasis, lo cual le permite un alto grado de flotación, alta velocidad de tránsito con mínimo daño a la unidad de corte, aún en condiciones de suelo desparejo (Figura 6-20).

La flotación del equipo debe regularse de tal manera que los patines de copiado no dejen una huella en el suelo, y que la altura de corte sea uniforme. Si se ven altibajos en la altura de corte, es probable que a la plataforma de corte le esté sobrando flotación, en ese caso se debe reducir la tensión de los resortes que mantienen suspendida la plataforma con mayor estabilidad.

Por el contrario, en suelos sueltos o demasiado húmedos, si se ven huellas en el suelo se debe aumentar la flotación del equipo.

En suelos demasiado sueltos, es necesario corregir la flotación, ya que los patines pueden llegar a producir el arrancado de plantas con el daño que esto significa.









Figura 6-18 *Sistema de f cil reemplazo de cuchillas.*

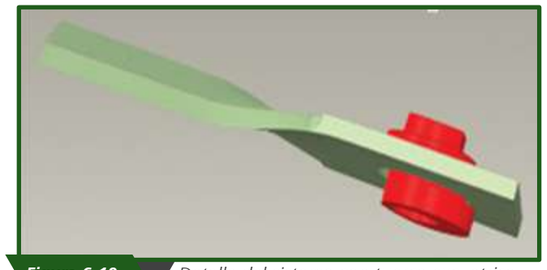


Figura 6-19 *Detalle del sistema con tuerca exc ntrica sobre el cual trabaja un buje.*



Figura 6-20 *Sistema de flotaci n del cabezal de corte mediante dos resortes que se ajustan a trav s de un tornillo. Aumentar el peso para campos m s lisos y velocidades m s r pidas y disminuir el peso en terrenos m s suaves y velocidades bajas.*

Estas máquinas deben estar provistas de patines de copiado en ambos extremos de la plataforma de corte y que sean estos los que determinen la altura de trabajo.

Si bien en un principio se pensaba que estos sistemas de corte se adaptaban solo a condiciones de trabajo delicadas (lotes con varios años de laboreo), los avances en el desarrollo de las plataformas de corte les dieron mayor rusticidad, mediante un mayor número de piezas cambiables y fusibles que evitan el daño a la transmisión ante cualquier bloqueo sufrido en los discos de corte.

Además muchas de las piezas son reversibles y presentan una capacidad de uso prolongado (dependiendo de las condiciones de campo obviamente), lo que baja en gran medida el costo de reposición, siempre y cuando los recambios sean realizados en tiempo y forma.

Estos adelantos, son lo que permitieron dar mayor seguridad al sistema y bajar los costos de reparación y mantenimiento facilitando el corte en cualquier situación de campo, a altas velocidades de avance, bajando los costos amortización.

Una de las recomendaciones prácticas en la que se pone especial énfasis en no soldar ningún elemento en los discos de corte, ya que los mismos giran a gran velocidad y aceleran el desgaste de la máquina en su totalidad, pudiendo llegar a causar daños graves, tanto en su estructura, como en la caja de transmisión de la barra de corte, debido a las vibraciones trasmitidas por el desbalanceo de los mismos (Figura 6-21).

Algunas de las plataformas de corte que se ofrecen en el mercado, presentan la posibilidad de partirse en secciones individuales, para mejorar su confiabilidad y hacer más sencilla y económica su reparación (Figura 6-22).



Figura 6-21 *Refuerzo soldado en un disco de corte. Esta es una pr ctica perjudicial para la vida til de la m quina (desbalanceo perjudicial para la vida til del sistema de mando).*





Figura 6-22 *Plataforma de corte de secciones independientes. El dise o modular permite reducir los tiempos y costos de reparaci n, dado que se tiene repuestos en com n para cada disco. Los niveles de aceites son independientes.*

Contrariamente a lo que se pensaba anteriormente, cuando se trabaja sobre pasturas subtropicales que tienden a formar matas, el tránsito de estas máquinas es mucho más suave que el de las cortadoras tipo hélice, por su sistema de flotación con patines de copiado, además que le ofrecen un mejor tratamiento a las pasturas ya que no impactan sobre los macollos de las plantas y mejoran el rebrote.

Una característica que ofrecen algunos diseños, es un huelgo entre la barra de corte y los rodillos acondicionadores. El mismo sirve de escape (como una trampa de piedra) para que cuando se trabaja en zonas de piedra o palos, si se llegara a levantar algún cuerpo extraño, el mismo caiga al suelo y no sea atrapado por los acondicionadores los cuales podrían sufrir daños (Figura 6-23).

Otra de las razones que hacen a la mejora del rebrote, son los suplementos que se pueden poner en los patines de copiado para fijar la altura a 20 cm, la cual es aconsejada cuando se trabaja con especies tipo C4 (Figura 6-24).

Si bien la altura de corte se regula mediante patines de copiado, también se puede regular la inclinación de la barra de corte, que determina en menor escala la altura de corte.



Figura 6-23 *M quina con espacio entre la barra de corte y los rodillos acondicionadores.*



Figura 6-24 *Pat n de copiado lateral de f cil regulaci n.*



Figura 6-25 *Dispositivo de doble rosca para regular la inclinaci n del ngulo de corte.*

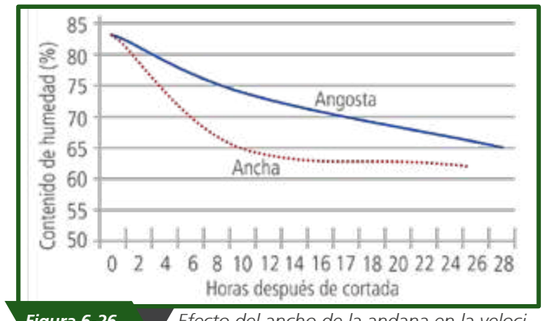


Figura 6-26 *Efecto del ancho de la andana en la velocidad del secado de la alfalfa.*

La misma se realiza mediante un doble espárragos que hace que la plataforma de corte esté en diferentes grados de inclinación al trabajar (Figura 6-25).

Si bien a los efectos del corte es aconsejable un ángulo aproximado a los 8º, desde el punto de vista de la maquinaria siempre conviene trabajar con inclinación 0º, para disminuir al máximo el desgaste de la plataforma de corte.

Del mismo modo, cuando se trabaja sobre terrenos nuevos que aún pueden tener palos o piedras, el trabajo sin inclinación es conveniente para evitar al máximo que éstos sean levantados y entregados a los acondicionadores para evitar el daño de los mismos. En la parte posterior de estas máquinas, se encuentran unas compuertas regulables que ayudan a la formación de las andanas con diferentes anchos y alturas, según las condiciones climáticas de secado.

Siempre se debe tratar que las hileras que se formen estén lo más desordenadas posible, con sus tallos hacia arriba de modo tal que éstos tengan mayor exposición al sol que las hojas, para tratar de igualar la velocidad de secado de las diferentes partes de la planta y disminuir la pérdida de material de alta calidad (como las hojas), durante la recolección. Una manera de lograr este efecto, es teniendo una velocidad de trabajo alta (superior a 10 km/h) y los deflectores posteriores en posición media.

En la mayoría de los cultivos con estas recomendaciones, se logra una hilera bien formada y suficientemente esponjosa como para lograr el tránsito de aire en su interior y la exposición de los tallos a la luz solar, en mayor proporción que las hojas (Figura 6-26).

Es importante tener en cuenta que en condiciones de suelo más seco es aconsejable dejar hileras bien desparramadas, para que el forraje tenga mucho contacto con la luz del sol, ya que es el factor que mayor incidencia tiene en la fase inicial del secado, en tanto que en condiciones de suelo húmedo, conviene confeccionar hileras más altas y esponjosas para disminuir el contacto del forraje con el suelo, el cuál le va a ceder humedad.

Para tomar como referencia podemos decir que cuando se habla de hileras anchas se puede considerar un 75 % del ancho de corte, en tanto que cuando se habla de hileras angostas, un 30 % del ancho total de corte de la máquina utilizada (Figura 6-27).

Por último y en beneficio de este sistema de corte citamos un ensayo realizado por Mueller et al (1996) en la University of Wisconsin, en donde se observó que el corte realizado con este tipo de cortadoras de discos respecto a una cortadora alternativa no demostró diferencias, en producción de las pasturas ni en el stand de plantas, teniendo con las máquinas de discos mayor productividad y mayor sencillez en las reparaciones respecto a las de corte alternativo.

Incremento de la capacidad de trabajo

En segadora de arrastre un diseño que ha permitido incrementar la maniobrabilidad en modelos de más de 3,50 m de ancho de labor, es el tiro central. Este tipo de máquinas permite mediante un desplazamiento hidráulico colocar la máquina a uno u otro lado del tractor, facilitando las maniobras en cabecera, posibilitando cortar ida y vuelta sin hacer melgas, a la vez que ayuda el manejo en lotes geométricamente irregulares (Figura 6-28).

En las máquinas de menor ancho y de tiro lateral, se destacan aquellas equipadas con caja Pivot que permiten girar a 90º sin disminuir la velocidad de avance ni las revoluciones en la toma de potencia del tractor (Figura 6-29).

Otro equipamiento, que ha permitido un incremento en la capacidad de trabajo de las segadoras es la adopción de pilotos automáticos. Estas tecnologías permiten aumentar notablemente la eficiencia, fundamentalmente en los modelos autopropulsados que trabajan con cabezales de gran ancho de labor (la mayoría es de 4,9 m pero existen ya en el mercado modelos de 10 m) y que pueden operar a altas velocidades de trabajo (entre 15 y 20 km/h).

Un cabezal de gran ancho y una alta velocidad de trabajo, generan que el operario tenga que cortar dejando un sector del cabezal libre (vacío sin cortar), para evitar dejar "chanchos" ante las irregularidades que le puede presentar el lote.

Al tomar este recaudo y no trabajar con todo el ancho efectivo que le ofrece el cabezal, se genera una ineficiencia que disminuyen la capacidad operariva real de la máquina.

Es por este motivo que el piloto automático ha tomado gran auge en cuanto a su adopción en segadoras autopropulsadas, dado que permite trabajar todo el lote con el cabezal "lleno", incrementando el rendimiento de la segadora en has/día y disminuyendo el consumo de combustible al disminuir el número de pasadas.



Figura 6-27 *Regulaci n posterior de los deflectores formadores de andanas.*

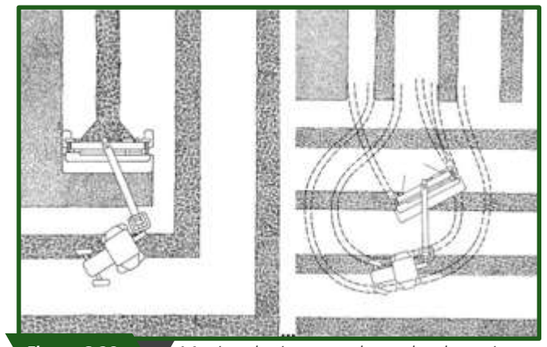


Figura 6-28 *M qina de tiro central con desplazamiento hidr ulico girando en cabecera*

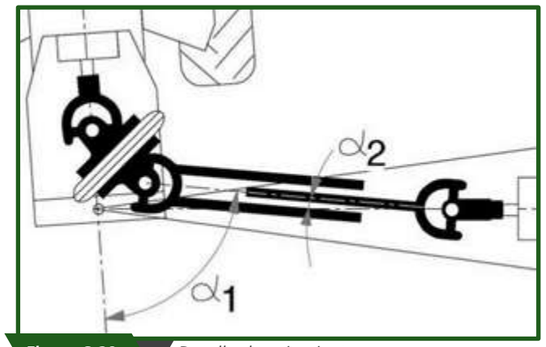


Figura 6-29 *Detalle de caja pivot*

En la actualidad existen básicamente dos tipos de pilotos automáticos en nuestro mercado, los que se montan directamente sobre el volante (o sobre la barra de dirección), o bien los que ya vienen integrados a la segadora autopropulsada y actúan sobre el sistema hidráulico de la máquina.

Los del primer grupo se caracterizan por ser compatible con todas las marcas y modelos y por poseer una fácil instalación y uso.

Estos equipos constan de un motor que se instala en el volante con un soporte especial, una unidad de procesamiento y una barra de luces con pantalla para que el operario pueda visualizar el trabajo que está realizando.

Tiene la ventaja de ser fácilmente desmontable y brindar la posibilidad de utilizar el mismo piloto automático en diferentes implementos (Figura 6-30).

Por otra parte, existen los pilotos automáticos integrados que se diferencian por tener una conexión hidráulica con la máquina.

Estos sistemas están compuestos por un controlador, un conjunto de válvulas hidráulicas y un sensor de dirección de las ruedas, en los cuales el controlador emite una orden por medio de una señal eléctrica que es receptada directamente en la barra de dirección a través de electroválvulas.



Figura 6-30 *Componentes del piloto autom tico, montados sobre el volante de la m quina*

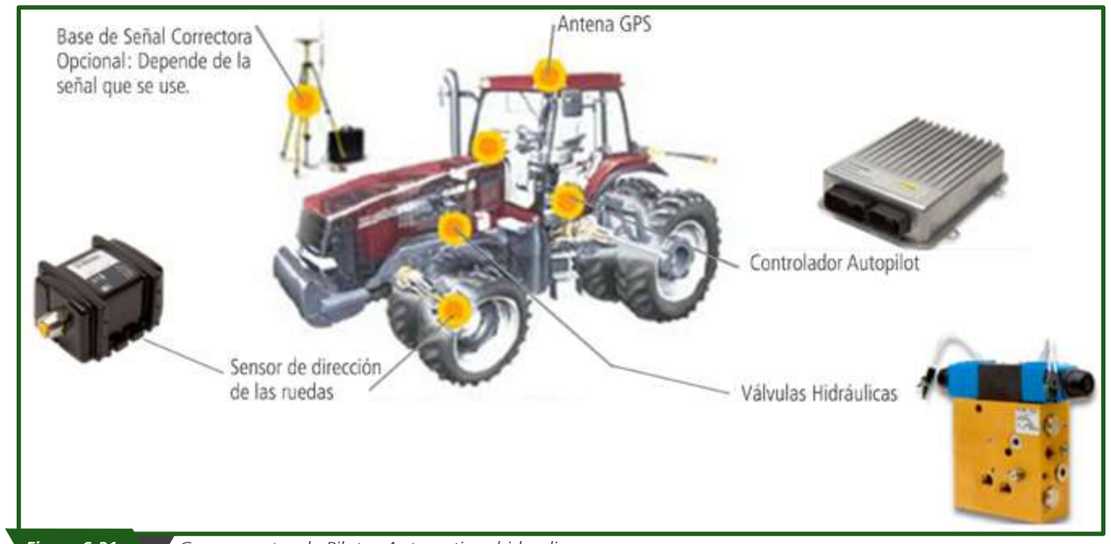


Figura 6-31 *Componentes de Pilotos Autom ticos hidr ulicos*

Si el auto-guía no está activado, el mando sobre las electroválvulas está dado por el volante en lugar de por el controlador (Figura 6-31).

A su vez, la precisión con que opere el piloto automático, va a depender de que la señal correctora esté trabajando en el equipo.

En segadoras autopropulsadas es común que se trabaje solo con corrección satelital, con la cual se puede operar con un error de entre ±35 cm y ±10 cm, pero hay una creciente demanda de equipos corregidos con base RTK con la que se logra una precisión de entre ±2,5 cm a ±5 cm.

Una novedad es la incorporación de pilotos automáticos en segadoras de arrastre de tiro central (Figura 6-32).

Calidad de corte

La calidad de corte, está determinada por dos factores:

- La velocidad de las cuchillas.
- La calidad del filo de las cuchillas.

La velocidad de las cuchillas va a ser determinada por la potencia del tractor y el volumen del forraje a cortar. La barra de corte de una segadora a discos trabaja normalmente a 3.000 rpm.

Teniendo en cuenta en las zonas que se trabaje, la velocidad de avance esperada y la densidad del material a cortar, será el dimensionamiento del tractor necesario para el corte.





Figura 6-32 *Segadoras de arrastre de tiro central equipada con piloto autom tico.*

Por lo general es conveniente tener levemente sobredimensionados los tractores para no sufrir el problema de que en una época del año con gran densidad de volumen, las cuchillas pierdan velocidad por falta de potencia en la toma de fuerza, afectando la calidad del corte y por consiguiente la velocidad del rebrote, con la merma en la producción de MS de la pastura.

El filo de las cuchillas es fundamental, para reducir el esfuerzo de corte, con ahorro en el consumo de potencia y combustible, además de cuidar la prolijidad en el trabajo.

Cuando se produce desgarramiento de los tallos, también existe rotura de pared celular y las plantas necesitan cicatrizar para luego comenzar a rebrotar.

La demora en el inicio de producción de MS, puede llegar a ocasionar la pérdida de hasta un corte al año, con las consiguientes pérdidas económicas.

3. Por qu las segadoras acondicionadoras son m s rentables que las h lices?

La tecnología de las segadoras acondicionadoras llegó a Argentina en la segunda mitad de la década del '90 y desde entonces son muchos los estudios realizados sobre la conveniencia de aplicación, las ventajas agronómicas y la amortización de estos equipos. Sin embargo, hasta el momento no se habían logrado conclusiones claras y contundentes sobre la utilización de esta tecnología.

Debido a esto, el INTA junto a asesores privados, llevó a cabo un ensayo comparativo de ambas tecnologías de corte, tomando como base tres hipótesis fundamentales. La primera sostiene que el sistema de corte a discos con cuchillas cortas de las segadoras acondicionadoras permite una mayor velocidad de impacto contra la pastura, lo que genera un corte neto de los tallos y, consecuentemente, un acelerado en la velocidad de rebrote, lo que repercute en el incremento de la producción de MS/ha.

La otra presunción analizada, es que la barra de corte (compuesta de platos con cuchillas cortas), produce un mínimo repicado, contrario al de las hélices que poseen un diseño de dos grandes rotores con cuchillas largas (que al girar hacia adentro y en sentido contrario hacen que las cuchillas tomen contacto en más de una ocasión con el forraje). De esta manera, "el repicado de la hélice" deja el material con trozos cortos de tallos y gran cantidad de hojas sueltas que se convierten en pérdidas por la imposibilidad de ser recolectado por la rotoenfardadora, enfardadora o megaenfardadora.

Y por último, la hipótesis restante, establece que las bandejas de corte de bajo perfil de las segadoras generan un flujo de forraje que permite el uso de los acondicionadores mecánicos, los cuales incrementan la velocidad de secado del material por dejar dejar abiertas nuevas vías de escape para la salida del agua.

De este modo se acelera la pérdida de humedad de las pasturas tratadas, bajando la tasa de respiración y acumulando mayor cantidad de nutrientes solubles, lo que se traduce en la disminución de Fibra de detergente Ácido (FDA) y Fibra de detergente Neutro (FDN), con un incremento del valor nutricional de los forrajes.

De esta manera sería simple pensar en la conveniencia del uso de cortadoras acondicionadoras, en el logro de forrajes conservados con menos FDN (que es la celulosa, la hemicelulosa y lignina presente en el material vegetal), más digestibilidad y mayor cantidad de Energía Metabolizable (EM) para producción de leche o de carne.

El principal objetivo de esta prueba a campo fue transformar estas hipótesis, que hasta ahora son consideradas como mitos o supuestos en la producción del heno sin conclusiones valederas, en ventajas probadas que muestren los beneficios de la adopciòn de segadoras con acondicionador versus la helice.

El ensayo logró demostrar que las tres hipótesis planteadas son tres beneficios reales y concretos que otorga el corte con segadoras con acondicionador, respecto al de hélices. A partir de un mayor rebrote, menores pérdidas por repicado y una mayor calidad del material a recolectar se dispone de más Kg de proteína bruta y megacalorías de energía metabolizable por ha.

Esta prueba a campo fue realizada en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, sobre un lote de alfalfa sembrada bajo sistema de siembra directa en mayo de 2014, con una mezcla de variedades grupo 8. Para la prueba se utilizaron una cortadora desmalezadora tipo hélice y una segadora de arrastre con acondicionador, ambas de 2,8 m de ancho de trabajo y con el filo de las cuchillas en perfecto estado.

La prueba a campo se realizó durante los 5 cortes efectuados a la pastura en su primer año de producción y en cada fecha de corte se evaluó el rendimiento acumulado de la pastura, las pérdidas por repicado, las pérdidas por respiración post-corte y las pérdidas de nutrientes totales, las dos últimas tomando muestras que se enviaron al Laboratorio de Calidad de Forrajes de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi (Figura 6-33).





Figura 6-33 *Dise o del ensayo realizado en INTA Manfredi*

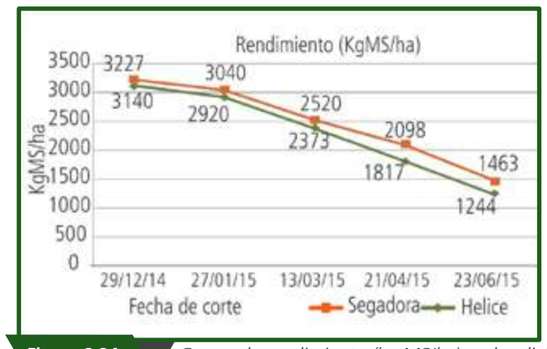




Figura 6-34 *Curvas de rendimiento (kg MS/ha) en las distintas fechas de corte que se produjo en las parcelas donde trabajaron cada una de las m quinas.*

3.1 Efecto Rebrote

En primer lugar, al trabajar sobre la primera hipótesis se llega a la conclusión de que la segadora realiza un corte prolijo con mínimo deshilachado de los tallos, eso favorece el rebrote y la producción de forraje a lo largo del año con un incremento del 8 % de la productividad de la pastura de alfalfa, otorgando una producción extra anual de 852 kg MS/ha (Figura 6-34).

En el gráfico se puede ver la variación en el rendimiento de la pastura por efecto de la época del año y del efecto sobre el rebrote de cada sistema de corte empleado, con valores de rendimiento siempre superiores para las parcelas cortadas con segadora.

A esta ventaja hay que sumarle el menor costo de reposición que presentan las cuchillas de las segadoras, que son reversibles y pequeñas (facilidad de recambio), lo que posibilita trabajar permanentemente con un corte neto.

3.2 Efecto Repicado

Respecto del segundo supuesto, sobre el repicado que ocasiona el trabajo de corte, se debe manifestar que las segadoras logran un corte de forraje con mínimas pérdidas por repicado, dado que disminuye en un 62 % los trozos de tallos y hojas sueltas menores a 6 cm, que quedan tirados en el lote y que no serán tomados por el recolector de la roto o megaenfardadora.

La hélice, a lo largo de los 5 cortes evaluados, dejó 1.487 kg MS/ha tirados en el piso, mientras que la segadora solo perdió 568 kgMS/ha (Figura 6-35).

Observando el gráfico debe aclararse que durante el corte del 21 de abril de 2015 se observa un incremento importante de las pérdidas por efecto del estado sanitario de las plantas (gran incidencia de mancha amarilla), con alta susceptibilidad a la caída de las hojas (Figura 6-36).

Sumando estos dos primeros beneficios, se obtuvo a lo largo de la campaña, una diferencia de MS total cosechable de 1.772 Kg MS como resultado de los efectos acumulados de rebrote y de pérdidas por repicado bajo cada sistema de corte.

3.3 Efecto Acondicionador

Respecto a las conclusiones logradas en base a la tercera hipótesis planteada se debe mencionar que mediante el quebrado y aplastado de los tallos, los



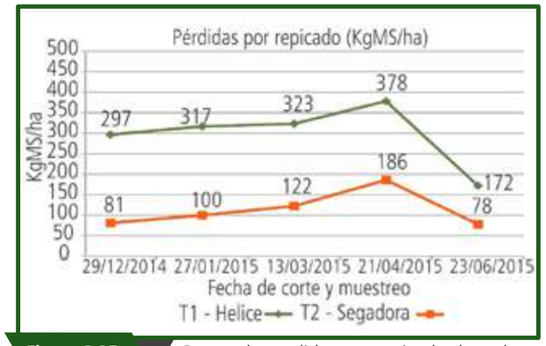


Figura 6-35 *Curvas de p rdidas por repicado de cada una de las m quinas en las distintas fechas de corte*



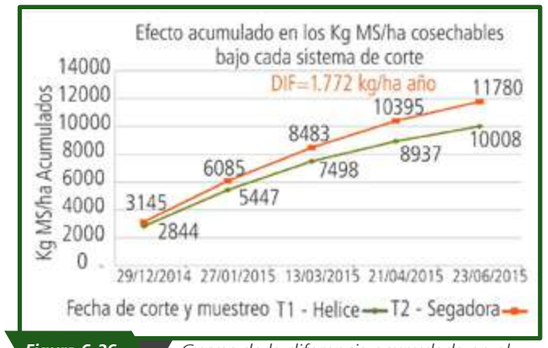


Figura 6-36 *Curvas de la diferencia acumulada en el rendimiento de la pastura, teniendo en cuenta las p rdidas por repicado y por la disminuci n en el rendimiento.*

acondicionadores generan vías de escape al agua contenida en ellos, lo que permite disminuir el lapso de tiempo que transcurre desde el corte hasta que la humedad llegue al 50 %, momento en que la planta continúa respirando y consumiendo azúcares que afectan la calidad final del forraje.

Queda demostrado en este ensayo que cuando se trabajó con una segadora con acondicionador, la pastura de alfalfa lista para henificar poseía un 23.48 % de PB y 2.6 Mcal kg MS, respecto a la pastura cortada con una segadora, donde la calidad promedio fue de 21.93 % PB y 2.5 Mcal kgMS.

Los gráficos que se presentan a continuación muestran un resumen de proteína bruta y las megacalorías de energía metabolizable por ha de la que se dispone al cortar la pastura con ambos sistemas (Figura 6-37 y 6-38).

3.4 El dato in dito: ¿Cu nta mayor productividad se logra con las cortadoras-acondicionadoras?

Al considerarse la sumatoria de los efectos de rebrote, repicado y acondicionador, se pudo determinar la diferencia total de nutrientes listos para

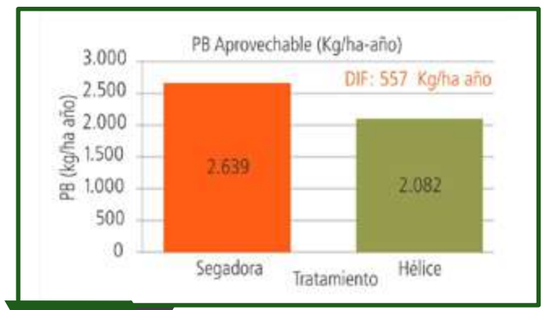


Figura 6-37 *Prote na Bruta acumulada a lo largo de la campa a.*

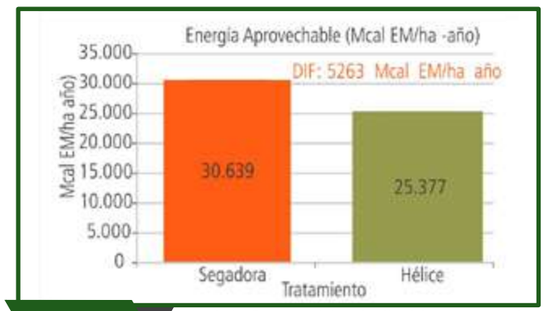


Figura 6-38 *Mcal de Energ a Metabolizable acumulada a los largo de todos los cortes de la campa a*



Figura 6-39 *La mayor productividad de la pastura se puede traducir en 283 kg de carne 1425 litros de leche/ha a o.*

ser henificados bajo cada sistema de corte evaluado. Los gráficos que se presentan a continuación muestran el acumulado de proteína bruta y las megacalorías de energía metabolizable por ha, que se obtuvieron al cortar la pastura con cada sistema de corte durante los cinco cortes evaluados.

La diferencia global de nutrientes cosechables bajo sistema de corte tipo segadora con acondicionador, respecto a los cosechables a partir de un sistema de corte tipo h lice, a lo largo de los cinco cortes, arroj una diferencia global acumulada de 557 kg PB y 5.263 Mcal EM/ha, listos para ser henificados. Este diferencial de energ a cosechable equivale a 283 kg de carne 1425 litros de leche.

A estos beneficios demostrados en esta prueba a campo, hay que sumarle la eficiencia de copiado de terreno que presentan las segadoras, lo que brinda uniformidad en la altura de corte y evita el daño a los meristemas de rebrote; y la capacidad para conformar andanas uniformes y menos densas por la facilidad de regulación de los faldones traseros, lo que mejora el secado.

A partir de esta prueba a campo, queda demostrado en forma clara y concreta los beneficios del uso de segadora y se logra aclarar que la falta de adopción de esta tecnología en las últimas décadas ha sido por un problema financiero (dada la diferencia que existe en el costo de adquisición de cada una de las máquinas) y no económico, dado que esa diferencia es amortizada en poco tiempo.

Ventajas de las cortadoras de discos con acondicionador mec nico

- **Gran capacidad y excelente calidad de trabajo**
- **Corte prolijo** con mínimo deshilachado de los tallos por un fácil recambio de las cuchillas, fa-



Figura 6-39 *Acondicionador mec nico: es importante acortar el tiempo de respiraci n debido a que se trata de un proceso de oxidaci n perjudicial.*

voreciendo el rebrote y la producción de forraje a lo largo del año.

- Corte del forraje con **m nimo repicado**. (no hay pérdida de material).
- **Eficiente copiado del terreno**, lo que brinda uniformidad en la altura de corte y evita el daño a los meristemas de rebrote.
- **Eficiente trabajo del acondicionador** mecánico a rodillos o dedos por recibir el material en forma pareja y uniforme.
- Conformación de **andanas uniformes y menos densas** por la facilidad de regulación de los faldones traseros, mejorando el secado.
- **Menor costo de reposici n** de las cuchillas, las que son reversibles y pequeñas y facilidad de recambio de todas sus partes.

Desventaja con respecto a las h lices

- Mayor costo de adquisición.

4. P rdidas de calidad desde el corte a la confecci n de heno

Efecto del acondicionamiento mec nico

Después de realizado el corte, el forraje continúa respirando hasta que alcanza rangos de entre 40 % y 50 % de humedad, nivel en el que la respiración disminuye. Si bien la planta, luego de cortada, sigue fotosintetizando, esto no alcanza a compensar las pérdidas que causan los procesos respiratorios.

Es importante acortar este tiempo de respiración debido a que se trata de un proceso de oxidación, en donde se consumen los azúcares simples que luego no estarán disponibles para el animal.

Se debe recordar que las pérdidas de MS, debido a respiración, están íntimamente relacionadas con la temperatura ambiente y la humedad del forraje. A mayor temperatura y humedad, mayor será la tasa de respiración y, por consiguiente, de pérdida de MS durante el tiempo que el forraje permanece cortado en el campo. Por lo tanto es de vital importancia que el material "se seque" en el menor tiempo posible, evitando pérdidas de calidad.

4.1 Acondicionado mec nico

Consiste en el quebrado de los tallos con el objetivo de generar la apertura de vías de escape para el agua que se encuentra contenida dentro de los tejidos de las plantas, igualando la velocidad de secado de los tallos con el de las hojas.

Esto hace que el agua se evapore rápidamente reduciendo el tiempo de respiración del forraje, dando como resultado un forraje con mayor concentración de nutrientes y por lo tanto mayor valor nutritivo, mayor potencial de producción y menor costo relativo, por kg de carne o litro de leche producido.

A su vez, cuando se acondiciona el forraje, este se seca a una tasa superior a la normal, minimizando el riesgo de que el mismo se moje por la ocurrencia de lluvias. El problema de que el forraje se moje después de cortado, radica en el lavado de nutrientes y las pérdidas de vitaminas y carotenos de las hojas que arrastra el agua, en su paso a través de los tejidos de la planta.

Ante pron sticos con altas probabilidades de lluvia, siempre es preferible retrasar el corte antes que realizarlo y que el forraje se moje despu s de cortado.

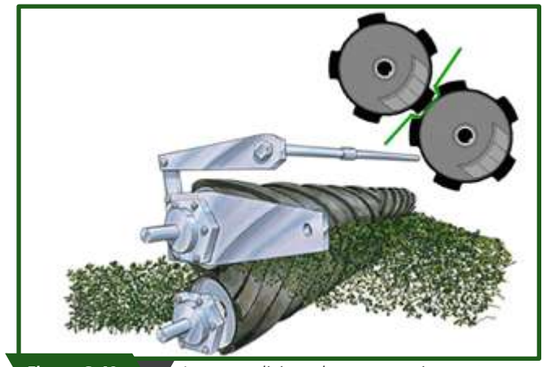


Figura 6-40 *Los acondicionadores mec nicos act an abriendo v as de escape al agua que se encuentra dentro de los tallos, igualando la velocidad de secado de estos con las de las hojas.*





Figura 6-41 *Fotos ntesis y respiraci n despu s del corte. Los acondicionadores mec nicos act an abriendo v as de escape al agua que se encuentra dentro de los tallos, igualando la velocidad de secado de estos con las de las hojas.*

Tabla 6-1 *P rdida de humedad 1er. d a*

Máquina	Ensayo 1	Ensayo 2
Hélice sin Acondicionador	10 puntos	30 puntos
Disco con Acondicionador	15 puntos	45 puntos

Tabla 6-2 *Tiempo de secado*

Máquina	Ensayo I	Ensayo2
Hélice sin Acondicionador	84 horas	37 horas
Discos con Acondicionador	48 horas	28 horas
Diferencia	36 horas	9 horas

Con la finalidad de medir el efecto del acondicionado sobre las pérdidas de humedad de la alfalfa para heno, los técnicos Luis Romero, Oscar Bruno y Juan Giordano del INTA Rafaela, realizaron dos ensayos durante el mes de enero de 1995 en el marco del Proyecto INTA PROPEFO, utilizando en forma simultánea una cortahileradora tipo hélice de dos rotores y mando cardánico sin acondicionador, versus una cortadora de discos con acondicionador (por rodillos de caucho). El trabajo de corte fue realizado en forma simultánea con las dos máquinas, a una altura de corte de 6 cm y una velocidad de avance de 8 km/h.

La particularidad de la prueba es que se realizó en dos oportunidades, una en días nublados con alta humedad relativa y baja helifoanía y otro en condiciones de mayor radiación y menor humedad relativa. La temperatura media diaria y la velocidad del viento fueron similares para ambos tra-

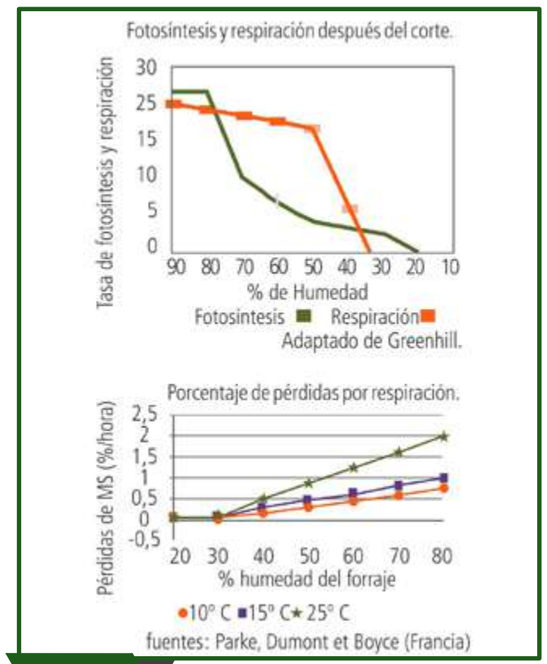


Figura 6-42 *Porcentaje de p rdidas por respiraci n.*

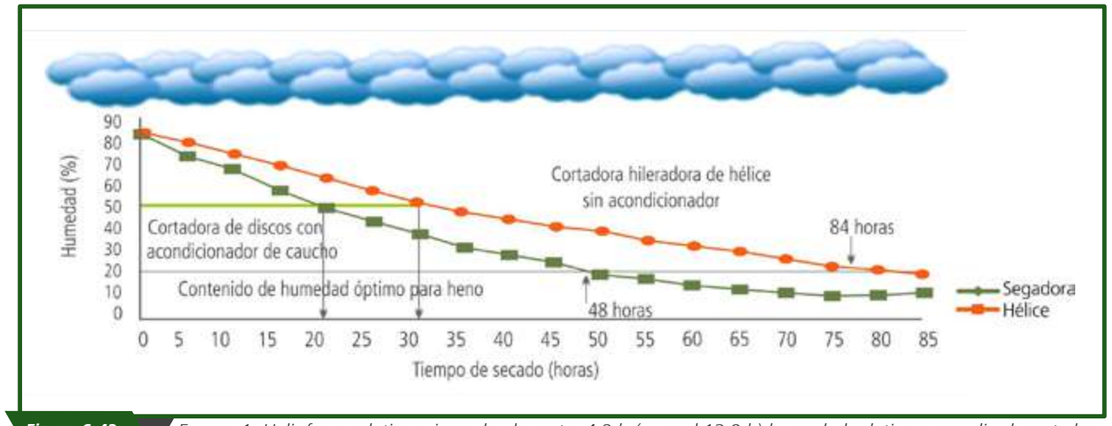


Figura 6-43 *Ensayo 1: Heliofan a relativa primer d a de corte: 4,2 h (normal 13,9 h) humedad relativa promedio durante las primera 8 h de corte: 72,1 %*

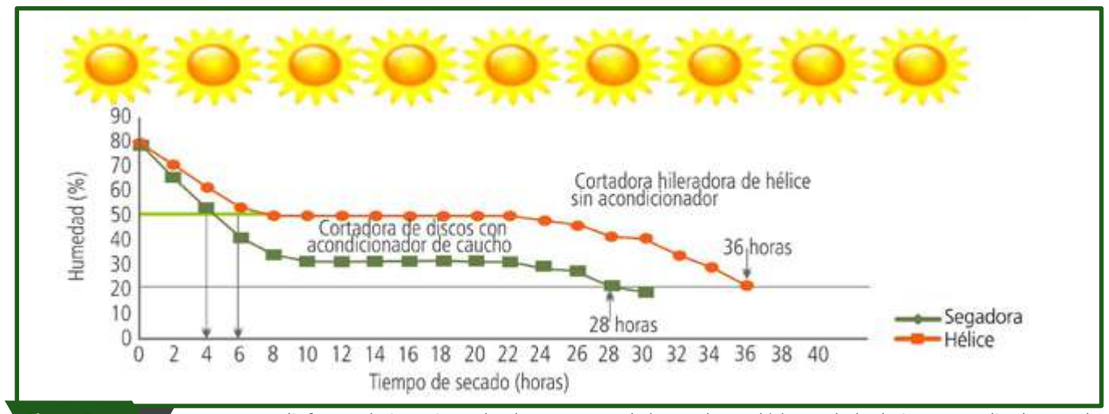


Figura 6-44 *Ensayo 2: Heliofan a relativa primer d a de corte: 11,9 h (normal 13,9 h) humedad relativa promedio durante las primera 8 h de corte: 52,5 %.*

tamientos (Figuras 6-43 y 6-44). Lo contundente de estas pruebas es que si bien en los dos casos existen diferencias en la tasa de secado entre ambos tratamientos, siempre fue mayor en la alfalfa acondicionada.

En la Tabla 6-1, se presenta la pérdida de humedad ocurrida durante el primer día en cada uno de los ensayos.

En la Tabla 6-2, se observa la cantidad de horas necesarias para alcanzar el 20 % de humedad, momento de inicio de la confección del heno.

Estos resultados son coincidentes con ensayos realizados en otros países, solo que por primera vez se comparó una cortahileradora tipo hélice versus una de discos, con acondicionador con rodillos de caucho, en nuestras condiciones: "pastura, clima y maquinaria".

Si volvemos sobre el gráfico de Parke Dumont et Boyce (Figura 6-42), vemos que las pérdidas con forraje al 40 % de humedad y altas temperaturas pueden ser de hasta el 1 % por cada día que el forraje permanece tirado en el campo, mientras que cuando se estabiliza el forraje con el 30 % de humedad, las pérdidas son casi nulas.

Un forraje cortado sin acondicionador perderá por lo menos un 12 % más de nutrientes de altísima digestibilidad, respecto de un forraje que se cortó y acondicionó debidamente. Los datos ponen de manifiesto el efecto positivo del uso de acondicionadores de forrajes para obtener heno de alfalfa de calidad.

4.2 Ventajas del uso de los acondicionadores

- **Reducci n del tiempo de secado** del forraje.
- **Secado uniforme de tallos y hojas**.
- **Disminuci n del riesgo clim tico.**
- **Facilidad de compactaci n del material** por parte de las rotoenfardadoras.

En el mercado existen dos tipos de acondicionadores, los cuales se adaptan con mayor o menor eficiencia, de acuerdo al tipo, estructura y porte del forraje que se vaya a cortar.

Estos acondicionadores son los llamados:
- Acondicionadores de rodillos
- Acondicionadores de dedos o mayales

4.3 Acondicionadores de rodillos

Este tipo de acondicionadores produce un quebrado (no cortado) y aplastado, principalmente de los tallos, y también de las hojas (dependiendo de la regulación del mismo), mediante el cual se abre una vía de escape al agua que está contenida dentro de los tejidos de la planta.

El acondicionado se logra al hacer pasar el forraje entre los dos rodillos, que giran en sentido contrario y a una velocidad muy superior al flujo de entrada del forraje, por lo que es prácticamente imposible sufrir problemas de atascamiento aún con plantas de gran porte como los sorgos forrajeros o pasto elefante (Figura 6-48). Estos rodillos pueden ser de caucho, metal, o mixtos, goma y metal.

Son aconsejados para trabajar con leguminosas o gramíneas de tallos suculentos, susceptibles de ser aplastados o quebrados, como la moha, el sorgo y todas las pasturas megatérmicas.



Figura 6-45 *Acondicionadores de rodillos met lico.*
La presi n ejercida por los rodillos (intensidad) es variable y su ajuste se realiza mediante un tornillo que los acerca o aleja, dependiendo del volumen del material cortado y la velocidad de avance.



Figura 6-46 *Acondicionadores de rodillos de goma tipo chevron.*

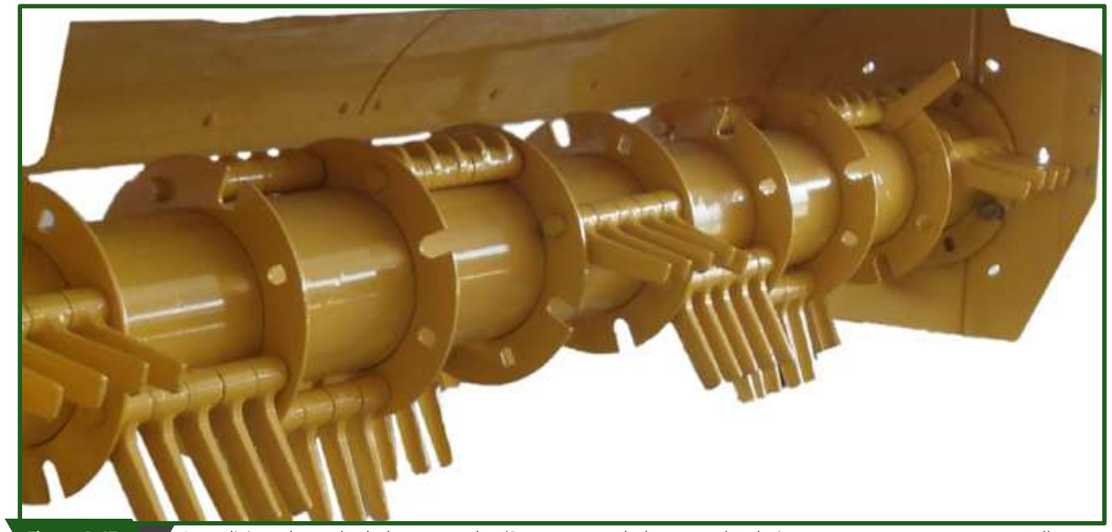


Figura 6-47 *Acondicionadores de dedos o mayales (Son recomendados para el trabajo con gram neas que poseen tallos finos, los cuales trabajan lacerando los tallos y hojas mediante un raspado del forraje. Son muy agresivos para el trabajo en alfalfa).*

Esta recomendación de uso también tienen que ver con el porte de las plantas, ya que cuando las plantas superan una altura de 1,3 - 1,4 m estos son los acondicionadores que deberán usarse independientemente de las características de la planta, por las causas que se expresarán mas adelante (Figura 6-49).



Figura 6-48 *Esquema de trabajo de un sistema de acondicionado mediante rodillos.*



Figura 6-49 *Rodillos acondicionadores de caucho.*

La frecuencia de aplastado y quebrado de los tallos depende directamente del diseño que tienen los rodillos, siendo conveniente la elección de los que tengan la mayor cantidad de muescas en sus diseños, para que apliquen la mayor cantidad de heridas a la planta logrando una mayor cantidad de vías de escape al agua.

Esto se hace porque de acuerdo a la tabla mostrada en la sección de momento de corte, en la última fase del secado, se debe vencer la presión osmótica y la tendencia del forraje a retener el agua que contienen sus tejido, siendo lo más conveniente realizar heridas lo más cercanas posible (se habla de 5 cm), para acelerar la pérdida de humedad de los tallos (Figura 6-50).

Con el objetivo de incrementar la frecuencia de quebrado, nuevos modelos de segadoras autopropulsadas, con ancho de corte de 4,90 m, han incorporado un sistema de doble rodillo, que obliga a que el material sufra un doble acondicionado.

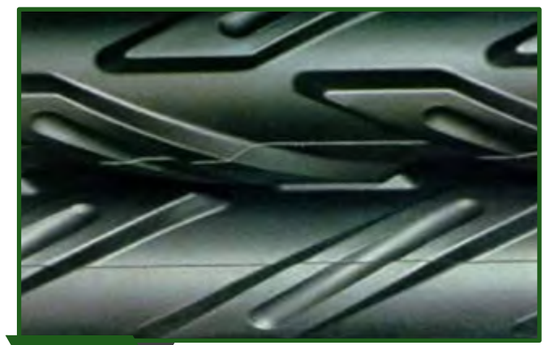


Figura 6-50 *Detalle del dise o de los tacos de un rodillo acondicionador.*

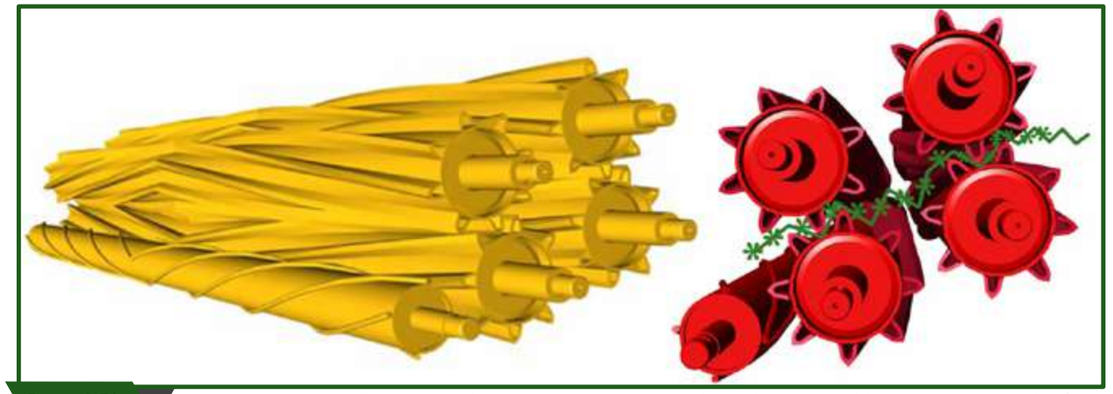


Figura 6-51 *Sistema de doble rodillo incorporados a segadoras de gran ancho de labor, que obliga a que el material sufra un doble acondicionado*

Este sistema de funcionamiento, denominado por los equipos Heston como TwinMax, consiste en que el material que es cortado por la barra de corte fluya hacia atrás, para ser tomado por un rodillo de reducción de turbulencia, el cual alimenta el primer juego de rodillos de acero, donde el material es acondicionado cada dos o tres pulgadas.

A medida que el cultivo abandona el primer conjunto de rolos, alimenta directamente al segundo conjunto, donde la pastura se pliega de la misma manera otra vez, lo que permite generar "vías de escape" del material (de dos pulgadas cada una).

La regulación de la presión se realiza con cuatro cilindros hidráulicos que se encargan de mantener la presión igual y constante sobre el acondicionador (Figura 6-51).

La presión ejercida por los rodillos (intensidad de acondicionado), es variable y su ajuste se realiza mediante un registro que los acerca o aleja dependiendo del tipo de forraje, el volumen del material cortado y la velocidad de avance de la máquina (Figura 6-52 y 6-53).

Se debe tener en cuenta que la velocidad de giro de los rodillos es constante, independientemente de la velocidad de avance de la máquina, que siempre es muy superior a la necesaria aún con altísimas velocidad de trabajo, respondiendo a cualquier condición de campo.

La velocidad tangencial de los rodillos debe ser siempre tres o cuatro veces mayor a la velocidad de avance de la máquina, con lo que se logra una succión del forraje evitando atoramiento o el repicado del mismo por caídas sobre las cuchillas.

Una ventaja adicional de este tipo de acondicionadores, es que se puede diferenciar la presión de acondicionado de los tallos y las hojas.

Mediante el acercamiento de los rodillos se va a ejercer, primero un acondicionado sobre los tallos y luego (si se ajusta aún más la regulación) se acondicionarán las hojas.



Figura 6-52 *Manivela de ajuste de la presi n del rolo de acondicionamiento, aplica una fuerza consistente para acondicionar el cultivo.*



Figura 6-53 *Tornillo simple en cada lado del rodillo, que permite ajustar la separaci n debida al desgaste normal*

La ventaja de acondicionar solo los tallos, radica en que las hojas no se tornarán quebradizas, se iguala mucho más la velocidad de secado de ambas porciones de la planta y el heno confeccionado va a tener mayor porcentaje de hojas, con las ventajas que esto significa (Figura 6-54).

También preserva la vida útil de la máquina, al regular correctamente la presión de los rodillos acondicionadores, generando una menor tasa de reparación y mantenimiento de las mismas resultando en un menor costo de producción del heno.

Se debe destacar que esta característica de regulación, toma vital importancia en las pasturas megatérmicas, que se desarrollan en las zonas tropicales y subtropicales, que además de tener tallos muy carnosos y algunas veces duros, están expuestas a altas temperaturas durante el secado y allí toma vital importancia la preservación de las hojas y el secado acelerado de los tallos, dados los déficit proteicos que se sufren en esas zonas de producción. Finalmente diremos que al mismo tiempo que se corte y acondiciona, el forraje es expulsado por la parte trasera de la máquina a una velocidad muy superior a la del avance, con lo que se logra una andana suelta y aireada acelerando el secado.

4.4 Acondicionadora a dedos o martillos

Los acondicionadores de dedos trabajan lacerando los tallos y hojas de las plantas lo que se consigue "raspando el forraje", mediante varias filas de dedos montados sobre un rotor y el efecto de un peine, chapa o freno, que permite regular la intensidad de acondicionado, mediante una variación de su inclinación o bien modificando la velocidad de giro del rotor (Figura 6-55).

En algunos modelos, la forma de los dedos del contra peine ha cambiado de recta a "Y" invertida, con lo que otra forma de regular la intensidad de acondicionado es poner la parte más angosta hacia abajo, si se quiere una mayor intensidad de acondicionado y la parte más ancha si se desea que el trabajo sea menos agresivo.

Estos son recomendados para el trabajo con gramíneas que posean tallos finos, como Rye Grass y cebadilla y pasturas como el Kikuyo (*Brachiaria Clandestinum*) que se desarrolla en las zonas altas y templazas de latitudes tropicales o subtropicales.

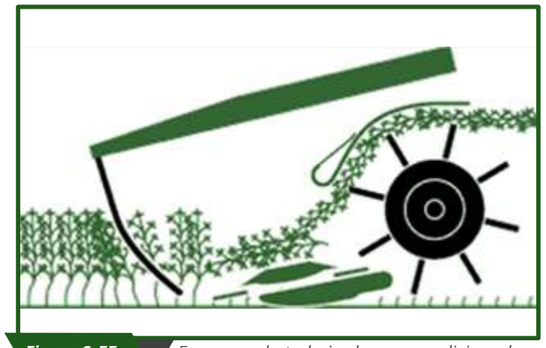


Figura 6-55 *Esquema de trabajo de un acondicionador de dedos o impeller.*



Figura 6-54 *muestra el estado de plantas acondicionadas y sin acondicionar.*

Se debe tener especial cuidado de no utilizar este tipo de acondicionadores en pasturas de tallos suculentos o en pasturas que tienen un porte superior a 1,2 - 1,3 m. Esto se debe a que si los tallos son carnosos, por más que se saque la cutícula de los mismos, la velocidad de secado no se verá sustancialmente modificada.

Cuando se lacera la superficie de tallos y hojas siempre habrá un diferencial de velocidad en la tasa de secado de ambas porciones de la planta, lo cual no es muy conveniente.

Con respecto al porte de la planta, cuando estas son mayores a la altura especificada (1,2 – 1,3 m), se empieza a ver un triturado del forraje, por un doble impacto de los dedos acondicionadores que producen la sección de algunas partes de la planta, principalmente hojas con la consiguiente pérdida de material de altísima calidad (Figura 6-56).



Figura 6-56 *Se puede observar el efecto de triturado de forraje en la hilera de un corte y acondicionado (con dedos), realizado en un lote de pasto Tanzania.*

Otros de los efectos que se pueden apreciar fácilmente, es el alto requerimiento de potencia, cuando se utilizan estos acondicionadores, en pasturas que no son las correctas para su uso.

NOTA: Cabe destacar que si se trabaja con pastura consociadas, en las que intervienen gram neas y leguminosas, siempre se deben utilizar acondicionadores de rodillos, debido a que stas ltimas son mucho m s susceptibles a la p rdida de hojas.

Puede ser conveniente citar que en el año 1985 en la University of Wisconsin, Koegel y colaboradores condujeron un ensayo en donde se midieron las pérdidas de un corte de alfalfa luego del rastrillado, arrojando como resultado una pérdida mayor en la pastura acondicionada con dedo o martillo tal como lo muestra la tabla 6-3.

Tabla 6-3 *P rdidas en alfalfa seg n tipo de acondicionador utilizado.*

Sistema de corte	Acondicionado	Perdida corte+rástrillo	Recolector	Total
Discos	Rodillos	4,7%	2,05%	6,75%
Discos	Impeller	6,43%	2,38%	8,81%

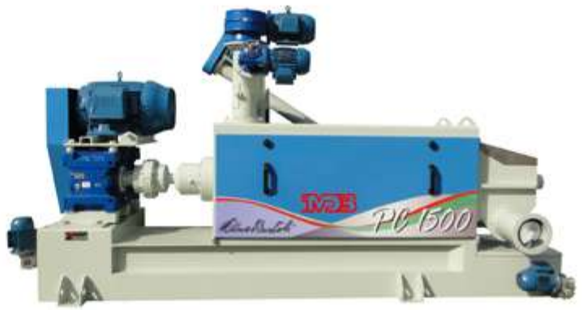
HECHO EN ARGENTINA

PLANTAS Y EQUIPOS PARA PROCESAMIENTO DE OLEAGINOSAS

PARA OBTENCIÓN DE EXPELLER Y EXTRACCIÓN DE ACEITE

INDUSTRIAS METALÚRGICAS
DINO BARTOLI E HIJOS S.R.L.





www.dinobartoli.com.ar
info@dinobartoli.com.ar
54 0343 4940800

Ruta 32 Km 61 - 3133 María Grande - Entre Ríos

7 Rastrillado



Independientemente de las condiciones de trabajo, el uso de los rastrillos se define bajo dos objetivos principales:

- *Necesidad de juntar hileras para aumentar la capacidad de trabajo en la recolecci n y evitar p rdidas excesivas durante ese proceso.*
- *Incremento de la tasa de secado del forraje, por mayor aireaci n de las hileras*

Si bien en términos generales se tiende a pensar que en la operación de rastrillado siempre se pierde eficiencia de trabajo, es importante tener presente que cuando se henifica hileras de mayor volumen, ya sea que se trabaja con pasto seco o húmedo, el impacto de los dedos recolectores de la rotoenfardadora o megaenfardadora es mucho menos agresivo que cuando se trabaja sobre hileras de poco volumen.

Con el objetivo de analizar pérdidas por recolección, durante un ensayo a campo comparativo entre una rotoenfardadora y una megaenfardadora realizado en INTA Manfredi, se trabajó con hileras dobles e hileras triples para forzar la capacidad de trabajo de la maquinaria, encontrándose un nivel de pérdidas menor cuando las hileras son más voluminosas.

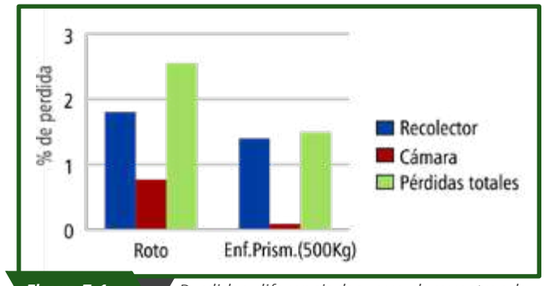


Figura 7-1 *P rdidas diferenciadas, que demuestran la mayor eficiencia cuando se trabaj en la recolecci n de hileras de mayor volumen.*

Como lo indica la figura 7-1, cuando se trabajó en hileras dobles (1,8 kg MS/m lineal) con la recolección de una rotoenfardadora se observó una pérdida de 1,782 kg de forraje por tonelada recolectada, mientras que cuando se trabajó con las enfardadoras de grandes dimensiones a la que se le preparó una hilera triple (3,5 kg MS/m lineal), la pérdida por recolección se disminuyó a 1,421 kg/t recolectada (Figura 7-2).

Otro de los puntos que justifica utilizar un rastrillo para realizar gavillas de mayor volumen de pasto, es que disminuimos el traslado que va tener que hacer la máquina henificadora dentro del lote para recolectar el pasto. Recordemos que en caso de una rotoenfardadora estamos circulando en el lote con un tractor de entre 100 y 150 hp, mientras que con una megaenfardadora lo hacemos con tractores de entre 150 y 180 hp. Al disminuir los metros que circula el tractor y la máquina dentro del lote, eficientizamos el uso del combustible que utilizamos para trasladar el equipo en el campo.

Otra de las razones que justifican y hacen necesario el uso de los rastrillos, es la necesidad de incrementar la tasa de secado que se puede hallar estancada por condiciones de campo. De acuerdo a lo que demuestra en la figura 7-3, tanto cuando se trabaja con cortadoras acondicionadoras como



Figura 7-2 *P rdida excesiva por recolecci n cuando se trabaja con hileras de baja densidad*

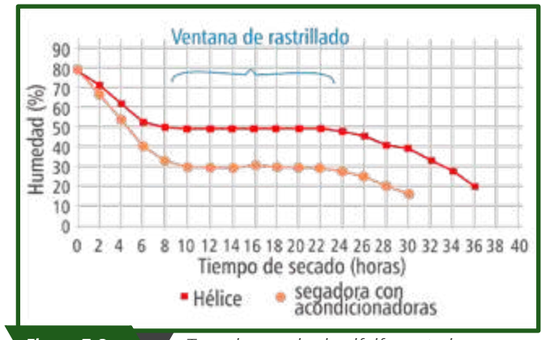


Figura 7-3 *Tasa de secado de alfalfa cortada con acondicionador y sin acondicionador. Observar el "estancamiento" que se produce en el secado de la pastura, lo cual justifica la incorporaci n de los rastrillos para incrementar la aireaci n de la hilera.*

cuando se trabaja con sistemas de corte convencional, la tasa de secado tiende a estancarse, en el primer caso con 30 % de humedad mientras que en las cortadoras convencionales lo hace con niveles del 50 % de humedad. **La manera m s pr ctica para "reactivar" la tasa de secado, es aireando las hileras mediante el uso de rastrillos.**

Por otra parte, esto nos da la pauta de cuál es el momento adecuado para el rastrillado ya que de otra manera si se hace de manera anticipada, se estaría corriendo el riesgo de "juntar agua" y forzar el sistema por el traslado de un material más pesado, mientras que, si se hace más tarde, se estaría incrementando el tiempo de permanencia del forraje en el campo, con el consiguiente riesgo de ocurrencia de lluvias, y el aumento de pérdidas físicas al momento de rastrillar.

De esta figura también se debe extraer el concepto de la importancia que tiene el uso de acondicionadores al momento de efectuar el corte, demostrando la sincronicidad que producen en el proceso a lo largo de la confección del heno.

Recordar que cada máquina tiene una capacidad de trabajo a la cual logra las mejores prestaciones y que permite disminuir las pérdidas no solo del recolector, sino también de la cámara de compactación, a la vez que se logran los mejores valores en cuanto a litros de combustibles consumidos para henificar una tonelada de MS. Por ejemplo, una rotoenfardadora con sistema de atador a hilo debería trabajar a un ritmo de 13 t/h, una rotoenfardadora con atador a red a 18 t/h y una megaenfardadora entre 35 y 45 t/h. Para lograr estos parámetros, el lote debe presentar siempre hileras que posean entre 3 y 4 kg/m lineal.

Es por esto que no se debe descartar que el aumento de capacidad de trabajo y las disminución

de pérdidas, tanto de recolector como de la cámara, son favorecidos con hileras más voluminosas, justificando cada vez más la utilización de los rastrillos en pos de recolectar la mayor cantidad de forraje en el momento oportuno, con la menor cantidad de pérdidas físicas.

1. Dise os de rastrillos

1.1 Rastrillos de ruedas estelares

Son rastrillos que no poseen sistemas de transmisión, ya que sus ruedas giran por el contacto con el forraje. Son de construcción simple, rústicos y de bajo costo de mantenimiento. Para aumentar su duración, en andanas muy pesadas y con exceso de humedad se aconseja disminuir la velocidad de trabajo y reducir el ángulo de cruce (Figura 7-4).

Estos rastrillos de ruedas estelares, tienen un ancho máximo de barrido 0,65 m por rueda y pueden ser construidos de arrastre o montados en tres puntos, con una disposición de las ruedas en forma lineal o en "V", pudiendo contar con 4 o hasta 16 ruedas según el modelo. Cabe aclarar que el ancho máximo de barrido es teórico, ya que en esa posición carecen de capacidad de rastrillado por trabajar en un ángulo muy abierto con respecto al sentido de avance, **por lo que es aconsejable no superar los 0,50 m de barrido por rueda, para que su trabajo sea suave y parejo.**

Los rastrillos estelares en "V", poseen un diseño con dos bastidores convergentes de ángulo regulable, con cuatro (mínimo) hasta 16 (máximo), o más ruedas basculantes cada uno y cuerpos plegables para el traslado (Figura 7-5).

Presentan la ventaja de poder juntar andanas con un menor recorrido del forraje, ya que convergen hacia el centro dos hileras que pueden estar separadas hasta 4,5 m entre extremos. Existen diseños que tienen una rueda central, para cuando se trabaja con el juntado de tres hileras, la del medio pueda ser movida, igualando la velocidad de secado de todas las porciones de la andana que se forma (Figura 7-6).

Cualquiera sea la disposición de las ruedas, es conveniente que tengan articulación y estén colgadas por un resorte de carga variable. También es importante que los brazos de sujeción de las estrellas sean de diseño arrastrado y que las regulaciones de cruce y altura de trabajo puedan realizarse por medio de acoples rápidos, sin necesidad de utilizar herramientas manuales (Figura 7-7).

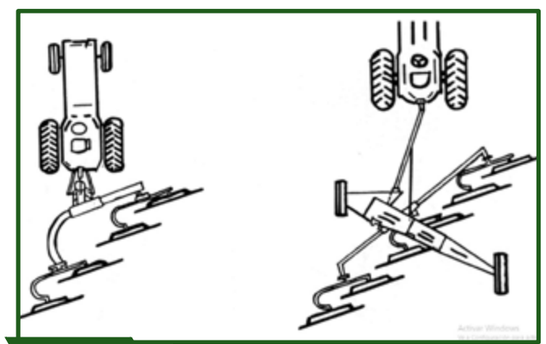


Figura 7-4 *Rastrillos de ruedas estelares montados en tres puntos y de arrastre.*

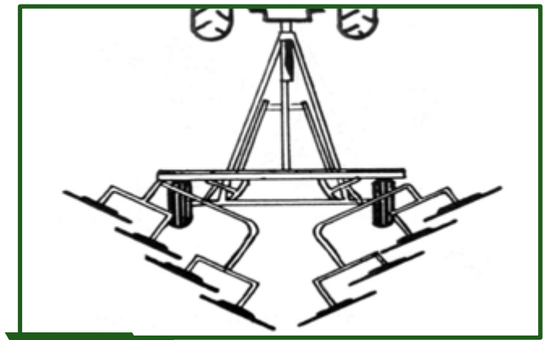


Figura 7-5 *Rastrillo estelar en "V".*



Figura 7-6 *Rastrillo estelar con rueda central que remueve la andana central.*



Figura 7-7 *Rastrillo de arrastre con dise o de ruedas en "V".*



Figura 7-8 *Rastrillo estelar (en "V") con dise o de ruedas montadas sobre balanc n.*

Los rastrillos en "V" con sistemas de estrellas montados sobre balancines, son muy aconsejados, cuando se trabaja en pasturas de gran volumen como las megatérmicas. Esto se debe a que tienen un mejor copiado del terreno, los desniveles de estas pasturas se promedian en altura con el balancín y se reducen los esfuerzos puntuales de cada una de las ruedas mejorando el trabajo final y reduciendo el índice de roturas (Figura 7-8).

1.2 Rastrillos girosc picos

Son accionados por la toma de potencia del tractor (TDP) y poseen brazos horizontales que giran alrededor de un eje central y tienen peines u horquillas en su extremo (Figura 7-9).

El rastrillo giroscópico presenta algunas ventajas con respecto al rastrillo estelar, relacionado principalmente al menor aporte de tierra a la andana, menor recorrido del forraje y un trato menos agresivo; lo que permite preservar más las hojas.

Dado que estos implementos son accionados por la toma de potencia, se debe tener cuidado de reducir las revoluciones del tractor cuando se trabaja con pasturas delicadas, como la alfalfa por ejemplo, de modo tal que no se entreguen 540 vueltas sino 350 – 400 a la TDP para que el impacto de

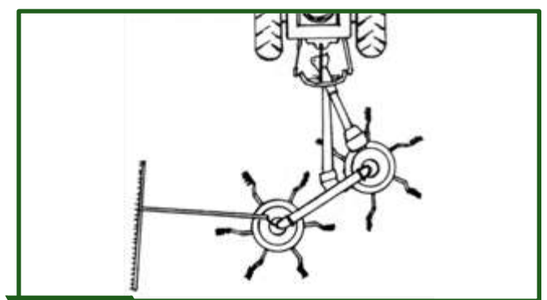


Figura 7-9 *Rastrillo girosc pico de dos rotores.*



Figura 7-10 *Detalle de un rastrillo girosc pico de 4 rotores. 1: transmisi n de hilerado con lubricaci n continua y 12 brazos de p as. 2: rotores con suspensi n totalmente flotante y chasis de cuatro ruedas para copiado de irregularidades del terreno. 3: neum ticos del bastidor principal. 4: sistema de acople. 5: pantalla para bloqueo de direcci n. 6: sistema hidr ulico (detecci n de carga). 7: sistema de conexi n ISO BUS para facilidad de operaci n. 8: sistema de levante individual del rotor y cabecera. 9: luces de trabajo LED. Fuente: CLAAS Argentina*

los dedos con el forraje sea menos agresivo y de esa manera se evite la caída de hojas. Otro de los puntos a considerar para la correcta formación de las hileras es la distancia de la pollera o faldón que posee a un lado, para que el forraje no vuele con el impacto. Esto además permite manejar correctamente el ancho de la hilera que se pretende formar (Figura 7-10).

En nuestro país, este tipo de rastrillo se utiliza mayormente para el andanado de forrajes con mayor contenido de humedad como los henolajes y aquellos silajes que necesitan un preoreo (silajes de alfalfa y cereales de invierno cortado en hoja bandera).

La utilización de estos equipos en este tipo de forrajes disminuye drásticamente la incorporación de tierra al silaje, a la vez que generan gavillas con buen volumen de pasto, para el posterior trabajo de la picadora (Figura 7-11).



Figura 7-11 *Rastrillo girosc pico con una correcta regulaci n en la formaci n de las hileras. Los modelos de 4 rotores est n destinados fundamentalmente a la confecci n de silajes*



Figura 7-12 *Rastrillo girosc pico de 2 rotores, muy utilizados en la confecci n de megafardos*

En los últimos años, se ha notado la incorporación de rastrillos giroscópicos, de 2 rotores y con un ancho de entre 6 y 7 m, que son muy utilizados para henificación, dado que ofrecen una muy buena capacidad de trabajo y permiten andanar cuando el pasto posee entre 35 % y 40 % de humedad, valores en donde los rastrillos estelares pueden presentar algunos problemas. Estos rastrillos trabajan en equipo conformados por segadoras autopropulsadas y preparan gavillas para que sean henificadas por megaenfardadoras (Figura 7-12).

1.3 Rastrillos de barras paralelas y molinetes oblicuos

Estos rastrillos ofrecen una opción muy interesante, por el excelente tratamiento que hacen del forraje y el corto recorrido del mismo. Tienen un conjunto de barras con dientes púas que mueven el forraje, montadas sobre un molinete oblicuo para acortar aún más el recorrido del material y mejorar la calidad de su trabajo. Una alternativa interesante de este tipo de rastrillos, es que en algunos casos toman el mando desde un cardán



Figura 7-14 *Invertidor de andana de forraje ROC de 9,5 metros de ancho. Aluminio, caucho, pl stico, pol meros, hidr ulico, sistema electr nico; todo un equipo de alta tecnolog a al servicio del forraje conservado.*



Figura 7-13 *Rastrillo de barras paralelas y molinetes oblicuos, con accionamiento mediante cardan a la rueda del mismo.*

unido a la rueda (sin necesidad de usar la TDP o el sistema hidráulico del tractor), de modo tal que en la medida que se aumenta la velocidad de avance, ésta tiene sincronismo con el giro de los molinetes, ofreciendo un trabajo prolijo y delicado con el forraje. Los últimos diseños de rastrillos de este tipo ya poseen accionamiento de giro hidrostático, lo cual otorga importantes ventajas, ya que pueden adaptar desde el tractor en movimiento la velocidad de giro, de acuerdo al tipo de material a trabajar (Figura 7-13).

1.4 Invertidor de andana

Prestan excelente servicio para dar vuelta y/o unir andanas. Constan de un recolector que levanta la hilera de forraje y una noria con mando hidráulico que lo transporta hacia el lateral, haciendo un trabajo de inversión total del forraje con excelente tratamiento del mismo (Figura 7-14). Con el invertidor de andana se uniformiza el oreado de la parte superior e inferior de las hileras. Una de las razones por las cuales volvieron a tomar auge este tipo de implemento (Figura 7-15), es parte



Figura 7-15 *Invertidor de andana en pleno trabajo. Si bien para la confecci n de heno puede resultar de un costo excesivo, para el trabajo con silaje de pasturas en zonas de campo con piedra, reducen mucho el riesgo de rotura de las picadoras.*

de la migración sufrida por la ganadería a zonas de campos más desfavorables. Cuando se trabaja en campos con piedra por ejemplo se minimiza el riesgo de juntar piedras con los rastrillos, evitando daños a la maquinaria que trabaja en la recolección del forraje, cualquiera sea su destino de producción (heno o silaje).

2. Recomendaciones de uso de los rastrillos

Teniendo en cuenta que alrededor del 30 % del total de pérdidas que se ocasionan en la conservación de forrajes en forma de heno corresponde al rastrillado, se detallan a continuación algunas recomendaciones de manejo para realizar un proceso de rastrillado con las menores pérdidas posibles.

2.1 Altura de trabajo

Debe procurarse siempre trabajar a una altura tal que no se deje forraje sin mover para evitar la pérdida directa de material, pero nunca tocar el suelo, para evitar la contaminación del forraje con tierra o bosta y tampoco producir daños en los meristemas de crecimiento de las pasturas (Figura 7-16).

Otro punto fundamental es que cuando las púas o dientes de rastrillo tiene constante contacto con el suelo, el desgaste de las mismas se hace más pronunciado, pudiendo en muchos casos "perder dientes" en el lote que posteriormente va a dañar otros implementos con el incremento de los gastos de reparación y mantenimiento y pérdida de la capacidad de trabajo. Para realizar una regulación correcta hay que "colgar" el rastrillo, es decir, levantarlo superando su altura de trabajo y luego bajarlo paulatinamente hasta observar que no queda material sin "barrer", y que a la vez no toca el suelo. De esta manera se impide que la pastura sufra cualquier tipo de daño y que las púas del rastrillo tengan un desgaste excesivo.

Otra ventaja importante al trabajar de esta manera es que se evita recolectar broza de cortes anteriores (forraje de mala calidad), que va a deteriorar el valor nutritivo del heno producido.

Un aspecto a cuidar es la flotación y nivelación de los rastrillos, sobre todo cuando se trabaja con implementos de gran ancho que poseen 8, 10 o 12 ruedas estelares. Es mandatario que la primera rueda o estrella del rastrillo tenga la misma altura y flotación que la última, para que el trabajo sea parejo y nunca se deje material sin recoger, ni se contamine con tierra el forraje (Figura 7-17).

Un aspecto no menor cuando se trabaja sobre todo en suelos arenosos (caso típico de desarrollo de algunas especies megatérmicas), es que tanto el forraje recolectado como el material remanente del suelo y que originará los próximos rebrotes suele contaminarse con tierra, si los rastrillos no están bien regulados en altura. Esto trae aparejado dos inconvenientes. Por un lado puede ocasionarse un acelerado desgaste en los dientes de los animales que consumen este forraje, y por el otro, se incorpora tierra al ambiente ruminal, disminuyendo la eficiencia energética de la dieta provista, dado que el animal tiene que gastar parte de esta energía en "desintoxicar" el rumen.

2.2 Velocidad de trabajo

Un error muy común en el uso de los rastrillos estelares, es el exceso en la velocidad de avance, lo que ocasiona pérdidas excesivas de material de calidad, defectos en la calidad de trabajo y en realidad no ofrece ningún beneficio. Al trabajar con un rastrillo estelar, evitar siempre superar los 8 km/h.



Figura 7-16 *En la foto se observa la marca del rastrillo en el suelo, y la ausencia de plantas en el lugar del impacto con la consiguiente p rdida de stand de plantas.*



Figura 7-17 *Cultivo contaminado con tierra que originar inconvenientes en la conservaci n y consumo del forraje.*

Según estudios de la Michigan State University, por cada km/h que se incrementa la velocidad por encima de los 7 km/h, se pierde alrededor de un 5 % más de material de alta digestibilidad como son las hojas.

Calculando la capacidad de trabajo de un equipo completo, diremos que si una cortadora acondicionadora puede trabajar a 12 - 14 km/h y un rastrillo junta dos hileras para entregarlas a una rotoenfardadora, que también puede trabajar a esa velocidad, no tiene sentido trabajar por encima de los 7 km/h superando innecesariamente la capacidad de trabajo de los otros componentes del equipo y aumentando en forma más que considerable la pérdida de material de altísima calidad (hojas), sin contar que el desgaste del rastrillo se acentúa cuando trabaja a altas velocidades.

2.3 Momento y horario de trabajo

El momento óptimo para realizar el rastrillado, es cuando el forraje disminuye su tasa de secado, o sea cuando éste tiene una humedad de entre el 40 % y el 35 % de acuerdo a expresado anteriormente. Es siempre conveniente rastrillar a la tardecita, cuando el forraje se reviene o en su defecto a la mañana, después que se levanta el rocío.

La primera opción siempre es la más conveniente cuando se utilizan rastrillos estelares, dado que se disminuye las pérdidas de hojas. Es conocido que las hojas son un órgano de la planta con arquitectura planófita, lo cual hace que sean más susceptibles a humedecerse cuando el forraje se reviene. De esta forma, al rastrillar a la tarde, las hojas presentan menos fragilidad por encontrarse humectadas. Por lo contrario, por esta misma razón, las hojas se secan más rápido que los tallos a la mañana cuando actúa el calor del sol, lo que las torna más frágiles y susceptibles al daño mecánico.

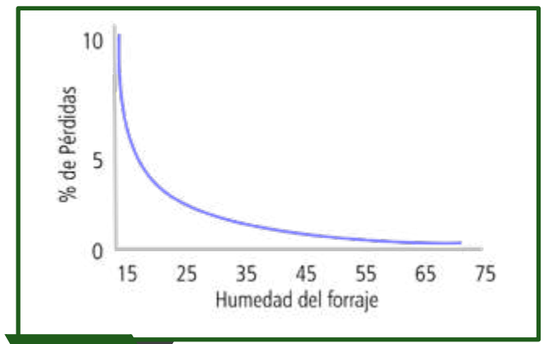


Figura 7-18 *Variaci n del porcentaje de p rdidas en funci n de la humedad del forraje.*



Figura 7-19 *Gavilla confeccionada con m s de 40 % de humedad con formaci n de bollos que dificultan la alimentaci n de las m quinas.*

Recordar que cuando se utiliza un rastrillo estelar, para un buen trabajo, la humedad debe rondar el 35 %, mientras que con un rastrillo giroscópico, los cuales poseen más fuerza para mover el material, la humedad puede encontrarse entre 45 y 40 %. Es por este motivo, que estos últimos suelen utilizarse a la mañana temprano.

Tal como lo expresa la figura 7-18, cuando se trabaja con niveles de humedad de entre el 25 y 35 % los niveles de pérdidas son aceptables, en tanto que si la operación se hace por debajo de esos niveles, las pérdidas comienzan a crecer de manera exponencial, llegando a niveles excesivos cuando el forraje está seco.

Con rastrillos estelares de gran ancho (más de 10 ruedas estelares), no se debe trabajar con humedades superiores al 40 % para evitar la formación de bollos (Figura 7-19), que se generan en la estructura de la gavilla que se está confeccionando. Estos bollos luego dificultan la alimentación de las máquinas, fundamentalmente cuando se trata de rotoenfardadoras o megaenfardadoras con sistema procesador de fibra (cutter).

Estos inconvenientes se presentan normalmente cuando se utilizan rastrillos estelares para juntar andanas, dada su particular manera de trabajar enrollando el material contra el suelo durante su desplazamiento lateral. Distinto es el accionar de un rastrillo giroscópico que peina verticalmente la andana, permitiendo engavillar con mayor humedad sin generar las puntuales sobrecargas de pasto. Con este tipo de tecnologías es normal trabajar con niveles de humedad cercanos al 40 %.

2.4 Recorrido del forraje

Cuando se efectúa la labor de rastrillado, el forraje es desplazado en un sentido transversal, al del avance del tractor. Por ello debe tratarse de que la

cantidad de impactos que recibe la planta hasta alcanzar su posición final, sea la menor posible, para que la pérdida de material de alta calidad sea mínima. Esto se consigue con rastrillos cuyos diseños contemplen un recorrido corto de desplazamiento del material, hasta formar la andana.

Los rastrillos también son utilizados cuando es necesario juntar hileras de escaso volumen, para hacer más eficiente el trabajo de las rotoenfardadoras y disminuir la pérdida de material de alta calidad en la recolección, como se expresó anteriormente.

Con la capacidad de trabajo que tienen las rotoenfardadoras de nueva generación o las megaenfardadoras, las mismas pueden trabajar con hileras de 5 a 7 kg/m lineal de andana (dependiendo de su diseño y capacidad), haciendo un correcto amasado del forraje dentro de la cámara de compactación.

2.5 Arquitectura de la hilera rastrillada

Para lograr rollos de una arquitectura correcta, se debería confeccionar hileras que tengan un ancho similar a la mitad del ancho del recolector de la rotoenfardadora, de modo tal que permita maniobrar la misma cargando en forma uniforme todo el ancho de la cámara de compactación (Figuras 7-20 y 7-21).



Figura 7-20 *Gavilla mal confeccionada por falta de velocidad en rastrillado, que deriva en un rollo con forma de reloj de arena.*

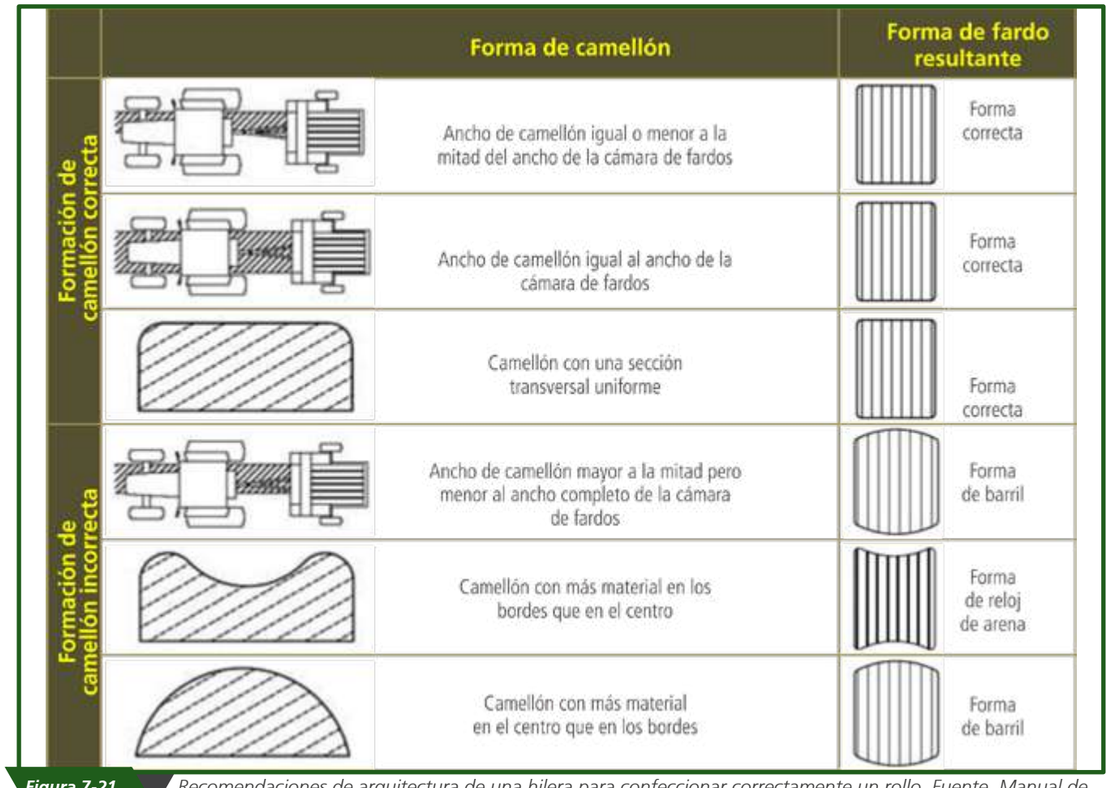


Figura 7-21 *Recomendaciones de arquitectura de una hilera para confeccionar correctamente un rollo. Fuente. Manual de usuario de Rotoenfardadoras AGCO 2013.*

8 Confecci n del Heno



El heno es un m todo de conservaci n de forraje seco (menos de 20 % de humedad) y se puede clasificar de acuerdo a la m quina que se utiliza para confeccionarlo y por ende, a la estructura f sica y el largo de fibra promedio en su presentaci n final (Tabla 8-1).

1. Caracter sticas destacables en las rotoenfardadoras

El mercado de las rotoenfardadoras, ha mostrado una gran evolución en cuanto a prestaciones y diseños que hacen que el trabajo tenga gran excelencia, además de una alta performance en cuanto a su capacidad de trabajo.

Cuando se elige una máquina para recolección del forraje cortado, se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales.

- Que presenten una alta capacidad de trabajo, reduciendo los tiempos muertos, para poder recoger la mayor cantidad de forraje en el momento óptimo de confección (20 % de humedad), a los fines de que se incremente la cantidad de heno de alta calidad producido a lo largo de la campaña.
- Que el forraje sea tratado lo más delicadamente posible, reduciendo el número de impactos y los quiebres en la dirección de tránsito del forraje para reducir el consumo de potencia requerida y minimizar las pérdidas de MS.

En la Argentina, el parque de rotoenfardadoras se encuentra generalizado al uso de máquinas de 1,56 m de ancho y 1,80 m de diámetro. Hasta el año 2008, solo el 10 % de las ventas anuales co-

Tabla 8-1 *Distintas alternativas de presentaci n del heno.*

Presentaciones del Heno	Máquina utilizada	Presentación de la Fibra	Largo de fibra teórico
Fardo	Enfardadora	Planta entera o fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, según condiciones del cultivo a henificar
Rollo	Rotoenfardadora convencional	Planta entera o Fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, según condiciones del cultivo a henificar
	Rotoenfardadora con cutter	Fibra procesada con cutter	Entre 15 y 7cm según el número de cuchillas
Megafardo	Megaenfardadora estandar	Planta entera o Fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, según condiciones del cultivo a henificar
	Megaenfardadora con cutter	Fibra procesada con cutter	Entre 7 y 4 cm según el número de cuchillas
Heno picado y embolsado	Picadora con cabezal pick up	Fibra procesada (picada)	De 2 a 5cm

rrespondían a máquinas de 1,20 m de ancho de cámara, pero desde el año 2011, entre el 40 y el 50 % de las máquinas comercializadas anualmente tienen un ancho de cámara de 1,20 m. Este incremento corresponde a que este ancho de cámara permite confeccionar rollos con dimensiones apropiadas para transportarlo sobre un carretón, sin exceder la medida reglamentaria de transporte que es de 2,40 m.

A continuación, se realizará un repaso por las principales características, en una rotoenfardadora de nueva generación.

1.1 Recolector

La primera característica buscada en el recolector es que su diámetro sea el menor posible, de manera tal que se facilite "la carga" del forraje, evitando impactos innecesarios en un material que es muy susceptible de perder hojas.

Cuanto menor sea el diámetro del cabezal recolector, más fácilmente se podrá alimentar el forraje y el flujo del mismo será continuo y delicado, permitiendo una mejor compactación del heno dentro de la cámara de la rotoenfardadora (Figura 8-1).

En la actualidad se ofrece en el mercado, recolectores que cuentan con un rodillo que va sujetando, acomodando y "pre comprimiendo" el forraje al momento de la recolección (Figura 8-2). Esto mejora el trabajo tanto en situaciones de mucho forraje como de poco forraje en las andanas, permitiendo una mayor velocidad de avance, lo que se traduce en mayor productividad y menor cantidad de pérdidas durante la recolección.

Una de las condiciones que hoy se está generalizando en el mercado, es un recolector más ancho que la cámara de compactación, para facilitar la carga lateral del forraje sobre los costados de la cámara, mejorando las condiciones de operación e incrementando la densidad en los laterales del rollo, para un mejor aprovechamiento de todo el volumen útil de la cámara de compactación, con el incremento de productividad y mejora en el almacenaje que eso significa (Figura 8-3).

El forraje de la andana se recolecta normalmente y es trasladado hacia el lateral de cámara de compactación por un sinfín lateral, asegurando que todo el forraje sea recolectado, con mayor facilidad y comodidad para el operador (Figura 8-4).

En algunos diseños estos recolectores anchos tienden a ser reemplazados por ruedas de entrega lateral en un recolector convencional, que si bien realizan un trabajo similar, suman un impacto más en el flujo del heno, con las consiguientes pérdidas (Figura 8-5).

Otra de las ventajas de estos recolectores anchos, es que vienen acompañados de un alimentador o acelerador de forraje interno (ubicado por detrás de recolector), que tal como su nombre lo indica "aceleran" el forraje hacia el interior de la cámara





Figura 8-1 *Detalle de recolector rotoenfardadora.*







Figura 8-2 *Rodillo flotante de pre-compresi n del forraje que mejora las condiciones de recolecci n.*

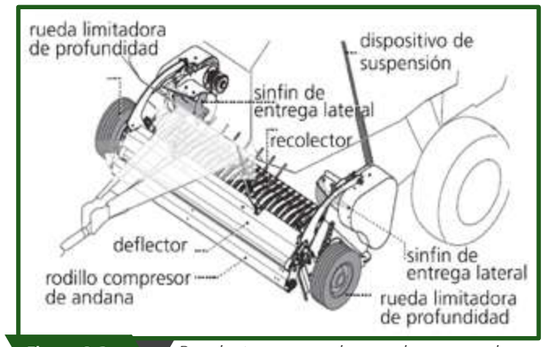


Figura 8-3 *Recolector m s ancho que la c mara de compactaci n.*



Figura 8-5 *Ruedas de alimentaci n lateral en m quinas con recolector de igual ancho que la camara de compactaci n.*





Figura 8-4 *Detalle de distintos modelos de sinf n de alimentaci n lateral de recolector ancho.*

de compactación, permitiendo un flujo de material más limpio y mayor velocidad de avance con menor riesgo de atascamientos (Figura 8-6).

Como última característica destacable de los recolectores, diremos que tienen un mejor desempeño





Figura 8-6 *Rotores alimentadores o aceleradores del forraje al interior de la c mara de compactaci n, que se ubican posteriores a los recolectores.*





Figura 8-7 *Rueda de copiado con regulaci n de altura ajustable, con un sistema de pernos (arriba). A su vez, en algunos modelos las ruedas pueden ser removidas para disminuir el ancho de transporte a 2,40m (abajo).*

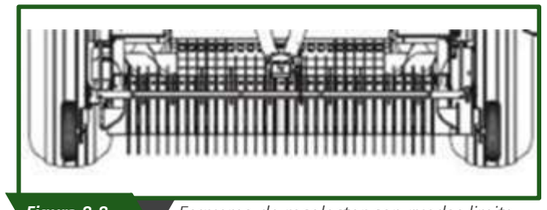


Figura 8-8 *Esquema de recolector con ruedas limitadoras de profundida.*

cuando los mismos son flotantes y poseen rueda de copiado (Figura 8-7).

Esto se debe a que, cuando se trabaja en terrenos o campos nuevos y/o desparejos o cuando se está henificando en pasturas subtropicales, que tienden a formar matas de tamaño considerable, se corre el riesgo que los dientes del recolector impacten el suelo con el inconveniente que esto significa. En primer lugar los resortes del diente del recolector se cargan de inercia, que cuando es liberada se traduce en un fuerte impacto en el forraje, provocando el desprendimiento o caída de las hojas.

Por otra parte no se debe dejar de pensar en el costo de reparación de estos dientes que, cuando no están, o bien se encuentran deteriorados, afectan en mayor o menor medida la capacidad de recolección y por lo tanto producen diferentes niveles de pérdida de MS.

Un aspecto a considerar en estas ruedas es que su correcta regulación, es por debajo de la altura de recolección, para evitar impactos, pero no deben estar tocando constantemente el suelo para disminuir su desgaste.

Las ruedas limitadoras de altura de recolección no deben soportar todo el peso del recolector (Figura 8-8), dado que trabajan solidarias con los resortes de flotación, para impedir que el recolector entre en contacto con la tierra. La tensión de los resortes de flotación del recolector viene regulada de fábrica (Figura 8-9), de forma tal que al aplicar entre 25-35 kg de presión en el centro de la rueda se levanta el recolector, evitando así que los dientes entren en contacto con el suelo.

Al respecto diremos que la altura de recolección recomendable, es alrededor de 2 cm por debajo de la altura de corte (la que depende de la especie y pastura cortada como se aclaró anteriormente) y que la rueda de copiado, debe estar 1,5 cm por debajo de la altura de recolección, para evitar cualquier impacto durante el trabajo.

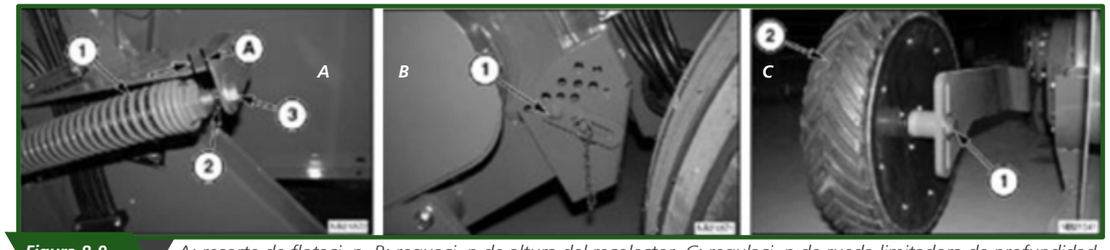


Figura 8-9 *A: resorte de flotaci n. B: reguaci n de altura del recolector. C: regulaci n de rueda limitadora de profundidad.*

Cabe aclarar que cuando se trabaja con andanas de gran volumen y pastos altos (plantas largas), es más fácil realizar la recolección del forraje por lo que se puede incrementar la altura de recolección, para evitar siempre el contacto de los dientes del recolector con cualquier elemento extraño o el suelo.

Resumiendo se debe trabajar a la mayor altura de recolección permitida, siempre que no se deje material sin recoger, regulando la altura de copiado por debajo de la altura del recolector.

1.2 C mara de compactaci n

Existen a nivel mundial dos sistemas principales de rotoenfardadoras:

- De cámara variable o de núcleo compacto.
- De cámara fija o de núcleo flojo.

En nuestro país se encuentra generalizado el uso de las máquinas de cámara variable o de núcleo compacto, por la mayor compactación que producen, mejorando la productividad de ellas y la eficiencia en el transporte, almacenamiento y suministro del heno.

Otra de las ventajas además de la mayor compactación es el menor porcentaje de pérdidas de material, debido a su sistema de trabajo.

De acuerdo a los ensayos realizados por Koegel y colaboradores, ya en el año 1985 se muestra que, el porcentaje de pérdidas de las máquinas de cámara fija o rodillo es mayor que las de cámara variable o correas (Tabla 8-2).

La amplia difusión que se observa de las máquinas de cámara fija en países del continente europeo por ejemplo, se debe a que en esos países se recoge el residuo de cosecha, como fuente de fibra (aúnque su calidad sea realmente pobre) y como fuente de aprovisionamiento para las plantas de

Tabla 8-2 *P rdidas de MS de acuerdo al tipo de roto-enfardadoras. Se expresan los porcentajes totales sobre la MS de heno producido.*

Tipo de máquina	% de pérdidas
Cámara Variable núcleo compacto (correas)	3,83
Cámara fija, núcleo flojo (rodillos)	10,89

biocombustibles, tal como está ocurriendo en la actualidad. También en los países fríos se utilizan los rollos de rastrojo de cosecha para cama en los Feed Lots, para que los animales soporten la nieve y el frío.

En las máquinas de núcleo flojo, la cámara de compresión de los rollos está constituida por una parte fija y una móvil (compuerta trasera). En la mayoría de los modelos de este tipo, la primer parte contiene rodillos cilíndricos con aristas de fricción cada uno, pudiendo existir un alimentador o rotor estelar que fuerza la entrada del material a dicha cámara que proviene del recolector. La segunda parte de la cámara, (puerta trasera), se abre y cierra por acción de pistones hidráulicos que se ubican en los laterales de éstas, está constituida por un bastidor semicircular, que guían dos cadenas giratorias unidas por barrotes redondos (rastra), de forma tal que permiten darle cierre y acompañar el movimiento circular durante la conformación del rollo (Figura 8-10).

Claas ha diseñado un nuevo sistema de cámara fija que monta 16 rodillos de acero, pero con la diferencia que posee un segmento de 3 rodillos oscilantes, que van ubicados en la compuerta trasera, los cuales se encargan de ofrecer la presión adicional. Al iniciar cada nuevo rollo, los tres rodillos oscilantes, denominados MPS, se posicionan dentro de la cámara de compactación y a medida que va aumentando el diámetro del rollo, el pasto presiona estos rodillos hacia afuera, permitiendo que el rollo reciba una pequeña compactación desde el mismo núcleo (Figura 8-11).

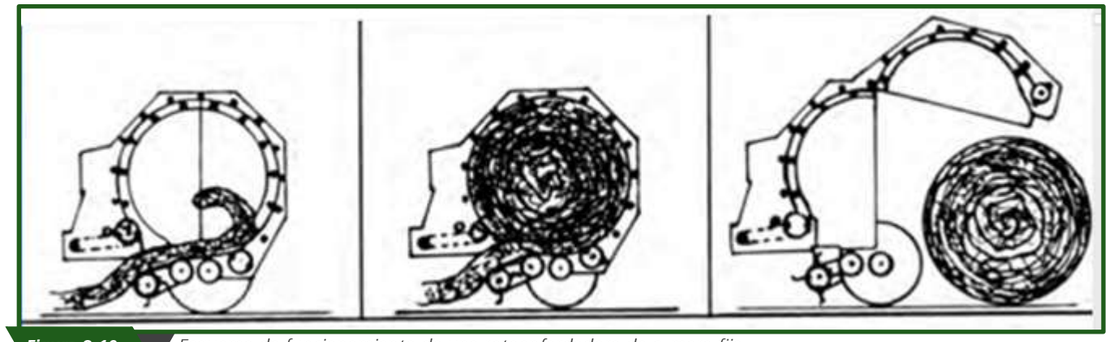


Figura 8-10 *Esquema de funcionamiento de una rotoenfardadora de c mara fija.*

YOMEL
HENIFICACIÓN Y FORRAJES
RASTRILLO EN V RV15
ENFARDADORA TIGRA 3747
SEGADORA ACONDICIONADORA MOSCATO 3370
ENFARDADORA PRISMÁTICA MEGATIGRA 1270HD
La línea de forrajes más completa del mercado
CORTAHILERADORAS, SEGADORAS, RASTRILLOS LINEALES, RASTRILLO GIROSCÓPICO, RASTRILLOS EN V, RASTRILLO HILERADOR DE PODOS, ROTOENFARDADORAS CON CÁMARA FIJA Y CÁMARA VARIABLE, ENFARDADORAS Y ENCINTADORAS
Conocé nuestro catálogo de productos en www.yomel.com.ar
YomelArgentina @YomelArgentina ventas@yomel.com.ar
Para más información
02317-430776

El menor precio de las máquinas de cámara fija, suele resultar tentador, pero se debe tener en cuenta que desde el punto de vista nutricional, producen un heno de menor valor nutritivo, por mayores pérdidas del forraje de alta calidad, tanto al momento de la confección, como del almacenaje de los rolllos.

Al igual que en la máquinas de cámara fija, en los modelos de cámara variable (Figura 8-12), el material hilerado es ingresado por el cabezal pickup, el cual es recomendable que sea más ancho que la cámara y que posea detrás de este recolector dos sinfines, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho, que trasladan el material hacia la abertura de la cámara que puede ser de 1,20 m o 1,56 m de ancho. En el mismo eje sobre el cual se montan estos sinfines, se dispone un rotor que tiene por función acelerar el flujo de material que ingresa por la abertura de la cámara, permitiendo un flujo de material más limpio y mayor velocidad de avance con menor riesgo de atascamientos.

En nuestro país, la mayoría de los modelos de cámara variable poseen un diseño de tipo garganta abierta vertical, dado que el flujo de material captado por el recolector recorre una distancia muy corta hacia arriba hasta llegar al ingreso de la cámara de compactación, donde el forraje toma contacto con la superficie rugosa de las correas formadoras del rollo, las cuales se desplazan hacia arriba y son conducidas por los rodillos de mando superior e inferior (Figura 8-13).

Una vez que el material ingresa a la cámara, la formación inicial del rollo (núcleo), es llevada a cabo contra un único rolo iniciador, continuando posteriormente el proceso de henificación con un conjunto de correas. Éstas son de filamentos de nylon y poliéster, con reticulado romboidal que

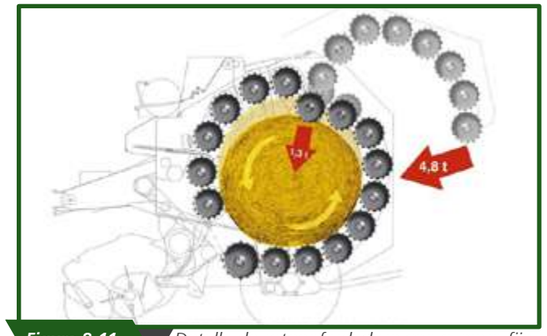


Figura 8-11 *Detalle de rotoenfardadora con c mara fija de nueva generaci n Claas Rollant con sistema Maximum Pressure System (MPS), que produce sobre el rollo una fuerza de 1,3 t de presi n para la compactaci n del n cleo y una fuerza de cierre superior en un 20 %.*

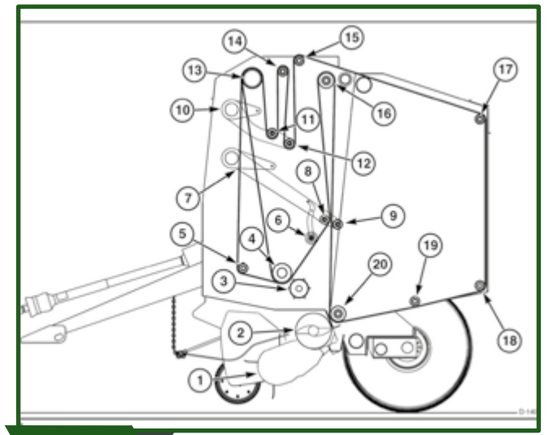


Figura 8-12 *Esquema rotoenfardadora de c mara variable tipo garganta vertical abierta. Vista lateral izquierdo: (1) Conjunto del cabezal pickup (2) Sinf n y acelerador de forraje (3) Rodillo de inicio (4) Rodillo de mando inferior (5) Rodillo escalonado (6) Conjunto de rueda formadora del rollo (7) Brazo de densidad del rollo (8) Rodillo frontal de densidad del rollo (9) Rodillo trasero de densidad del rollo (10) Brazo de tensi n de correa (11) Rodillo frontal de tensi n de correa (12) Rodillo trasero de tensi n de correa (13) Rodillo de mando superior (14) Rodillo intermediario frontal superior (15) Rodillo intermediario trasero superior (16) Rodillo superior de la c mara (17) Rodillo superior trasero de compuerta trasera (18) Rodillo inferior trasero de compuerta trasera (19) Rodillo intermediario inferior de compuerta trasera (20) Rodillo intermediario inferior delantero de compuerta trasera.*

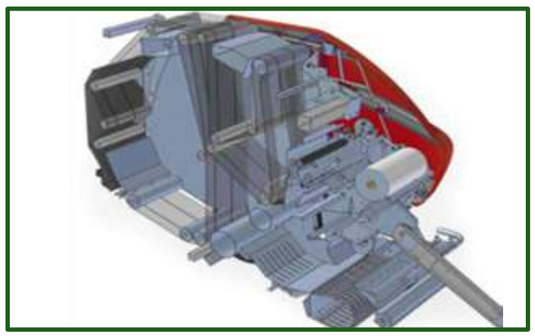




Figura 8-13 *Izquierda: Rotoenfardora de c mara variable garganta vertical abierta (dise o americano). Derecha: Rotoenfardadora de c mara variable y garganta longitudinal (dise o europeo).*

normalmente están empalmadas con grampas de acero inoxidable, aúnque existen modelos con correas continuas sin juntas.

Una particularidad destacable, es que la máquina posea doble cilindro de prensado para la cámara, en cada lateral. El sistema de prensado se realiza con dos cilindros hidráulicos que trabajan sobre los brazos controladores de densidad de rollos y sobre los brazos tensores de correas, los cuales se regulan mediante una válvula reguladora de presión (Figura 8-14).

Los cilindros hidráulicos llevan hacia abajo los brazos de densidad del rollo y los brazos de tensión de correa que actúan mediante una serie de rodillos dispuestos en los extremos de dichos brazos.



Figura 8-14 *Detalle de los brazos de densidad del rollo y los brazos de tensi n de correa.*

Los rodillos de densidad del rollo son mantenidos hacia abajo para reducir el tamaño de la cámara en la confección del rollo. Los rodillos de tensión de correa también son mantenidos hacia abajo para suministrar tensión a las correas formadoras. En la medida que el rollo aumenta su tamaño, los rodillos de densidad y los rodillos de tensión de correa son forzados a subir, pero los primeros generan fuerza hacia abajo contra el rollo. Esta fuerza es la que ejerce presión sobre el rollo y comprime el pasto que ingresa a la cámara. Los rodillos de tensión de correa se van moviendo hacia arriba para mantener estiradas las correas formadoras, a medida que se incrementa el tamaño del rollo en la cámara (Figura 8-15).

En las máquinas de cámara variable, el brazo de presión externo de la cámara está compuesto normalmente por 3 rodillos, que se encargan de mantener las correas siempre tensionadas, incluso cuando el diámetro del rollo es mínimo, posibilitando una constante tracción de las correas sobre el material a enrollar.

Los brazos de densidad del rollo poseen unos sensores denominados ruedas de montaje o palpadores (Figura 8-16), los cuales indican el tamaño del rollo en la consola y que sirven para guiar al operador en el llenado correcto de la cámara de compactación.



Figura 8-15 *Esquema que muestra el proceso de alimentaci n y formaci n del rollo, en una m quina garganta vertical de c mara variable.*





Figura 8-16 *Palpadores (sensores) externo e interno de llenado de la c mara de compactaci n en diferentes m quinas.*

La forma de trabajo, es mediante palpadores de la tensión de las correas o la cantidad de pasto que ingresa en cada lateral de la máquina, para transmitir esa información a las barras activas del monitor, que guían al operador sobre cuál lateral de la máquina deben cargar, para realizar un llenado parejo y eficiente de la cámara de compactación.



Figura 8-17 *Ficha de By Pass o puente hacia el sistema el ctrico para trabajar sin necesidad del atador.*





Figura 8-18 *Se ales mec nicas en la rotoenfardadora.*

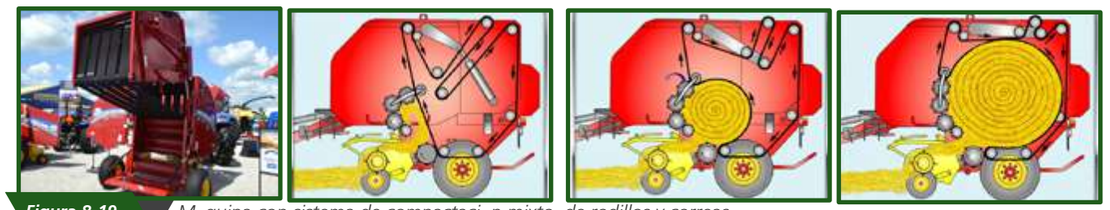


Figura 8-19 *M quina con sistema de compactaci n mixto, de rodillos y correas.*

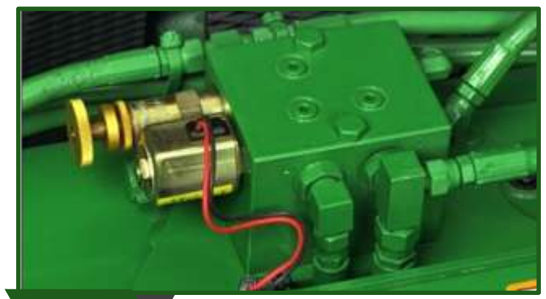




Figura 8-20 *Electrov lvula para accionar eventualmente una m quina de n cleo compacto como de c mara fija, el rollo confeccionado tiene solo el centro flojo y el resto se halla con excelente compactaci n y reducidas p rdidas.*

Es sabido que si bien el desempeño de la máquina es fundamental, lo que nunca debe perderse de vista es la calidad del forraje. En el supuesto caso de que los monitores fallen, es importante poder seguir con el trabajo hasta que el problema se solucione, a los fines de no dejar el material sin recolectar con los riesgos de deterioro que ello implica.

A tal efecto es fundamental contar con una ficha de By Pass (Figura 8-17), en donde se pueda puentear el monitor en el caso de una falla para accionar el sistema de atado manualmente, llevando corriente directamente, desde la alimentación del tractor al motor del mecanismo atador, visualizando el resto de las funciones en indicadores mecánicos de la máquina y de esa manera poder terminar el trabajo sin mayores inconvenientes, ante una eventual falla del monitor.

En algunos casos, el costo de la maquinaria puede llegar a ser elevado dependiendo de las zonas productivas o bien la escala de la explotación, y a tal efecto es que se ofrecen en el mercado máquinas con un sistema parecido de señalización, pero que en vez de contar con un monitor electrónico tienen una señalización visual (Figura 8-18), en la misma máquina de la carga a los laterales del material, y diámetro del rollo.

Existen condiciones de trabajo a campo, donde podría ser necesario, tener un núcleo más flojo, como cuando los rollos se utilizan en mixer horizontales con cuchillas, o bien para mejorar las condiciones de consumo del forraje, cuando se trabaja con animales muy pequeños o con vacas viejas que tiene su dentición desgastadas y no pueden aprovechar normalmente el heno que está bien compactado. Para esos casos, existen máquinas con sistema de compactación mixto (Figura 8-19), donde el rollo se comienza a realizar con rodillos y luego sigue con correas que le imprimen una mayor compactación.

En el caso de las máquinas a correas, pueden estar equipadas con un dispositivo de electroválvulas (Figura 8-20), que permite elegir a partir de qué diámetro se puede comenzar a realizar la compactación del forraje, pudiendo de esta forma hacer un núcleo flojo (sin presión), al igual que lo realiza una máquina con cámara mixta.

El disposivio de electro-válvulas permite elegir a partir de qué momento se quiere realizar la compactación del forraje (núcleo flojo o núcleo duro). A su vez brinda la opción de asegurar una presión constante en el rollo, al variar su diámetro, para lo cual actúa aumentando paulatinamente la presión sobre las correas a medida que se va incrementando el diámetro del rollo. De este modo, la compactación lograda en la periferia del rollo es directamente proporcional al valor obtenido en su interior (Figura 8-21).

Las rotoenfardadoras equipadas con este dispositivo tienen la capacidad de desactivar la función de la presión progresiva (como se muestra en el gráfico superior) y lograr que tanto la presión del núcleo (P1) como la del exterior (P2) tengan el mismo valor (Figura 8-22).

De esta forma, cuando realice núcleo flojo, la presión sobre el material será igual a cero hasta alcanzar el diámetro del núcleo. Posteriormente, la máquina comenzará a presionar el material de acuerdo con el valor que se establezca para iniciar la presión, y luego la presión se irá incrementando linealmente hasta alcanzar los valores de ajuste del diámetro exterior del rollo.

En las máquinas provistas de electroválvulas, el operador configura desde el monitor los diversos parámetros para establecer el tamaño y el prensado de los rollos (Figura 8-23).

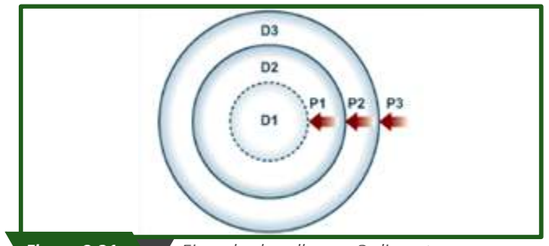


Figura 8-21 *Ejemplo de rollo con 3 di metros (D1: 80 cm, D2: 120 cm y D3: 150 cm) formados con distintas presiones de compactaci n.*

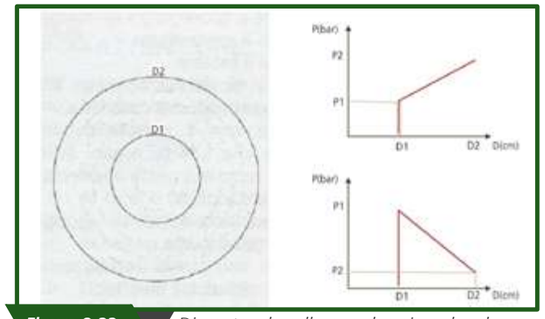


Figura 8-22 *Di metro de rollo con dos ejemplos de ajustes de presi n*

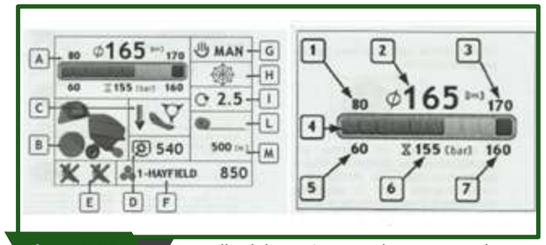


Figura 8-23 *Pantalla del monitor en el momento de henificaci n. A: indicador de di metro y presi n. B: Indica si la compuerta est abierta o cerrada en posici n de trabajo. C: Visualiza la acci n que est realizando la m quina en ese instante: detenida con la puerta abierta, llenando la c mara, atando, expulsando rollo, si las cuchillas del procesador de fibra est n excluidas, expuestas o bien si st s se retiraron y se encuentran colocadas las falsas cuchillas, etc. D: Revoluciones de la toma de potencia. E: Indicada si se est trabajando sin las cuchillas, con 7 cuchillas (colocadas de forma intercalada) o con las 15 cuchillas colocadas. F: Contador de rollos elaborados en ese lote. Puede almacenar hasta 10 lotes diferentes. G: Indica si la m quina est trabajando en forma autom tica o manual. H: Visualiza si se est atando con red o con hilo. I: N mero de vueltas que da el rollo para su atado tanto con red o con hilo. L: Cantidad de red o hilo que queda en el dep sito. M: Longitud de red o hilo utilizada en los rollos confeccionados. Detalle del punto A: 1: Di metro del n cleo (cm) 2: Di metro actual del rollo en tiempo real (cm) 3: Di metro externo del rollo que se est henificando (cm) 4: Barra de llenado que indica de forma gr fica cu nto falta para finalizar el rollo. 5: Presi n inicial con la que se formar el n cleo (bar). 6: Presi n moment nea en tiempo real. 7: Presi n de la parte externa del rollo.*

- **Di metro del n cleo:** determina el tamaño del núcleo.
- **Di metro m ximo:** tamaño exterior del rollo.
- **Presi n inicial:** es la presión con que la máquina comienza el ejercicio y con el que realiza todo el diámetro del núcleo.
- **Presi n final:** es la presión que ejercen las correas una vez que realizó el núcleo hasta alcanzar el diámetro exterior del rollo.

Aúnque parezca una obviedad el avance de los monitores y el seguimiento de la carga del forraje dentro de la cámara de compactación, es fundamental para asegurar la correcta formación del rollo.

Otra de las características destacables de los monitores actuales, como se vio anteriormente, es la posibilidad de poder variar cualquier regulación del rollo confeccionado en poco segundos y desde la cabina del tractor (Figura 8-24), como así también todo lo referido al atado del mismo, como forma de atado, cantidad de hilo, distancia entre pasadas de hilo, y distancia de los hilos al borde del rollo.

Respecto al avance de la electrónica, en el año 2017, CNH lanzó en el Farm Progress Show de Estados Unidos, su línea de rotoenfardadoras Case IH equipadas con conectividad ISOBUS clase 3. Este sistema permite controlar y automatizar diversas funciones, sin que sea necesaria la intervención del operador de la máquina. Para llevar a cabo esta conectividad, la rotoenfardadora debe trabajar enganchada a un tractor Puma CVT o Maxxum Power Shift.

El operario debe cargar previamente todas las configuraciones del rollo que se desea elaborar (diámetro, presión, número de vueltas de atado, etc.). Cuando el rollo alcanza el diámetro establecido, el tractor se detiene automáticamente. A partir de este momento, se realiza el atado en red y cuando se completa el ciclo se produce la apertura del portón trasero y la expulsión del rollo. Una vez que se

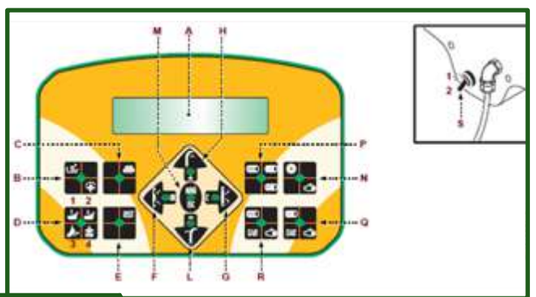


Figura 8-24 *Central de comando.*





Figura 8-25 *En el Farm Progress Show 2017 Case IH lanz la serie RB5 con tecnolog a de automatizaci n de tractor habilitada para ISOBUS Clase 3, que detiene autom ticamente el tractor cuando se alcanza el tama o de rollo objetivo.*

expulsa el rollo, la máquina se cierra y el operador lo único que tiene que hacer es colocar la palanca de avance/retroceso hacia la posición delantera (Figura 8-25).

1.3 Correas

Las correas van evolucionando día a día, y permiten el trabajo en condiciones cada vez más exigentes, debido principalmente su estructura interna, en donde las más modernas van mostrando, ya no telas, sino una red de filamentos de nylon y poliester (Figura 8-26), que las hacen más elásticas a los

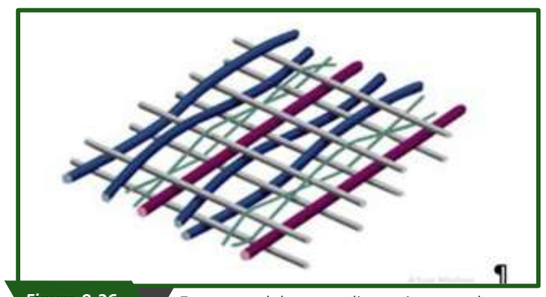


Figura 8-26 *Esquema del nuevo dise o interno de correas de alta resistencia.*





Figura 8-27 *Uni n de correa flexibles que aumentan la vida til (arriba) y perno acerado de las uniones de correas que les permiten mayor flexibilidad (abajo).*

efectos de punción, pero cada vez más resistentes a la tracción. Esto se considera un gran adelanto dada la colonización que está teniendo la ganadería en zonas más rústicas, permitiendo trabajar con las rotoenfardadora en campos que presenten palos de desmonte con menos frecuencia de rotura y desgaste, además de mejorar el desempeño de los equipos cuando se henifican especies megatermicas de gran porte.

Otro de los puntos a considerar es la unión de las correas, ya que si estas resisten mayor tensión necesitan de uniones fuertes y flexibles, que puedan acompañar ese incremento en la resistencia de los equipos. Esto se logró con uniones que cuentan con "ojales", que se remachan por impacto y un perno acerado que los une (Figura 8-27), el cual



Figura 8-28 *Rotoenfardadora con 3 correas de una sola pieza, sin grampas ni pasadores.*

le da gran resistencia a la tracción y flexibilidad para impedir que las correas se quiebren o corten en la sección contigua a las uniones, como ocurría anteriormente.

Actualmente se ofrecen modelos de nueva generación que poseen correas de nylon y poliéster pero que poseen la característica de ser continuas, sin juntas (Figura 8-28), que además de buena elasticidad y resistencia a la tracción permiten obtener una buena vida útil.

1.4 Sistema de Atado

Cualquiera sea el sistema que se utilice, debe tratar de ahorrar tiempo para lograr buena capacidad de trabajo. A su vez debe reducir el número de vueltas dentro de la cámara de compactación para lograr una menor pérdida de hojas en la periferia, que se producen por fricción entre estas y las correas.

Respecto a los sistemas de atado con hilo, el 100 % de las rotoenfardadoras disponibles actualmente en el mercado tienen sistema de doble aguja, para reducir los tiempos muertos a la mitad y disminuir las pérdidas de hojas que se produce cada vez que éstas toman contacto con la correas.

Entre los atadores de doble aguja, el sistema de atado más simple es aquel compuesto por un brazo con doble alimentación de hilo accionado hidráulicamente y comandado electrónicamente, desde el monitor.

Al momento de iniciar el atado el brazo se encuentra ubicado en su punto muerto, se dirige hacia el extremo derecho, y comienza el atado hacia el extremo izquierdo.

Según las vueltas de rollo programadas son las cantidades de ciclo que realiza el atador desde el extremo derecho a izquierdo. La regulación puede ser manual o automática del mismo.

La velocidad de atado y la cantidad de hilo (número de vuelta al rollo), es calibrable a través de una válvula de caudal. Cuando se modifica desde el monitor el paso o espaciamiento del hilo, resulta apropiado establecer la misma separación entre las agujas del atador.

Otra alternativa que se empezó a ofrecer hace un tiempo, por la firma Mainero, es la que consta de un brazo simple, el cual posee de 4 a 8 salidas (Figura 8-29), brindando la posibilidad de aplicar 4 u 8 hilos en forma simultánea. Con el atador de 4 hilos se aplica instantáneamente el doble de hilo,



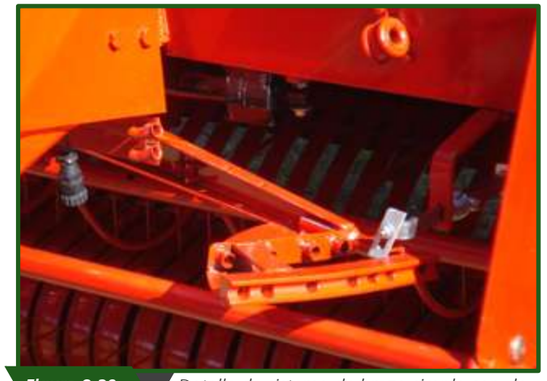


Figura 8-29 *Detalle de sistema de brazo simple con doble aguja (arriba) y brazo simple con 4 u 8 salidas (abajo).*

con lo cual para un atado similar al de doble aguja, se utiliza la mitad del tiempo.

En las máquinas de nueva generación el atador a hilo es electrónico y programable desde el monitor y cuenta con dos brazos de distribución de hilo, que trabajan en forma simultánea y complementaria (Figura 8-30 y Figura 8-31).

Cada una de las agujas está ubicada en el extremo (una en cada brazo) y trabajan hacia el centro, disminuyendo el tiempo necesario para la operación de amarre del rollo, reduciendo las pérdidas de hoja en la superficie expuesta del rollo (Figura 8-32).

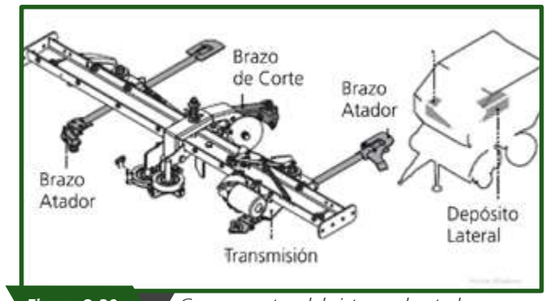


Figura 8-30 *Componentes del sistema de atado por hilo: Brazos de distribuci n de hilo, Sistema de corte, transmisi n del sistema de atado por hilo y Almacenamiento de bobinas de hilo.*

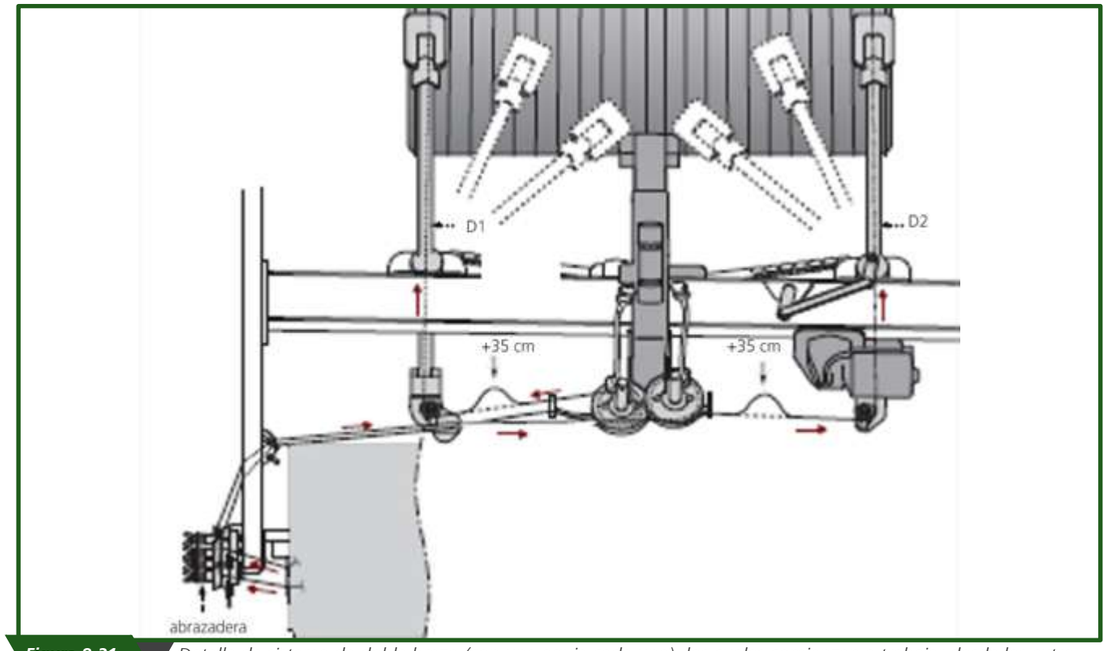


Figura 8-31 *Detalle de sistema de doble brazo (con una aguja cada uno), los cuales comienzan a trabajar desde los extremos hacia el centro.*

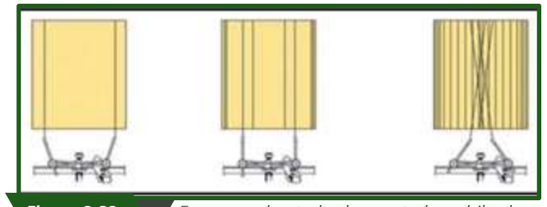


Figura 8-32 *Esquema de atado de un atador a hilo de doble brazo.*

Desde el monitor se determinan las vueltas de hilo que se deben dar al rollo. El brazo de corte actúa de forma automática al finalizar la fase de atado.

En el tema del atado, la elección de hilo juega un papel fundamental para asegurar que no se desperdicie material (debido a las pérdidas ocasionadas por el corte del hilo) y que los rollos permanezcan bien conservados en su arquitectura durante el período de almacenaje (Figura 8-33).

Para prevenir corte y evitar atascamientos del hilo en el tránsito, por los dispositivos de conducción que tiene la rotoenfardadora, el mismo se debe unir con un nudo plano (Figura 8-34), para asegurar que pueda correr por los mecanismos que ajustan la tensión del hilo en el rollo.

Uno de los sistemas que ayuda inmensamente tanto a la calidad del heno confeccionado como a la productividad de la maquinaria es el sistema de atado en red (Figura 8-35). Esto se debe a que con solo dos o tres vueltas de rollo dentro de la

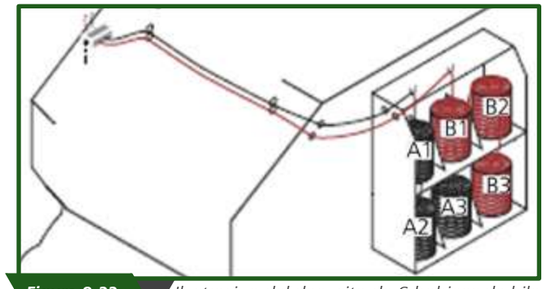


Figura 8-33 *Ilustraci n del dep sito de 6 bobinas de hilo (3 para cada brazo), las cuales est n conectadas entre ellas para aumentar la autonom a. Se recomienda controlar peri dicamente la cantidad de hilo para evitar que se agoten por completo y tener que repetir la operaci n de enhebrado.*



Figura 8-34 *Secuencia de formaci n del nudo plano que facilita el pasaje del hilo.*





Figura 8-35 *Rollo atado con red (arriba) y atado con hilo (abajo).*

cámara de compactación, el mismo queda perfectamente atado y "protegido".

En la figura 8-36, se muestra el sistema de atador con red y el camino que realiza esta durante el atado del rollo. Este método, se ajusta en los bordes del rollo para producir un heno más sólido y que mantenga la estructura cilíndrica. Los principales componentes de este sistema son: soporte de la bobina de red, dispositivo de frenado (mantiene

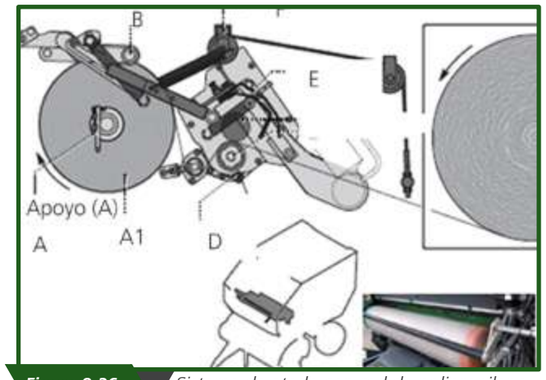


Figura 8-36 *Sistema de atado con red de polipropileno. Componentes: Soporte de la bovina (A), Bovina (A1), dispositivo de frenado (B), Rodillo de arrastre (C), Rodillo de goma (C1), Rodillo de giro libre (C2), Limpia rodillo (D) y Dispositivo de corte (E).*

tensa la bobina durante el atado), rodillo de arrastre (insertan la red dentro de la cámara al momento de iniciar el atado), un actuador que mantiene la presión sobre el rodillo motorizado de goma, el cual realiza el acoplamiento adecuado de la red, el cepillo que limpia los rodillos de goma y un dispositivo de corte que actúa al final del ciclo de atado.

Este sistema de atado tiene tres ventajas principales. En primer lugar la rapidez en el atado incrementa la productividad del equipo y teniendo en cuenta que con solo 2 - 3 vueltas respecto de las 16 - 18 necesarias para el atado con hilo, los tiempos muertos se reducen notablemente aumentando la cantidad de rollos confeccionados en una jornada de trabajo.

Recordar que durante este trabajo la máquina está detenida y que cada vuelta que da el rollo dentro de la cámara, para llevar a cabo el atado, requiere en promedio 3 segundos. Cuando se ata a red, la máquina demora 9 segundos (3 vueltas), mientras que si ata a hilo realiza esta acción en 48 segundos (16 vueltas), haciendo que en condiciones normales, la capacidad de trabajo se disminuya de 18 a 14 t/h.

Se puede considerar que mientras que para atar con hilo, se insumen en promedio 100 segundos, con la red son necesarios solamente 55 segundos para comenzar con la confección del próximo rollo. Esto representa un ahorro de tiempo, lo cual aumenta la posibilidad de uso del equipo y mejora las condiciones para cosechar la mayor cantidad de forraje, en el momento óptimo para hacerlo.

Al reducir la cantidad de vueltas que da un rollo dentro de la cámara de compactación, también se está reduciendo la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del mismo, mejorando su calidad total.

Finalmente cabe agregar que con mayor cantidad de hojas en superficie y sumado a que la red ayuda a escurrir el agua de lluvia, en períodos no superiores a 6 meses de almacenaje se observó, una menor penetración del agua de lluvia, en los rollos que fueron atados con red en comparación a los que se ataron con hilo, de acuerdo a estudios realizados en la University of Michigan (Figura 8-37).

Como se observa en la figura 8-37, el sistema de atado con red, reduce el porcentaje de pérdidas durante el almacenaje, y esto se traduce en menores pérdidas de producción (Tabla 8-3).

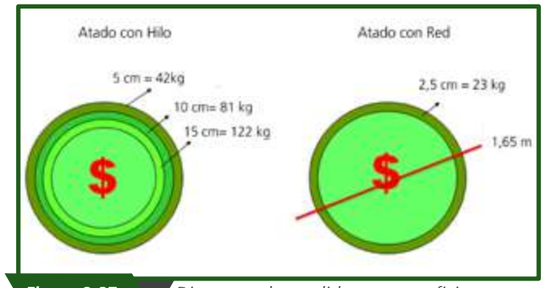


Figura 8-37 *Diagrama de p rdidas en superficie, con diferentes sistemas de atado. En el ejemplo se muestra un rollo de 1,56 m de ancho y 1,65 m de di metro, con un peso de 608 kg.*

Si se analizan ambos sistemas de atado y sus correspondientes pérdidas, se incrementa en gran medida la ventaja a favor del uso del sistema de atado de red, dado que las pérdidas máximas con red de 5 cm equivalen a 4,08 kg de carne menos/rollo, mientras que con hilo, las pérdidas se incrementan a 10 cm y se traducen en 7,88 kg de carne menos.

En la tabla 8-4, se observan las pérdidas totales del heno producido y las pérdidas parciales en proteína, de acuerdo a las mermas sufridas en la superficie del rollo.

En busca de incrementar los beneficios que presenta la red, en cuanto a la estiva de los henos, en el Farm Progress Show 2014 de Estados Unidos se presentó un desarrollo en conjunto de Tama y John Deere, denominado B-Wrap®; presenta importantes ventajas para mantener la calidad del heno durante el almacenamiento.

Tabla 8-3 *P rdidas de forraje y su valoraci n en carne.*

Pérdida (cm)	Kg de Pasto	Kg de Carne
2,5 cm	23 kg	2,23 kg
5 cm	42 kg	4,08 kg
10 cm	81 kg	7,88
15 cm	122 kg	11,87
30 cm	224 kg	21,9

Tabla 8-4 *P rdidas totales de heno y de porcentaje de prote na seg n mermas sufridas en la superficie del rollo.*

	Pérdida de Heno	Pérdida de proteína en gramos		
Capa de pérdida	Rollo (1,56 x 1,65)	18% Proteína	20% Proteína	22% Proteína
5 cm	42 kg	7,56 kg	6,40 kg	9,24 kg
10 cm	81 kg	14,58 kg	16,20 kg	17,82 kg
15 cm	122 kg	21,96 kg	24,40 kg	26,84 kg

John Deere B-Wrap® es un sistema patentado que cuenta con la tecnología Tama SCM y que presenta como beneficios el hecho de que no permite que ingrese al interior del rollo agua de lluvia, nieve o la humedad que puede transferirle el suelo. A su vez, esta cobertura no es totalmente hermética, sino que posee poros microscópicos que dejan escapar vapor de agua que puede haber dentro del rollo si este fue confeccionado con más de 15 % de humedad (Figura 8-38). Recordemos que si bien el heno puede confeccionarse cuando el pasto tiene menos de 20 % de humedad, pero recién se estabiliza cuando llega al 15 %, liberando agua a la atmósfera.

Para utilizar este material de atado, solo se necesita adaptar un kit de fácil montaje a cualquier máquina que posea envoltura de red. Una vez que el kit está instalado, la rotoenfardadora puede cambiarse de envoltura de red a b-wrap en menos de 5 minutos, y viceversa. Una bovina de b-wrap permite atar entre 35 rollos (1,56 m de ancho) y 45 rollos (1,20 m) con un diámetro de 1,50 a 1,70 m.

Es sistema de atado inicia una vuelta con red convencional, luego coloca una capa del material Tama SCM y posteriormente dos vueltas más de malla regular, totalizando cuatro capas de cobertura. En Estados Unidos, la utilización de este material incrementa el costo de atado por encima de lo que demanda el atado a red, 4 U$S en rollo de 1,20 m de ancho y en 5 U$S en los de 1,56 m.



Figura 8-38 *El sistema de atado B-Wrap brinda protecci n contra da os por radiaci n UV (1), resistencia al ingreso de agua de lluvia o nieve (2), evita que ingrese humedad que el suelo puede transferirle por evaporaci n (4) y a su vez posee poros microsc picos que permiten que el vapor de agua, dentro de la paca, escape (3).*

1.5 Expulsi n de los rollos

La expulsión del rollo debe ser rápida y sencilla para incrementar la productividad de la máquina sin mayores desgastes, dado que junto con el atado, son los dos momentos en que la máquina necesita estar detenida en el campo para poder llevarlos a cabo.

Uno de los factores, que es determinante para la fácil expulsión del rollo, independientemente del tamaño del mismo y de porcentaje de humedad con que fue hecho (considerando que puede ser para henolaje al 50 % de humedad), es el diseño de la puerta que abre la cámara, tema que está resuelto en todas las máquinas que se comercializan actualmente.

El otro punto que acelera la operación de descarga, es algún dispositivo que permita que el rollo se aleje lo más rápidamente posible de la rotoenfardadora, para permitir que cierre la compuerta libremente y se continúe con el trabajo de recolección de heno. Para ello, son incorporadas rampas o bien expulsores de rollos, los cuales pueden ser accionadas en forma mecánica o hidráulica, en sincronismo con la puerta de la cámara de compactación.

El sistema de expulsión con pateador está compuesto por una barra de empuje y dos cilindros hidráulicos, el cual puede funcionar manualmente o automáticamente, lo que se configura desde el monitor (Figura 8-39).



Figura 8-39 *Pateador expulsor (arriba) y rampa de descarga de los rollos (abajo).*

En el caso de contar con rampa de descarga, esta posee una longitud que ronda los 95 cm y brinda la posibilidad de extenderse 30 cm más. A su vez en este mecanismo se encuentra ubicado el sensor que indica cuando sale el rollo (Figura 8-39).

1.6 Sistema de procesado de fibra (Cutter)

Este sistema picador está constituido por un rotor que monta 14 pares de estrellas de distribución helicoidal y que toma el material captado por el recolector (se ubica en el mismo lugar que el acelerador de forraje) y lo hace transitar hacia la cámara de compactación, haciendo pasar por la parte inferior (piso), donde pueden ubicarse, según marca y modelo de rotoenfardadora; 13, 14 o 15 cuchillas dentadas (Figura 8-40) y semicirculares de zafe independientes con sistema de levante/bajada hidráulico. Cuando estas cuchillas están expuestas, originan un corte por cizalla de la fibra con un largo de 7 ó 14 cm, dependiendo si se trabaja con las 15 cuchillas o con 7 colocadas de forma alternada.

Actualmente se han presentado nuevos modelos de rotoenfardadoras que en la parte inferior del rotor pueden ubicarse 25 cuchillas dentadas semicirculares que originan un corte por cizalla de la fibra, con un largo de 4 cm (Figura 8-41).

En el caso de los modelos con 15 cuchillas, el cutter ocupa un largo de 1 m en el cual se distribuyen las cuchillas separadas a 7 cm y dejando 11 cm en los laterales (entre la última cuchilla y la pared de la cámara), para ubicar en este sector fibra más larga que le brinde una mayor conformación cilíndrica al rollo (Figura 8-42).

Según datos de los distintos fabricantes, el filo de la cuchilla dura entre 300 y 600 rollos (400 en caso de alfalfa). Las cuchillas pueden afilarse hasta 3 veces antes de su recambio (Figura 8-43).

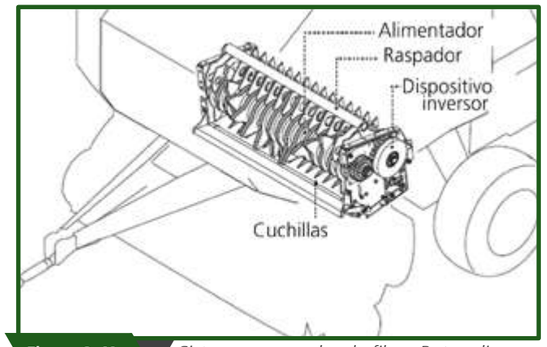


Figura 8-40 *Sistema procesador de fibra. Rotor alimentador y cuchillas dispuestas en el piso.*





Figura 8-41 *Arriba: rotor alimentador compuesto por estrellas de distribuci n helicoidal. Abajo: detalle de las cuchillas dispuestas en la parte inferior del rotor.*





Figura 8-42 *Detalle del piso del rotor donde se pueden colocar cuchillas cada 7 cm (arriba) dejando 11 cm en los laterales, entre la ltima cuchilla y la pared de la c mara (abajo).*

En caso de querer trabajar con el cutter desactivado y retirar las cuchillas, las aberturas donde van ubicadas pueden cubrirse con unas falsas cuchillas que quedan colocadas prácticamente al ras del pi-

JUTA
MALLAS PARA ROTOENFARDADORAS







Figura 8-43 *Detalle de cuchilla dentada.*





Figura 8-44 *Piso del rotor con las aberturas cubiertas con falsas cuchillas para trabajar sin procesar fibra.*

so (Figura 8-44). Cabe destacar que las cuchillas poseen un sistema de exclusión hidráulico, por lo cual, también existe la posibilidad de esconderlas para realizar henos sin fibra procesada, con solo tocar un mando desde el monitor, sin necesidad de retirarlas manualmente.

INTA evaluó los 4 modelos de rotoenfardadoras con cutter que se comercializan en nuestro mercado (Yomel Zonda, Yomel Magna 940, Montecor Gallignani y Yomel Magna 940 Plus 25 cut).

Los resultados obtenidos indican que los valores de pérdidas de cámara de compactación, trabajando sobre gavillas entre 14 y 19 % de humedad, fueron de 1,32 % cuando se trabajó sin el procesador de fibra, 1,66 % con el sistema procesador de fibra activado con 7 cuchillas (fibra de 14 cm) y 2,19 % con el sistema procesador de fibra configurado con las 15 cuchillas (fibra de 7 cm de largo). Estos valores indican que si bien al procesar la fibra se genera un incremento en las pérdidas de hojas, estas no son significativas y no influyen en la calidad final del heno confeccionado cuando se trabaja en este rango de humedad.

También es importante remarcar que cuando se trabajó sin procesador de fibra, el consumo de gasoil fue de 0,4 l/t MS, mientras cuando se procesó fibra a 7 cm de longitud éste se incrementó a 0,8 l/t MS. Si bien se generar un consumo extra al elaborar un heno con fibra procesada, estos rollos están elaborados con fibra que está lista para incluirla en un mixer vertical y solo tener que mezclarlas con el resto de los ingredientes, ahorrando el consumo de combustible que demanda el trozado de la fibra y que normalmente es de 0,58 l/t MS.

Además estos rollos se desarman al cortar la red de atado, con lo cual su fibra se puede cargar directamente con una pala, en un mixer horizontal mezclador. En la figura 8-45 se presenta la secuencia de uso de fibra, proveniente de un rollo elaborado con fibra procesada con el cutter a 15 cuchillas, desde el momento en que se desarma el rollo, hasta la distribución en el comedero de una ración mezclada con un mixer horizontal, con sinfines lisos.

Esta prueba a campo se realizó para evaluar el comportamiento de la fibra, proveniente de los rollos con fibra procesada con cutter 15 cuchillas y con cutter 25 cuchillas.

La dieta utilizada y el orden de carga de los distintos ingredientes fue silaje de maíz, luego el heno proveniente de los rollos cutteados, silaje de alfalfa y por último grano de maíz molido y expeller de soja.

Con los rollos realizados con cutter 15 cuchillas, se logró incluir hasta 200 kg de heno en el mixer horizontal mezclador de 9 m^3 sin que esté presente ningún tipo de atascamiento en sus sinfines. Con el rollo realizado con cutter 25 cuchillas, se logró incorporar hasta 400 kg de heno en dicha dieta.



Figura 8-45 *Secuencia de uso de fibra henificada, con procesador de fibra con 14 cuchillas en un mixer mezclador horizontal.*

El tiempo de mezclado fue de 6 minutos en ambos casos, logrando una ración perfectamente mezclada.

1.7 Recomendaciones de uso de rotoenfardadoras para lograr henos de alta calidad

Las pérdidas de MS y calidad de heno de alfalfa producidas al momento de la henificación, son de variada magnitud y se deben principalmente a la pérdida de hoja que se produce al momento de la confección y a una compactación deficiente, que repercute en la eficiencia de trabajo de las máquinas y en la conservación de la calidad durante el almacenaje.

Es muy importante tener en claro que se pueden llevar a cabo ciertas mejoras en el proceso de producción de heno, que permitan cosechar, al mismo costo operativo, mayor cantidad de nutrientes, ya que la elaboración de un rollo con la mejor calidad demanda las mismas operaciones de corte, rastrillado, henificación y estibado que uno de mala calidad. **La diferencia radica principalmente en ejecutar esas actividades en el momento oportuno y con las regulaciones adecuadas para cada caso**.

1.7.1 Humedad del forraje:

Es sumamente importante, ya que determina la calidad del rollo que se confeccionará y las condiciones en las que tendrá lugar el almacenamiento posterior del heno.

Es importante destacar que cuando se habla de porcentaje, se está detallando un nivel de humedad por encima del cual no se debe trabajar, no considerar el promedio de varias lecturas que se puedan hacer en el lote, basta conque alguna de ellas exceda ese límite recomendado.

Al respecto se debe tener cuidado ya que la humedad del forraje se va modificando a lo largo del día, además de variar dentro de un mismo lote, por lo cual es importante determinar correctamente el porcentaje de humedad del forraje, para evitar el deterioro del mismo durante el almacenaje.

Si el forraje no fue secado adecuadamente y es henificado con un contenido de humedad superior a 20 %, se produce un deterioro en la calidad del heno. Según Lechtemberg y Holt, se estima una pérdida de MS en 1 %, por cada 1 % de humedad del heno por encima de este umbral crítico.

El excesivo contenido de humedad favorece la respiración celular y el desarrollo de hongos que consumen los carbohidratos de alta calidad del forraje y generan calor a través de su respiración.

Las temperaturas elevadas que se alcanzan en un heno húmedo pueden disminuir la digestibilidad de la proteína al producirse la reacción de Maillard, que produce, por polimerización, un fuerte ligamento de los aminoácidos a azúcares y a otros carbohidratos. La formación de proteína indigestible es proporcional al número de días que el heno está por encima de 35ºC.

En el caso de heno confeccionado con elevada humedad (más del 30 %), la temperatura generada por el desarrollo de hongos puede alcanzar hasta 70ºC, pudiendo llegarse hasta la combustión espontánea del rollo (Russell, J. 1990).

A medida que la humedad de la andana desciende, las pérdidas en cámara aumentan progresivamente. Según experiencias obtenidas en distintos ensayos propios, cuando la humedad de la andana es inferior al 13 %, debe detenerse la tarea de enrollado debido a que las pérdidas de hojas sobre todo, superan el límite de tolerancia aconsejado por INTA, para obtener rollos de alfalfa de calidad (Figura 8-46), dando como resultado, un forraje con bajo contenido de proteína, y altos valores de fibra. Aconsejamos no trabajar en la recolección de heno en ese momento, esperar a que el material se revenga o recupere un poco de humedad, cuando baja la temperatura a la tardecita, para asegurar el máximo contenido proteico.

En las distintas pruebas a campo realizas por INTA, se debe destacar que la fracción vegetal recogida estaba constituida por brotes y hojas de alto valor nutritivo, dado que dicho valor poseía en su composición valores que rondan los 25 % de proteína bruta (PB), contrastado con los valores promedios de 18-19 % que se obtuvo en el muestreo de los rollos, lo que indica que las pérdidas recolectadas son hojas (Figura 8-47).

Considerando el material perdido al momento de confeccionar los rollos a distintas humedades de andana, se puede afirmar que cuando se trabajó con andanas con humedades cercanas al 14 %, los valores de las pérdidas medidas en Kg de proteína bruta por rollo henificado, se incrementaron notablemente.

Cuando el material recolectado presentaba una humedad cercana al 13 %, se perdieron 4 Kg de proteína en cada rollo henificado, que quedó tirada en el suelo y no llega a la boca del animal.

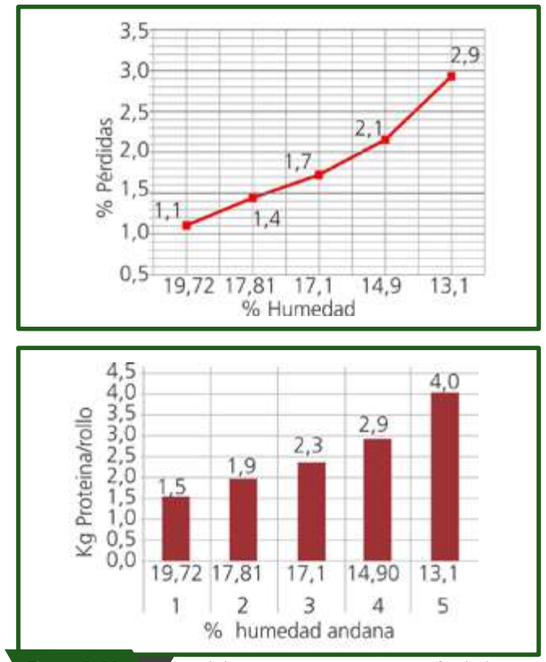


Figura 8-46 *P rdidas por c mara en Rotoenfardadoras en funci n de la humedad de la andana, expresado en % de MS (a) y en kg de prote na por rollo (b).*



Figura 8-47 *Medici n de p rdidas en distintos modelos rotoenfardadoras.*

1.7.2 Determinaci n del porcentaje de humedad de forraje:

Si bien existen métodos empíricos que son muy usados, los mismos tienen poca confiabilidad ya que muchas veces se corre el riesgo de cometer errores, por exceso o defecto en el porcentaje de humedad del forraje.

Lo más conveniente para determinar el valor de humedad preciso y con ello el inicio del trabajo, son los humedímetros electrónicos (Figura 8-48). Estos aparatos pueden medir el porcentaje de humedad en la hilera, antes de confeccionar los rollos o bien una vez confeccionados los rollos o fardos, para chequear que el trabajo se está realizando correctamente.

Algunos de estos equipos también presentan la opción de medir temperatura, para chequear la evolución de la misma durante el almacenaje, en el caso que se tenga dudas de las condiciones en las cuales fue confeccionado el heno. Teniendo en cuenta que los humedímetros miden principalmente conductividad eléctrica, se deben simular las condiciones de compactación dentro de un rollo para poder determinar si se está en condiciones de henificar.

Un error muy común es medir humedad en material que no tiene buena compactación, con lo que se obtiene una lectura menor corriendo el riesgo de calentamiento del pasto durante el almacenaje.

Confecci n de un rollo prueba: Si bien el método más confiable es realizar un rollo de prueba y medir en él la humedad, lo problemático es que no se puede estar haciendo un rollo para cada medición, porque se corre el riesgo de estar en un nivel de humedad incorrecto y perder ese material.



Figura 8-48 *Humed metro electr nico de espada.*



Figura 8-49 *Sensor de humedad incorporado en la c mara de compactaci n de la rotoenfardadora.*

Medici n directa en la andana: Lo más aconsejable es medir el forraje que se encuentra en la andana o hilera de pasto, simulando para ello las condiciones de compactación que tendría dentro del rollo.

Con los aparatos que tienen un medidor o sensor de andanda, se debe compactar el material dentro de un balde plástico (para no alterar la conductividad eléctrica) y realizar las mediciones con el sensor correspondiente.

Con los medidores que no cuentan con sensor de hilera y solo tiene un pincho como sensor, se debe retorcer una porción de material hasta alcanzar una buena compactación del mismo e introducir el pincho, en esa porción apretada (para simular la compactación en un rollo o fardo), y realizar la medición en ese punto. En todos los casos es necesario hacer varias mediciones en diferentes partes del lote, para asegurarse que se está trabajando con el porcentaje de humedad correcto.

Actualmente existen en el mercado algunos medidores de humedad incorporados dentro de las rotoenfardadoras. Estos son sumamente prácticos, ya que van reflejando las lecturas tomadas cada tres segundos, en un monitor en la cabina del tractor, e indican las lecturas en tiempo real, para que el operador suspenda el trabajo por exceso o defecto de humedad cuando lo determine conveniente (Figura 8-49).

1.7.3 Presi n de trabajo

La presión de trabajo debe ser la máxima permitida por la máquina, resguardando siempre su

desgaste con un cálculo lógico en el coeficiente de reparación y mantenimiento. Siempre que la máquina tenga un buen desempeño y el tractor una reserva de torque suficiente, se va a lograr un mayor grado de compactación. Cuanto mayor sea la presión de compactación, menor serán los costos operativos y mejor la conservación durante el almacenaje.

En un trabajo publicado por Russell, J. R. et al (1990) queda demostrado que los rollos de menor densidad se deterioran fácilmente en la capa externa, y con mayor gravedad en la capa inferior que está en contacto con el suelo. Los autores determinaron que los rollos de menor densidad, son más susceptibles a este tipo de deterioro, debido a que su menor densidad los hace perder la forma de circunferencia perfecta, lo que aumenta la superficie de contacto con el suelo y por ende la absorción de humedad. El aumento en el contenido de humedad de los rollos de menor densidad durante el almacenaje, coincide con los menores valores de MS y Digestibilidad evaluados en laboratorio, en comparación con los rollos de mayor densidad.

Recordar que la compactación no depende solo de la presión de trabajo, sino que también está en función del tipo y calidad de las correas, y de la uniformidad de alimentación de la cámara de compactación (Tabla 8-2).

En una prueba a campo realizada por INTA, cuando la rotoenfardadora se configuró a 180 bar de presión, trabajó henificando 24 kg/m³ más de densidad que cuando lo hizo con 110 bar, permitiendo henificar 14 % más de forraje en la misma unidad de volumen (Tabla 8-5).

De esta forma, cada 9 rollos que realicemos a 110 bar, necesitamos hacer 8 a 180 bar, lo que permite afirmar que al incrementar la cantidad de pasto por unidad de volumen (kg/m³), se logra mayor eficiencia en el transporte y almacenamiento del heno.

El grado de compactación del heno no tiene un efecto sobre las pérdidas de calidad del rollo al momento de la confección, sino que influye sobre su hermeticidad a las lluvias durante la etapa de almacenamiento (Figura 8-50).

Registros de peso, medidas, vol menes y densidades de MS henificada a distintas presiones de compactaci n obtenidos en prueba a campo en INTA Manfredi.

Tabla 8-5

Presión (Bar)	Peso (Kg)	Medidas (m)	Volúmen (m³)	Densidad (Kg/m³)
110	473	1,71x1,2	2,76	171,64
140	483	1,71x1,2	2,76	171,27
170	523	1,71x1,2	2,76	189,78
180	533	1,70x1,2	2,76	195,69

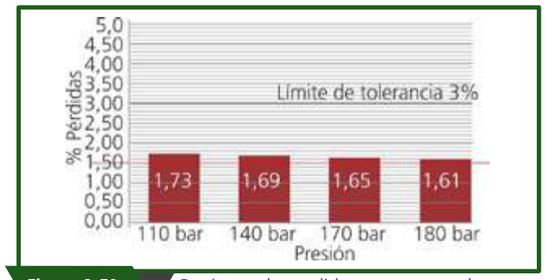


Figura 8-50 *Registros de p rdidas por c mara de compactaci n en rotoenfardadora, en funci n de la presi n de compactaci n.*

Tal como puede observarse en la figura anterior, no existen diferencias significativas en cuanto a una disminución de las pérdidas al incrementar la presión de compactación. Se puede afirmar que existe una leve disminución de las pérdidas de material, a medida que la presión de compactación aumentaba, debido a que al incrementar la cantidad de pasto por unidad de volumen (kg/m³), se disminuye la pérdida de hoja por un menor sobreamasado del forraje. Este hecho se produce fundamentalmente al momento del atado, dado que se reduce la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del rollo, mejorando su calidad total.

Es importante recordar que si bien iniciamos la henificación con valores de humedad inferiores al 20 %, ésta recién se estabiliza cuando desciende por debajo del 15 %. Es por ello, que cuando trabajamos con altas presiones de compactación, es más difícil que el agua difunda hacia la atmósfera, incrementando la humedad relativa en la masa henificada, creando un ambiente propicio para que proliferen hongos y bacterias.

Por ello, solo es recomendable trabajar con alta presión de compactación, cuando henifiquemos forraje que se encuentra por debajo de 17 % de humedad.

Al trabajar con la máxima presión, la capacidad de trabajo se incrementó en un 9 %, dado que cuando la rotoenfardadora trabajó a 180 bar de presión, henificó 1.550 kg más por cada hora (Figura 8-52) de trabajo que cuando trabajó a 110 bar, lo que se traduce que en ese tiempo pudo elevar su capacidad de trabajo confeccionado 3 rollos más.

Durante una hora de trabajo a 110 bar, se henificaron 17.490 kg MS y se confeccionaron 37 rollos, mientras que en el mismo lapso de tiempo pero a 180 bar, se henificaron 19.040 kg y se confeccionaron 35 rollos. Al disminuir la cantidad de rollos, se disminuye la cantidad de veces que la rotoenfardadora se tiene que detener a 0 km/h para realizar el atado y expulsión de cada heno, logrando mayor capacidad de trabajo y menor pérdida de hoja en la periferia, que se produce cada vez que éstas toman contacto con las correas.

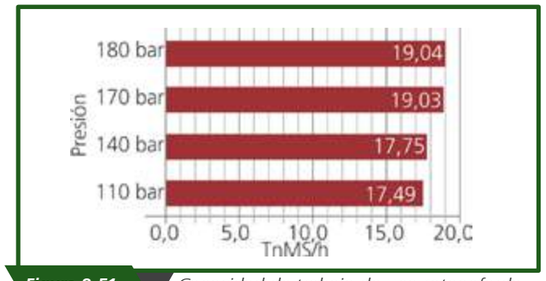


Figura 8-51 *Capacidad de trabajo de una rotoenfardadora en funci n de distintas presiones de compactaci n.*

A medida que se incrementó la presión de la cámara de compactación, aumentó el consumo de gasoil para la confección de una tonelada de MS de heno. Tomando de referencia el consumo efectuado al trabajar a 110 bar, éste se incrementó en 0,2 l/t MS cuando trabajó a 140 bar, 0,22 cuando lo hizo a 170 bar y 0,3 cuando lo realizó con la máxima presión.

Este leve incremento, en el consumo de gasoil, luego se ve compensado por una disminución de los costos operativos para retirar los rollos del lote y luego estivarlo, dado que disminuye la cantidad de unidades que hay que movilizar y estivar.

Si bien es sabido que la implementación de los procesos y la eficiencia de la maquinaria mejora el balance económico en el uso de equipos, nunca se debe perder de vista que la moneda corriente del productor, es el valor que cobra por kg de producto y es allí donde ocurre la mayor división por actividad.

Como se puede observar en el siguiente cuadro, cuando se habla de producción de carne, la productividad anual de una rotoenfardadora pueden significar una diferencia de 395 kg de carne, con solo modificar la humedad y la presión de trabajo (Tabla 8-6).

1.7.4 Alimentaci n de la m quina

Cuando se comienza con la confección de los rollos y para "armar el núcleo de los mismos", es necesario empezar a cargar por uno de los laterales de la máquina y luego seguir con uno o dos zigzagueos continuos, hasta que el núcleo se haya formado.

A partir de ese momento, se debe transitar por cada uno de los lados de la hilera para cargar alternativamente los laterales de la cámara de compactación, tratando siempre que no existan grandes diferencias de carga en cada uno de dichos laterales.

Todas las máquinas que se ofrecen en el mercado cuentan con monitores de carga de compactación (Figura 8-52), los cuales tienen barras activas que van mostrando el nivel de carga a cada lateral y la necesidad de zigzagueos. Es allí donde debe testearse la uniformidad de trabajo, tratando que las diferencias entre un lateral y otro no sea grande para que nunca existan puntos de baja densidad dentro del rollo.

Cuando se carga demasiado pasto en el centro y poco en los laterales se formará un rollo con forma de barril, en tanto que cuando se transita excesivamente por los laterales y no se cambian adecuadamente los laterales, se corre el riesgo de formar un rollo con poca densidad en el centro del mismo (Figura 8-53).

Estos puntos flojos, por lo general sufren más deterioro en el período de almacenaje, además de

Registros de peso, medidas, vol menes y densidades de MS henificada a distintas presiones de compactaci n, obtenidos en prueba a campo en INTA Manfredi.

Tabla 8-6

Productividad anual de la rotoenfardadora bajo diferentes condiciones de uso	
Tabajando con una presión de compactación (170 Bar) y humedad de andana (18%)	Tabajando con baja presión de compactación (110 Bar) y humedad de andana (13%)
Cap. henificación: 19.030 Kg/h	Cap. henificación: 17.490 Kg/h
Dig. de los rollos: 65,62%	Dig. de los rollos: 58,55%
MS Dig. enrollada: 12.487 Kg MS D/h	MS Dig. enrollada: 10.240 Kg MS D/h
EM Rollos: 2,36 M cal/Kg MSD	EM Rollos: 2,10 M cal/Kg MSD
Mcal enrolladas/hora: 29.469	Mcal enrolladas/hora: 21.504
Equivalente Carne: 1.461 Kg/h	Equivalente Carne: 1.066 Kg/h
Dif. Productividad: 395 Kg carne/h	

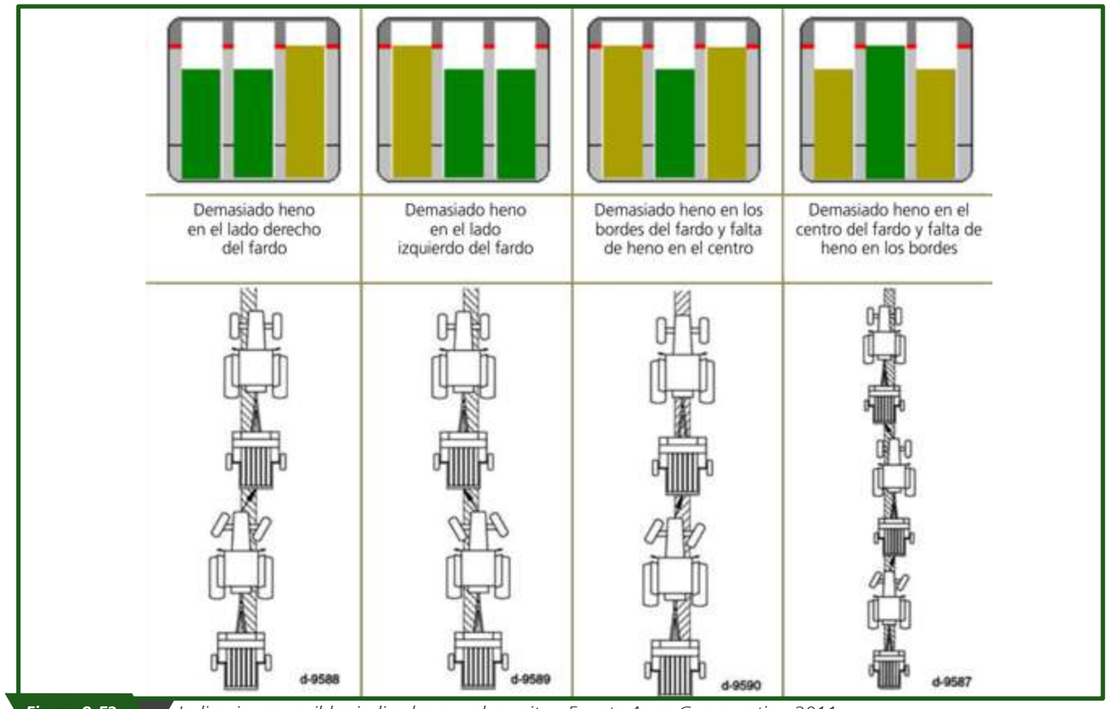


Figura 8-52 *Indicaciones posibles indicadas por el monitor. Fuente Agco Coorporation 2011.*



Figura 8-53 *Rollos con defecto en su confecci n. Falta de material en los laterales (Izquierda) y con falta de material al centro (Derecha).*

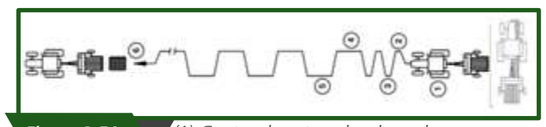


Figura 8-54 *(1) Centrar la roto sobre la andana y avanzar sobre esta. (2) Girar abruptamente a la derecha para poner heno en el lado izquierdo de la andana. (3) Girar abruptamente a la izquierda para poner heno en el lado derecho de la andana. Repita este procedimiento hasta formar el n cleo. (4) Luego girar abruptamente a la derecha y a continuaci n siga derecho para poner heno en el lado izquierdo de la andana.*



Figura 8-55 *Conducci n inadecuada en la formaci n del rollo.*

bajar la eficiencia de trabajo, por no aprovechar todo el volumen de la cámara de compactación y aumentar los costos de atado y traslado de forraje por esa falta de eficiencia.

Si el ancho de la andana es menor a la mitad del ancho de la cámara de compactación, requiere hacer zigzagueos discontinuos para llenar uniformemente la cámara. Se recomienda realizar el procedimiento esquematizado en la figura 8-54.

Como se menciona anteriormente, para la formación correcta del núcleo, los zigzagueos deben ser abruptos y no curvilíneos (Figura 8-55), dado que se formará un rollo con forma de barril además de generar problemas en las correas.

Cuando se trabaja en lotes de alto rendimiento, con máquinas equipadas con recolectores más anchos que la cámara de compactación y aceleradores de pasto, es conveniente henificar sobre andanas que posean un ancho similar al de la cámara de compactación.

Es importante aclara, que los modelos de nueva generación pueden procesar materiales con una densidad de hasta 5 a 6 kg/m lineal de andana, teniendo en cuenta que las pérdidas de hojas son menores cuando más densas son las hileras.

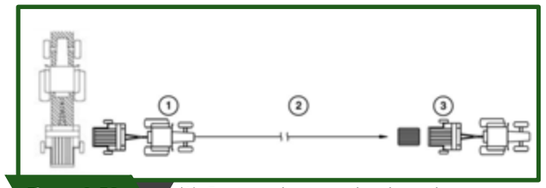


Figura 8-56 *(1) Centrar el rotor sobre la andana. (2) Conducir hacia adelante en forma recta. (3) Cuando el rollo est completo, detener el tractor y realice el atado del rollo. Luego exp lselo y comience el siguiente.*

Si la andana es igual de ancho que la cámara, usar el procedimiento esquematizado en la figura 8-56.

Siempre es bueno que las andanas tengan forma rectangular, no de cordón, y una altura uniforme en todo su ancho, facilitando una alimentación pareja y constante de la cámara de compactación, para realizar un rollo de una arquitectura adecuada.

2. Caracter sticas destacables en las megaenfardadoras

Las megaenfardadoras encontraron sus orígenes en los años 80 y desde entonces se fabrican exclusivamente en Estados Unidos, Alemania y Bélgica de donde son exportadas al resto del mundo.

En otros mercados se ofrecen en una gama de equipos que efectúan fardos de diferentes tamaños y volúmenes que dan distintas alternativas (Figura 8-57), tanto de uso como de transporte. La mayoría de los fabricantes ofrece una línea compuesta por modelos que producen fardos de 0,80 o 1,20 m de ancho y 0,70 o 0,90 m de alto. A nuestro país llegan mayoritariamente las que realizan megafardos de 1,20 m de ancho, 0,70 m de altura y 2,60 m de largo, dado que estas son las dimensiones más adecuadas para el transporte a camión. Como se detalló en el capítulo 2 de este libro, actualmente también ha crecido la demanda de modelos que generan fardos de 0,90 m de alto.



Figura 8-57 *En mercados como Estados Unidos los fabricantes ofrecen una gama amplia de megaenfardadoras que elabora fardos de diversos tama os.*

Estas máquinas cuentan con recolectores más anchos que la cámara, de entre 2,25 m y 2,60 m de ancho dependiendo el modelo, equipados con dedos curvos (Figura 8-58) y con reducido espacio entre ellos que favorecen la recolección del material, permitiendo un tratamiento más suave del mismo. A su vez están equipados con ruedas limitadoras que auxilian la flotación y permiten mantener la uniformidad de alimentación adaptándose a distintas situaciones. En las versiones con procesador de fibra (Cutter), el ancho del recolector es de 2,40 m o más, para favorecer la alimentación del rolo alimentador.

El sistema de elevación es hidráulico y se recomienda utilizar una altura de recolector similar a la recomendada para la rotoenfardadora, al igual que de las ruedas limitadoras de profundidad, las cuales tampoco deben soportar todo el peso del recolector. La tensión de los resortes de flotación del recolector viene ajustada de fábrica, de forma tal que al aplicar 54 kg en el centro de la rueda se levanta el recolector, evitando así que los dientes entren en contacto con el suelo

Detrás del recolector se ubican dos sinfines, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho, que encausar el material que ingresa por los laterales del recolector hacia el centro, para que el heno

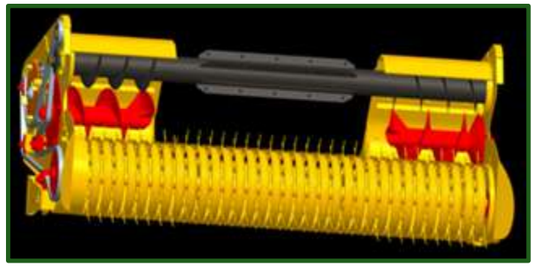




Figura 8-58 *Recolector de megaenfardadora equipados con dedos curvos.*

sea tomado por un alimentador de forraje, que tiene la función de acelerar el material hacia el interior de la precámara, disminuyendo los riesgos de atascamientos cuando se trabaja sobre gavillas rastrilladas con alta humedad y que presenta el material en forma de bollos.

En las versiones sin procesador de fibra, este alimentador que introduce el pasto en la precámara está compuesto por 3 horquillas, que poseen 9 púas simples (Figura 8-59).

En los modelos equipados con procesador de fibra (Cutter) el alimentador de horquillas es remplazado por un rotor que monta pares de estrellas de distribución helicoidal, que al hacer pasar el material por las púas dentadas semicirculares de zafe independiente que se encuentran dispuestas en el piso, originan el corte cizalla de la fibra (Figura 8-60).

El largo de corte de la fibra puede variar de acuerdo a la cantidad de cuchillas que se monten en el cutter, dado que, por ejemplo, se puede configurar con 17 cuchillas separadas a 78 mm o 33 con una distancia entre ellas de 39 mm. El bastidor de las cuchillas puede extraerse de la megaenfardadora hasta dejar las cuchillas al descubierto para afilarlas (Figuras 8-61 y 8-62).

Luego de ser tomado por el recolector el material pasa por el alimentador de tipo alternativo que consiste en una horquilla (ver punto 1 de la figura 8-63 A) encargada de alimentar la cámara de pre-compresión (como se visualiza en el punto 2). En las versiones cutter esta horquilla es reemplazada por un rotor alimentador que hace pasar el material por las cuchillas ubicadas en la parte inferior.

Posteriormente el material es tomado por la horquilla de llenado que lo traslada desde la cámara de pre-compresión a la de empacado, y que solo entra en funcionamiento cuando los dedos del sensor de activación indican que el material ha alcanzado la densidad necesaria. De este modo la densidad de los fardos es uniforme en todas las capas (panes). Esto se observa en el punto 3 de la figura 8-63 B, donde se aprecia el sensor que indica que se ha alcanzado la densidad requerida, y en el punto 5 donde actúa la horquilla que posee el dedo que expulsa la capa hacia la cámara de enfardado prensado que se distingue en el punto 6.



Figura 8-59 *Detalle de alimentador a horquillas utilizado en versiones sin procesador de fibra.*



Figura 8-61 *Rotor alimentador en las versiones CropCutter y detalle del caj n con cuchillas que se dispone en el piso del alimentador para producir el corte por cizalla. Este caj n es removible.*



Figura 8-60 *Alimentador rotativo utilizado en megaenfardadora con sistema procesador de fibra.*



Figura 8-62 *Detalle de cuchilla dentada semicircular similar a la utilizada en rotoenfardadoras.*

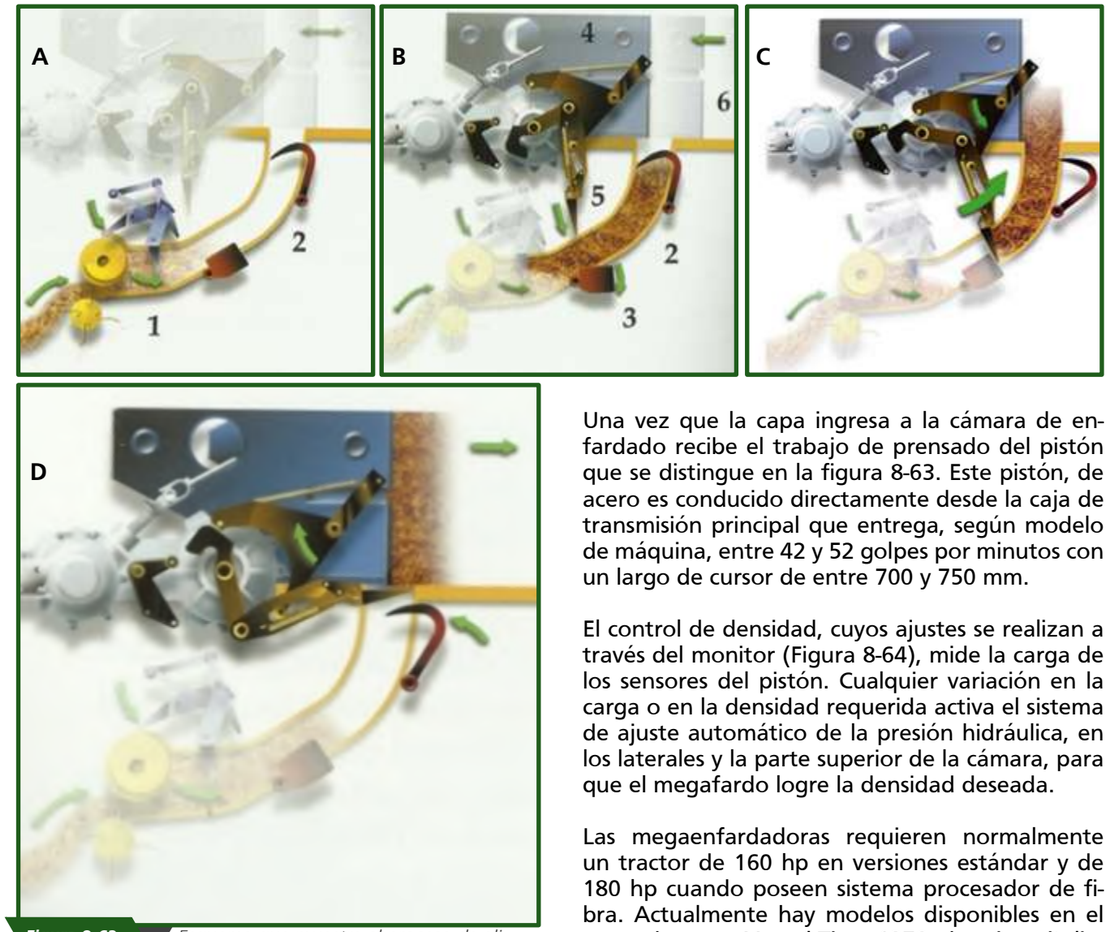


Figura 8-63 *Esquema que muestra el proceso de alimentaci n de la c mara de compactaci n (CNH, 2011)*

Una vez que la capa ingresa a la cámara de enfardado recibe el trabajo de prensado del pistón que se distingue en la figura 8-63. Este pistón, de acero es conducido directamente desde la caja de transmisión principal que entrega, según modelo de máquina, entre 42 y 52 golpes por minutos con un largo de cursor de entre 700 y 750 mm.

El control de densidad, cuyos ajustes se realizan a través del monitor (Figura 8-64), mide la carga de los sensores del pistón. Cualquier variación en la carga o en la densidad requerida activa el sistema de ajuste automático de la presión hidráulica, en los laterales y la parte superior de la cámara, para que el megafardo logre la densidad deseada.

Las megaenfardadoras requieren normalmente un tractor de 160 hp en versiones estándar y de 180 hp cuando poseen sistema procesador de fibra. Actualmente hay modelos disponibles en el mercado como Yomel Tigra 1270, de origen italiano, fabricada por Cicoria y que solo requiere entre 110 y 120 hp, dado que reemplaza el movimiento rectilíneo tradicional del pistón por un movimiento semi-circular de 48 golpes/minuto. Otra particularidad de esta máquina que la difencia del resto



Figura 8-64 *Izquierda: detalle de pist n de acero (AGCO Corporation, 2011); Derecha: Los cilindros hidr ulicos de densidad de doble efecto aplican presi n a ambos lados y a la parte superior de la c mara para proporcionar a las placas una densidad homog nea, todo ello controlado de forma autom tica a trav s del monitor de la megaenfardadora.*



Figura 8-65 *Detalle del sistema de alimentaci n y compactaci n del modelo Cicoria comercializado por Yomel.*

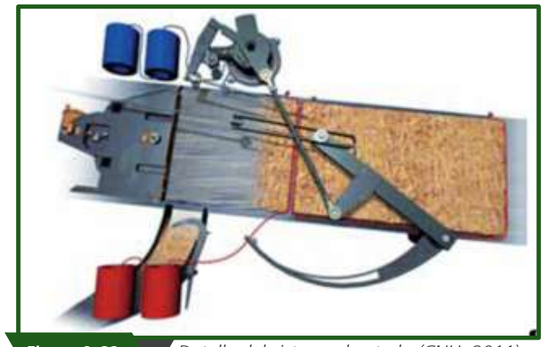


Figura 8-66 *Detalle del sistema de atado (CNH, 2011).*



Figura 8-67 *Rueda dentada que mide los movimientos del megafardo dentro de la c mara.*

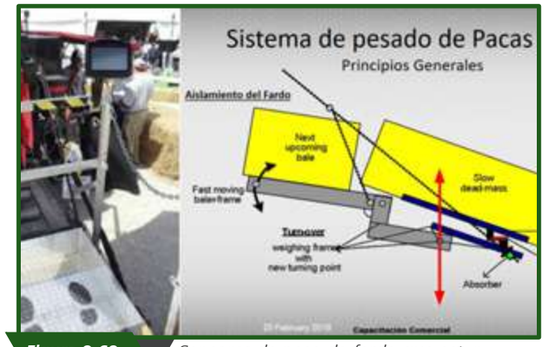


Figura 8-68 *Sensores de peso de fardo que est n conectados a un GPS y permiten realizar mapas de productividad de la pastura a enfardar.*

de los modelos, es que la precámara de alimentación posee un diseño de omega (Figura 8-65), el cual alimenta a la cámara de compactación por la parte superior de la misma y no por la inferior.

En las máquinas de 1,20 m de ancho, el sistema de atado cuenta con 6 hilos y se utiliza el sistema de doble nudo. En el anudador entran dos hilos, con los que se realiza el nudo final en el fardo terminado y el nudo inicial en el fardo en formación. Este sistema de doble nudo permite lograr megafardos con alta densidad, ya que la tensión que soportan los componentes del anudador y la cuerda, durante la formación del megafardo, es mínima (Figura 8-66).

Para aumentar el rendimiento y la vida útil de los anudadores, están asistidos por ventiladores que producen un flujo de aire que mantienen limpios de la broza que se produce al enfardar. El compartimento donde se almacenan los hilos del sistema de atado permite almacenar hasta 30 bobinas, a la vez que no permite la entrada de polvo y broza al mismo.

Estas máquinas cuentan con un sistema electrónico y otro mecánico, que indican la longitud que va tomando el megafardo, un dato útil para activar los anudadores. Para esto cuenta con una rueda dentada (Figura 8-67), que va midiendo los movimientos del megafardo dentro de la cámara de enfardado y que permite a su vez modificar la longitud de éste. La rampa de descarga trabaja con rodillos, de los cuales los dos últimos están montados sobre rodamientos, para amortiguar mejor la expulsión del megafardo. Al igual que las rotos, las megas están equipada con un monitor que muestra el funcionamiento general de la máquina. En la pantalla de inicio indica información general como conteo histórico de megafardos, horas de trabajo, estado de registro de trabajo, tarea actual, conteo de megafardos de la tarea actual, etc.

En otras pantallas se pueden regular diversos parámetros del sistema de compactación (capas por megafardos, presión en la cámara de compactación, modo de carga del pistón), del sistema de atado, del sistema de lubricación, etc. Poseen un sistema de aviso por señales acústicas y visuales que advierten cualquier anomalía en la configuración de la máquina o cualquier falla que pudiese ocurrir en los sistemas, durante el proceso de henificación.

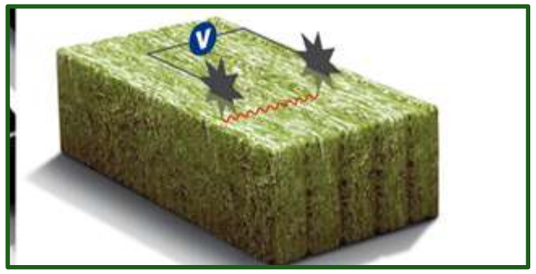




Figura 8-69 *Detalle del sensor de humedad en megaenfardadoras.*

Otro equipamiento interesante es el sistema de pesaje (Figura 8-68), el cual según datos de fábrica trabaja con un error máximo de +/- 2 % en la medida. Este dato proporciona un registro de la productividad de MS, el cual en combinación con un GPS puede elaborar un mapa de rendimiento de la pastura. Este modelo también puede estar equipado opcionalmente con un sensor de humedad compuesto por dos estrellas giratorias (Figura 8-69), que van tomando el porcentaje de humedad dentro del megafardo que se va formando y exhiben el dato en el monitor.

Otra de las alternativas disponibles es montar a la máquina con un eje sencillo o bien dos ejes en tándem (en balancín). Este último distribuye mejor la presión sobre el suelo disminuyendo la compactación, además logra mejor estabilidad al mermar el movimiento vertical de la enfardadora durante el trabajo. Para contrarrestar estos puntos, las máquinas de un eje montan neumáticos de mayor diámetro.

2.1 Recomendaciones de manejo en Megaenfardadoras para lograr un heno de alta calidad:

2.1.1 Presi n de trabajo

En una prueba a campo realizada por INTA se determinó que una megaenfardadora estandard a 250 bar de presión trabaja con 16 kg/m³ más de densidad que cuando lo realiza a 190 bar, permitiendo henificar el 6 % más de forraje por unidad de volumen. En el caso de versiones con cutter, a 250 bar henificó 15 kg/m³ más que cuando lo hizo a 190 bar, incrementando también en un 6 % la cantidad de alfalfa por unidad de volumen.

Si comparamos la versión cutter con la standard (Tabla 8-7), a 250 bar de presión la primera logró henificar 5,15 kg/m³ más (2 % más por unidad de volumen) y a 190 bar 6,75 kg/m³ (3 % más). Al igual que en rotoefardadoras, no existen diferencias significativas en cuanto a una disminución de las pérdidas al incrementar la presión de compactación.

Si se compara los valores de pérdidas de la megaenfardadora standard con lo de la versión cutter, se observa un incremento superior al 1 % debido a la mayor pérdida de hoja que se produce por el fraccionamiento de la fibra, pero se debe destacar que los valores se mantienen siempre por debajo del 3 %, que es el límite de tolerancia recomendada por INTA (Figura 8-70).

Tabla 8-6 *Registros de peso, medidas, vol menes y densidades de MS henificada a distintas presiones de compactaci n obtenidos en prueba a campo en INTA Manfredi.*

Presión Máquina (Bar)	Peso (Kg)	Medidas (m)	Volumen (m³)	Densidad (Kg/m³)
Standard 190	453	2,17x0,71x1,21	1,86	242,99
Standard 250	476	2,14x0,71x1,21	1,84	258,91
Cutter 190	457	2,13x0,71x1,21	1,83	249,74
Cutter 250	490	2,16x0,71x1,21	1,86	264,06

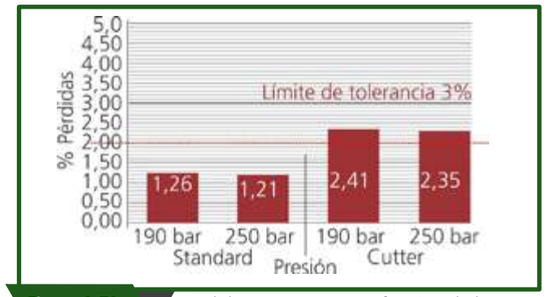


Figura 8-70 *P rdidas por c mara en funci n de la presi n de compactaci n.*

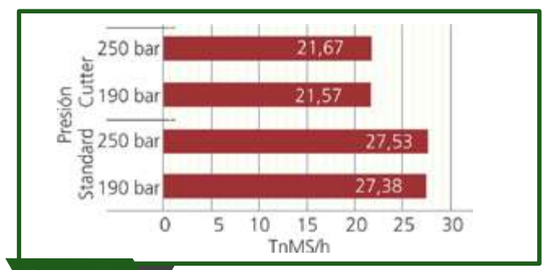


Figura 8-71 *Capacidad de trabajo de una megaenfardadora est ndar y una cutter a distintas presiones de trabajo.*

En las megaenfardadora, tanto estandard como Cutter, al incrementar la presión de compactación no existen diferencias significativas en cuanto a un incremento en la capacidad de trabajo (Figura 8-71), pero sí se produjeron diferencias por procesar la fibra. El tiempo que tardó la megaenfardadora Standard en henificar una tonelada de forraje fue 35 segundos menor respecto a lo que le demandó a la versión Cutter, con lo cual, al procesar la fibra se demoró un 28 % más.

En cuanto el consumo de combustible, cuando la megaenfardadora trabajó a 190 bar con el procesador de fibra activado gastó 0,28 l/t MS más de gasoil que cuando no proceso la fibra, y a 250 bar consumió 0,4 l/t MS más por henificar con el cutter activado. Si a estos datos los expresamos en porcentaje, se puede indicar que la megaenfardadora Cutter consumió un 27 % más de gasoil (Figura 8-72).

El consumo de combustible observado durante la confección de megafardos tanto en su versión estándar como en su versión de fibra procesada, es superior a mayores presiones de compactación. En ambas modalidades el consumo se ve incrementado al pasar de 190 bar de presión a 250 bar en aproximadamente un 9 %.

2.1.2 Humedad del forraje

Las pruebas a campo realizada por INTA a distintos modelos demuestran que las megaenfardadoras presenta una reducida pérdida de hoja, aún trabajando sobre andanas con bajo nivel de humedad, inferior al 13 %.

Por la alta compactación que producen, con las megaenfardadoras no es recomendable iniciar el proceso de henificación con valores de humedad superiores al 18 %. Cuando se utilizó el sistema procesador de fibra las pérdidas se incrementaron linealmente a medida que disminuía la humedad del forraje henificado, llegando al 3 % (límite de

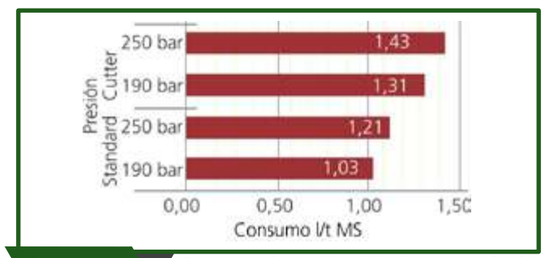


Figura 8-72 *Consumo de combustible de megaenfardadoras est ndar y cutter a distintas presiones de compactaci n.*

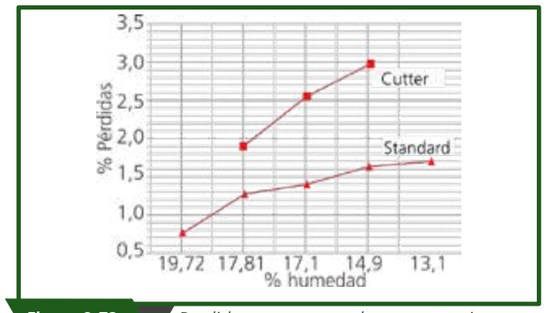


Figura 8-73 *P rdidas por c mara de compactaci n en Megaenfardadoras en funci n de la humedad de la andana.*

tolerancia establecido por INTA) cuando se trabajó con 13 % de humedad (Figura 8-73).

Por debajo de este valor de humedad, el material se encuentra muy susceptible a perder hojas. La agresividad mecánica a la que es sometido el forraje, al momento de procesar la fibra produce que por debajo de este valor de humedad se incremente notablemente la pérdida de hoja y de proteína.

Es importante aclarar que, cuando se trabaja con el cutter activado, no es posible henificar con valores superiores al 17 % de humedad, dado que no se produce un corte eficiente de la fibra, produciéndose problemas de atascamiento de la máquina.

Al igual que en la rotoenfardadora, el material perdido al momento de confeccionar los megafardos corresponde a la fracción vegetal con alto valor nutritivo y a elementos minerales como tierra.

Analizando las pérdidas al momento de confeccionar los megafardos a distintas humedades de andana, se puede afirmar que trabajando sobre un rango de humedad entre 18 y 13 %, prácticamente no hay diferencias significativas en cuanto a los Kg de proteína bruta que se pierde por megahenificado (Figura 8-74).

En el caso de la versión cutter, se observa que a medida que se trabaja con andanas con humedades cercanas al 13 %, las pérdidas medidas en Kg de proteína bruta por mega henificado se incrementaron en 1,5 % respecto a cuando se henificó con valores cercanos al 17 %.

Los megafardos poseen una gran compactación, con una densidad aproximada de 250 kg/m³ (variable según presión de compactación y modelo de máquina), con lo cual es recomendable confeccionarlos con humedades cercanas a valores de estabilización (inferiores al 16 %).

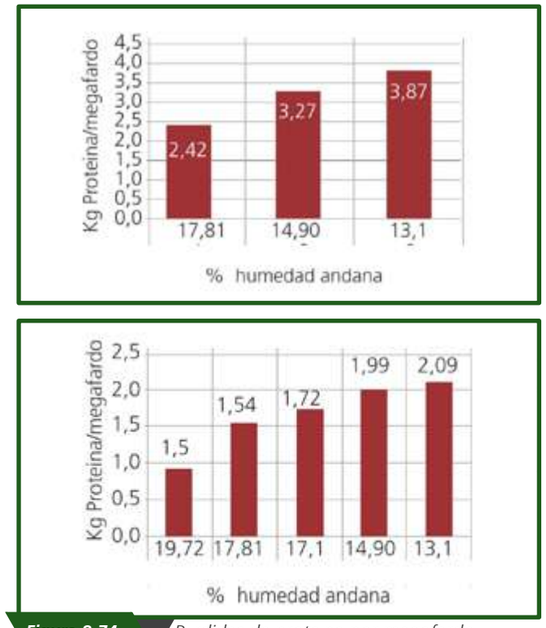


Figura 8-74 *P rdidas de prote na por megafardo est ndar (arriba) y cutter (abajo) seg n humedad de la andana.*

Si se henifica con valores superiores, esa pérdida de humedad que se genera desde que se confeciona hasta que se estabiliza, puede crear condiciones propicias para un posterior deterioro, dado que la difusión de agua en forma de vapor no se produce fácilmente hacia la atmosfera por la alta compactación que presenta el material, incrementando la humedad relativa en la masa henificada, la cual al superar niveles del 65 %, crea condiciones propicias para la proliferación de hongos y bacterias.

A su vez, si los contenidos de humedad son inferiores al 12 %, los valores de pérdida de hoja superan el 4 %, el cual es el límite de tolerancia establecido para no afectar la calidad del heno por disminución de proteína bruta. De esta forma, la ventana óptima de henificación de megafardos queda comprendida entre 17 % y 12 % de humedad.

Existen nuevas tecnologías que buscan aumentar la ventana óptima de henificación, algunas de ellas basadas en la aplicación de ácidos con propiedades antimicrobianas y antifúngicas que permiten henificar megafardos con un mayor nivel de humedad. Otras, en máquinas que aplican vapor a la andana con el objetivo de incrementar los niveles de humedad y reducir el nivel de pérdidas.

Desde el año 2010 New Holland y AGCO ofrecen en Estados Unidos y Europa (Figura 8-75), un mecanismo que actúa en base a las lecturas que realiza el sensor de humedad y permite ir aplicando un aditivo denominado "Crop Saver buffered acid®" de ph 6 y que está elaborado en base a ácido propiónico (64,5 %) y ácido cítrico (5 %). Esta aplicación no elimina el agua, sino que la neutraliza realizando una reacción de hidrólisis para inhibir el desarrollo de hongos. Esta tecnología está disponible en todos los equipos de henificación y permite realizar fardos gigantes con 21 % de humedad, rollos con 24 % y fardos chicos con 30 %. Además se caracteriza por permitir una mejor conservación de las características organolépticas del forraje en el tiempo.



Figura 8-75 *Megaefardadora equipada con sistema "Crop Saver buffered acid y balalanza.*

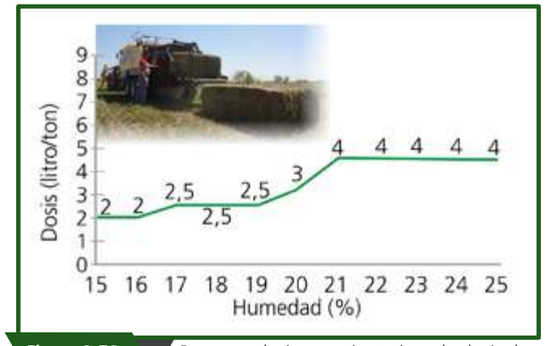


Figura 8-76 *Recomendaciones orientativas de dosis de Basf Lupro-Grain, en base a trabajos t c.*

Desde el año 2017, ambas marcas ofrecen estos equipos en Argentina y se pueden utilizar aplicando ácido orgánico Lupro Grain® (Figura 8-76), que comercializa la empresa Basf, el cual es un ácido orgánico débil, compuesto por 90 % ácido propiónico, 4 % propilenglicol, 4 % amonio y 2 % de agua. Contiene una materia activa muy similar al de Luprosil® (99 % ácido propionico y 1 % de agua) pero con efecto tampón. Utiliza sustancias tamponantes como el propilenglicol, el cual reduce el efecto biológico de cáustico a levemente irritante. Este ácido propiónico tiene propiedades antimicrobianas sobre hongos, levaduras y bacterias. Es especialmente conocido por sus propiedades fúngicas.

INTA ha obtenido muy buenos resultados en confección de megafardos de entre 23 y 25 % de humedad, aplicando Lupro Grain® en una dosis de 4 litros/tonelada de MS. Para estas pruebas se utilizó una megaenfardadora Challenger 2260 equipada con un aplicador de ácidos Hay Boss 2®, el cual se compone de un tanque, una bomba con un circuito hidráulico y un barral que aplica el ácido al pasto entre el recolector y el rotor alimentador (Figura 8-77 y figura 8-78).

Este equipo Hay Boss 2® se complementa con el Sistema Harvest Tec®, que permite colocar una etiqueta a cada megafardo en uno de los hilos de atado y dejar trazado en un microchip de radiofrecuencia con qué humedad fue confeccionado, la fecha y coordenadas de confección, peso y si contiene ácido y en qué dosis (Figura 8-79).





Figura 8-78 *Detalle del tanque de l quido (arriba) y barra con picos y pastillas (abajo).*



Figura 8-77 *Megaenfardadora Challenger equipada con dosificador Hay Boss2.*



Figura 8-79 *Etiqueta Sistema Harvest Tec colocado en uno de los hilos de atado, que permite dejar trazado el heno en un microchip de radiofrecuencia.*

Para incrementar la ventana de trabajo cuando se trabaja por debajo de 11 % de humedad y el nivel de pérdidas se incrementa, en Estados Unidos se desarrolló una humidificadora de andana denominada Dewpoint Staheli West® (Figura 8-79).

Esta máquina (Figura 8-80), opera conformando un tren ubicada detrás del tractor y por delante de la megaenfardadora, no demandando transmisión mecánica ni hidráulica de parte del tractor, operando en forma autónoma para poner en funcionamiento sus órganos y solo requiriendo ser trasladada. Debido a que se ubica entre tractor y megaenfardadora, la máquina tiene previsto un túnel por donde pasa la transmisión mecánica/cardánica e hidráulica (mangueras) que une al tractor y que permite el accionamiento de la megaenfardadora por parte del tractor.

Posee un motor Isuzu de 21 hp, alimentado a gasoil que acciona una caldera que vaporiza el agua, que es conducida a presión, mediante mangueras hacia el recolector de la megaenfardadora. Mediante esta tecnología es posible incrementar en 1 a 6 puntos la humedad del material, permitiendo continuar trabajando con baja pérdida de hoja cuando la andana se presenta seca. De acuerdo a un estudio de la Universidad de Wisconsin, se reduce en un 58 % las pérdidas de hojas, incrementando entre un 6 a 7 % el peso del megafardo. El dato curioso es que este incremento de hoja no se ve reflejado en la calidad química del fardo (podría producirse una desnaturalización de las proteínas por efecto de la alta temperatura con que sale el vapor desde la tobera, próximo a 100°C).

La empresa Staheliwest creó esta máquina en el año 1996 y luego le concedió una licencia, que duró hasta el año 2006 (a John Deere), para que la comercialice. Desde el año 2008 Staheliwest fabrica y comercializa esta máquina, habiendo vendido desde entonces unas 300 unidades, encontrando su principales usuarios en Estados Unidos, donde el propietario de la máquina en la gran mayoría de los casos es el mismo productor, el cual pierde muchas horas del día esperando las condiciones óptimas de humedad. Mediante el uso de esta tecnología de humidificación, los productores norteamericanos pueden duplicar la capacidad de trabajo de sus megaenfardadoras. Del total de máquinas vendidas en el mundo: 20 se introdujeron en Australia, 2 en México, 6 en California y el resto



Figura 8-80 *Humificadoras Dewpoint Staheli West trabajando en la localidad de Tr nsito, Provincia de C rdoba.*



Figura 8-81 *Componentes de la humificadora. 1 caldera, 2: generador di sel, 3: quemador, 4: tanque de gasoil, 5: tanque de agua, 6: neum ticos, 7: sistema de alimentaci n de agua, 8: calentador alimentado a propano, 9: mangueras.*

en los Estados Unidos, principalmente en Kansas. El valor de mercado en EEUU del humidificador es de 220.000 U$S. La empresa cuenta con un proyecto para crear máquinas con el mismo principio, pero de menor costo para megaenfardadoras y otro para adaptar a rotoenfardadoras. En febrero de 2018 se entregaron la dos primeras unidades vendidas en Argentina a la firma Noya, de la localidad de Tránsito, Provincia de Córdoba.

Este equipo (Figura 8-81), cuenta con 6 depósitos de agua con una capacidad total de 3.000 l y un tanque de gasoil de 1.200 l. La máquina cuando se encuentra cargada, tanto con combustible como con agua, posee un peso que supera los 13.000 kg. La autonomía de la máquina es de 5 a 6 h. Cuenta con cuatro toberas ubicadas próximas al recolector de la megaenfardadora, dos de ellos entre los dientes hidratando el material correspondiente a la parte inferior de la andana, y dos a la parte superior. La configuración de las toberas permite variar la dosis y zonas objetivo de humedecimiento.

El comando de la dosificación se maneja desde una pantalla táctil, ubicada en la cabina del tractor. Un sensor de humedad ubicada en la cámara de compactación indica al operario el nivel de humedad logrado, permitiendo realizar los ajustes necesarios según sea el objetivo. El consumo de la caldera es en promedio de 2 l/t MS henificada. La demanda extra de potencia de tractor es de 20 a 40 hp, según las condiciones de relieve del suelo (pendientes).

2.1.3 Uso de la fibra procesada por el cutter

En el caso de los megafardos elaborados con el cutter se observó una gran facilidad para el uso de esa fibra, dado que solo se deben cortar los hilos de atado, momento en que se desprende las pacas, que luego al golpearlo suavemente con una pala conforma un montículo de fibra lista para incluir dentro de un mixer.

La ventaja de este tipo de heno es que no necesita de un trozado previo, sino que la fibra puede ser procesada a un largo menor en el momento de mezcla con otros ingredientes. El largo promedio del material varía entre 4 y 10 cm (dependiendo el número de cuchillas del cutter), el cual se presenta en condiciones de ser mezclado con el resto de los ingredientes, en un mixer con sinfines lisos.

3. Caracter sticas destacables en enfardadoras

En Argentina existe un mercado necesario de fardo prismáticos de entre 25 y 30 kg, que generalmente se produce para uso más doméstico (caballos), producciones regionales (Santiago del Estero, Centro de Córdoba, Santa Fe, etc.), o bien para transportar a grandes distancias por una mejor eficiencia en el uso del volumen (Figura 8-82).



Figura 8-82 *Enfardadora de fardos prism ticos de 25 kg.*



Actualmente se destaca los modelos de carga central (Figura 8-83), en donde a medida que el material es recogido por el amplio recolector es dirigido en línea recta, sin cambios bruscos de dirección, a la cámara de pre formado, donde es pre comprimido en capas, para luego ser comprimido por el pistón en la cámara de compactación.

Un eje de mando vincula la toma de fuerza del tractor con la enfardadora y activa un embrague deslizante y un volante con perno de seguridad. El volante impulsa una caja de engranajes que moviliza el dispositivo de llenado, el pistón y el anudador.

El recolector de las máquinas más modernas posee un ancho 192,8 cm y es similar al de las rotoenfardadoras. Además posee dos sinfines de centrado, las ruedas limitadoras de profundidad y el resorte de flotación. La altura de los dientes sobre el suelo se fija ajustando la longitud del perno de tensión del soporte del resorte. Las ruedas limitadoras de profundidad protegen el recolector cuando se enfarda en terrenos que no están nivelados.

El material que ingresa por el recolector es tomado por dos sinfines de centrado (Figura 8-84), que lo mueven desde los extremos hacia el centro, donde es captado por las horquillas de llenado, las cuales poseen 4 garras que mueven el heno desde la cámara de carga a la cámara de compactación.

Luego el pistón comprime el heno contra el fardo que se formará en la cámara (Figura 8-85). Éste trabaja a una velocidad de 100 rpm, realizando una carrera de 550 mm. La cámara de compactación posee un tamaño de 356 mm por 457 mm, con un largo de enfardado que puede variar de 305 mm a 1.321 mm.

Es destacable los sistemas atadores, tipo mecánico, con accionamiento automático. A medida que el heno comprimido pasa por la cámara de fardos, una rueda de dosificación gira y controla la longitud de los fardos. Cuando se alcanza la longitud determinada, el brazo de desplazamiento del anudador es levantado hasta el punto en el que el embrague se desconecta, permitiendo comenzar de esta forma el ciclo de atado.

La densidad y el peso del fardo son determinadas por la cantidad de resistencia que se ofrece al material, cuando este pase a través de la cámara de compactación. Esta resistencia es determinada por la cantidad de tensión aplicada con los rieles de control de densidad y por el número de resistores (planchuelas) de heno utilizados.

Los resistores laterales mejoran la distribución del heno en el fardo y en algunos casos pueden mejorar la densidad del fardo, a la vez que emparejan los laterales de los mismos. Si se instalan resistores adicionales en las puertas de las cámaras, se reduce la frecuencia de las extracciones de hilo en





Figura 8-84 *Detalle del recolector de enfardadora (arriba) y material conducido al centro de la m quina (abajo).*

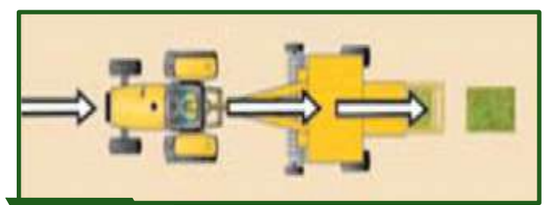


Figura 8-83 *Esquema de enfardadora con sistema de carga central. Fuente: AGCO Corporation, 2011.*



Figura 8-85 *Esquema de recolecci n y formaci n de fardos. Fuente: AGCO Corporation, 2011.*

la máquina, cuando se trabaja en condiciones de alta densidad.

Para obtener fardos con densidad adicional, cuando se enfarda en condiciones de material muy seco, liso y flexible se recomienda ajustarlas puertas de la cámara de compactación hacia adentro y colocar el juego adicional de resistores de heno, que viene con el equipo estándar de la enfardadora.

El control mecánico de la densidad se efectúa al girar las manijas. Hacia la derecha se aumenta la densidad de fardo y el peso de éste, hacia la izquierda se genera el efecto contrario.

Tener precaución, cuando se trabaje con materiales muy voluminosos, donde una densidad de fardo muy alta puede romper el perno de seguridad. Actualmente hay versiones que poseen un mecanismo electro hidráulico que permite regular la densidad desde el monitor.

El contador de fardos está montado debajo del brazo de desplazamiento del anudador y aumenta en uno, cada vez que se conecta el brazo de desplazamiento del anudador.

Figura 8-86 *Vista trasera y lateral de enfardadora de nueva generaci n.*

4. Recomendaciones de c mo realizar heno de alfalfa picado embolsado

El heno picado y embolsado (Figura 8-87), es una alternativa que se comenzó a difundir en el centro de la provincia de Córdoba desde el año 2010 y consiste en lograr una conservación del heno de alfalfa o gramíneas, utilizando básicamente las mismas máquinas que se utilizan para confeccionar silajes, donde el material es picado con precisión y embolsado (máquina embutidora y bolsa plegada).

Esta forma de presentación en bolsas (Figura 8-88), similares a las de silaje, permite lograr una gran agilidad y facilidad de preparación de las dietas en los mixer, debido a que no hay necesidad de desmenuzar el heno. Otra importante mejora es que se evita todo el proceso previo de desmenuzado y trozado del rollo, para lograr un largo de fibra acorde, y recién iniciar la carga normal de los otros ingredientes.

También posee el beneficio que genera otra posibilidad de utilización, a los equipos de picado fino

Figura 8-87 *Proceso de confecci n del heno picado y embolsado.*



Figura 8-88 *Heno picado y embolsado.*

y embutido de forrajes, tanto de los contratistas como productores.

La bolsa actúa como elemento de contención y protección de los agentes climáticos externos (en especial lluvia y/o humedad ambiente), permitiendo de esta manera conseguir una buena preservación; en principio a mediano plazo, con reducidas pérdidas de calidad y cantidad durante el almacenamiento.

Al ser heno, el forraje se conserva con menos de 20 % de humedad, pero al estar dentro de una bolsa (atmosfera modificada), se genera un ambiente donde la concentración de gases difiere de la atmosfera normal (más concentración de dióxido de carbono principalmente), siendo la estabilidad final de estas concentraciones dependientes de las condiciones de hermeticidad de la bolsa, de la humedad con que fue confeccionado, de la temperatura, de la carga biológica, etc.

A medida que se afecta la hermeticidad, la temperatura se incrementa por el calentamiento que producen los agentes biológicos/químicos, que disminuyen la disponibilidad de proteína.

Es una técnica que conserva por ausencia de oxígeno, por lo cual una buena compactación (alta densidad) y mínima porosidad son excluyentes.

La característica principal del heno picado y embolsado radica en que no existe en esta estructura una pérdida de humedad posterior a la confección y donde tampoco ocurren procesos fermentativos, dado que se embolsa con baja humedad.

Tener en cuenta que al henificar en bolsa, el agua no tiene posibilidad de difundir hacia la atmósfera. La definición de henificación nos dice que es un método de conservación de forraje seco que, se produce por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta hasta niveles inferiores al 20 % de humedad. De esta forma los procesos respiratorios se inhiben y se evitan los riesgos de calentamiento del forraje pero donde la humedad se estabiliza alrededor del 15 %. Esto nos indica que si confeccionamos un heno con 19 % de humedad, durante el periodo de almacenamiento, éste perderá 4 % de humedad.

En el caso de los rollos o megafardos, este vapor de agua es liberado a la atmosfera, pero en el caso del heno picado y embolsado, esta agua queda contenida dentro de la bolsa, incrementando la humedad relativa en el interior de la misma. Si se incrementa la humedad relativa de la masa henificada, se crean condiciones para que puedan proliferar hongos y bacterias. Con lo cual, no es aconsejable embolsar pasto con más de 16 % de humedad.

A su vez, para preservar la calidad y poder conservar la mayor proporción de hojas; esta metodología es altamente dependiente de los aspectos mecánicos de la recolección que se lleva a cabo con una picadora. A medida que la humedad de confección disminuye, la proteína baja. Es por este concepto, que no se recomienda henificar cuando el pasto posea menos de 14 % de humedad.

Para llevar a cabo esta técnica, se recomienda realizar el picado en horario nocturno (Figura 8-89), debido que el material a embutir debe poseer una humedad de entre 14 a 16 %, con la particularidad que es conveniente que se revenga primero la hoja (estructura planófita) antes que el tallo (estructura tubular), para disminuir pérdidas de recolección. Es precisamente por la noche donde se logran normalmente estas condiciones.

Debido a que los tiempos operativos son muy cortos por el limitado rango de humedad con el que se puede trabajar, es importante que la picadora trabaje sobre andanas con un volumen de pasto superior a 5 k/m lineal.

INTA llevó a cabo una prueba a campo con una picadora Claas Jaguar 960, equipada con el cabezal





Figura 8-89 *Se recomienda realizar el picado en horario nocturno (arriba), debido a que se genera menor p rdida de hojas respecto al trabajo que se puede efectuar durante el d a (abajo) donde se incrementan las p rdidas de hoja.*

recolector de andanas Claas PU 300HD, donde se picó con un lago de fibra a 4,5 cm (para sistemas lecheros) y a 1,5 cm (para feedlot). El cilindro de la picadora se configuró para ambos casos con 12 cuchillas; dispuestas en 2 hileras en V de 6 cuchillas. Esta configuración permite lograr el máximo largo de fibra de este sistema, que es de 4,5 cm promedio (Figura 8-90) y un largo mínimo de 1 cm con solo variar las revoluciones del rotor.





Figura 8-90 *Heno picado a 4,5 cm promedio (arriba) y heno picado a 1 cm promedio (abajo).*





Figura 8-91 *Material picado depositado en cami n volcador descargado a la embolsadora modificada.*

El material recolectado y picado fue depositado en camiones volcadores, los cuales trasportan la alfalfa desde el lote hasta el lugar donde se encuentra ubicada la embolsadora (Figura 8-92). Esta última cuenta con una batea de recepción cuyo fondo es una cinta trasportadora, que alimenta un rotor embutidor con peine, el cual incorpora el material picado dentro de la campana de compresión de dicha embolsadora.

- La embolsadora Implecor M9080 (Figura 8-93), utilizada para esta prueba a campo no era el modelo de serie, sino que presentaba modificaciones realizadas por el Ing. Miguel Duretti (Figura 8-94), de la localidad de Sacanta que se detallan a continuación:
- Prolongado de 0,7 m de la longitud el túnel. Esta modificación permite incrementar la presión de trabajo de 70 lib/pulg² a 110 lbs/pulg², niveles de presión muy superiores a las normalmente utilizadas por cualquier máquina.
- Reemplazo del reductor BREVINI original por otro de una categoría superior de esfuerzos.
- Mantenimiento periódico del rotor transversal, controlando que la luz entre ellos y el peine no supere 1mm. Tratamiento anual de acorazado de los dedos embutidores y reemplazo de rodamientos laterales del rotor. Esto se debe a que los retenes siempre dejan pasar los efluentes propios del prensado del material a embolsar (silaje).
- Reforzado del chasis y colocación de puntales laterales para mantener íntegra la estructura del túnel.

Con estas modificaciones se logran mayores presiones de compactación dentro del túnel de chapa, de forma tal que no genera presión directa sobre la bolsa durante el proceso de agregado del material, solo con la expansión del material al desplazarse rítmicamente. Con lo cual el estiramiento



Figura 8-92 *Embolsadora con t nel de 9 pies de ancho, peine longitudinal, rampa a cinta de lona y motor Deutz de 160 hp.*

de la bolsa plástica no forma arrugas o pliegues y ésta no baja en la parte superior como típicamente ocurre. Por el contrario, se expande unos 10 cm todo alrededor, llevando su estiramiento al límite y conformando una bolsa con paredes verticales que continúan con la configuración del túnel. La densidad lograda en el material embutido se encuentra entre 270 y 280 kg/m^3, la cual es más elevada que los 240 kg/m^3 que se puede lograr en los megafardos.

La confección de heno picado y embolsado es posible y tiene en principio buena durabilidad en la medida que se haya confeccionado con niveles de humedad comprendidos entre 14 % y 16 % y si se mantienen las condiciones de hermeticidad. INTA llevo a cabo un monitoreo mensual de distintas bolsas de heno picado y embolsado durante 6 meses, efectuando en cada visita distintos muestreos a los que se le realizó análisis de calidad (% MS, % PB, % FDN, % FDA, %Cz) y presencia de micotoxinas (Aflatoxinas y Zearolenonas), para ver cómo evolucionaba el material durante el tiempo de almacenamiento.

Durante 6 meses, la calidad de la alfalfa conservada en bolsa no difirió en ningún parámetro y, a pesar que se muestrearon zonas con alta incidencia de humedad, como por ejemplo la boca de extracción, los niveles de Aflatoxinas siempre fueron menores a 10 ppm, no detectándose en ningún caso presencia de Zearalenonas.



Figura 8-93 *Vista de la bolsa de heno, donde se destaca la verticalidad de la pared.*

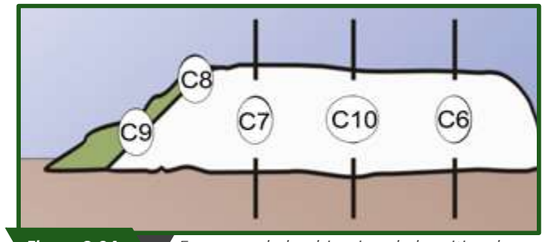


Figura 8-94 *Esquema de la ubicaci n de los sitios de muestreo de la bolsa monitoreada durante 6 meses.*



New Holland le ofrece al usuario la línea más completa para heno y forraje, con el mejor rendimiento y los menores costos de mantenimiento, al mismo tiempo que garantiza el mayor cuidado de su campo.

www.newholland.com.ar

NEW HOLLAND AGRICULTURE

CADA VEZ HAY MÁS



9 Almacenaje del heno



Teniendo en cuenta el esfuerzo econ mico y de log stica que implican lograr la confecci n de henos de calidad, es fundamental poder transferir esa calidad en el tiempo, con el menor nivel de p rdidas posible y es por ello que es importante poner especial cuidado en el m todo y estrategia de almacenaje, para minimizar los riesgos de p rdidas, tanto en calidad como en cantidad del heno producido.

A tal efecto, se citan a continuación los puntos más relevantes a considerar en el almacenaje de heno, poniendo especial énfasis en el formato de rollos, debido a que hasta el momento es el método preponderante en las explotaciones en las que se producen el propio heno:

- Momento de almacenaje
- Aislación del heno frente a las condiciones ambientales
- Categorización de los rollos

1. Momento de almacenaje

El momento de almacenar los rollos es inmediatamente después de hechos (Figura 9-1), para evitar la exposición de los mismos a las condiciones climáticas afectándose su calidad y permitir el normal rebrote de la pastura en pie.

Por lo general cuando se está confeccionando heno se juega una carrera contra los fenómenos climáticos y si ocurriese una lluvia después de confeccionados, esto impediría la extracción de los rollos o bien se estaría dañando la superficie del suelo al transitar por el lote, con malas condiciones de piso.

Cuando se espera que el suelo mejore sus condiciones, crece el rebrote de la pastura sobre todo en épocas de alta temperatura y cuando se entra al lote para sacar los rollos, se pisa el rebrote, con la



Figura 9-1 *Retirar los henos inmediatamente despues de confeccionados.*

consiguiente pérdida de MS y producción (Figura 9-2). Este punto cobra especial relevancia cuando se trabaja sobre pasturas tropicales o mega térmicas de gran porte, dado que el tener más concentrada la producción y contar con una tasa de crecimiento (Figura 9-3), mayor que las pasturas de zonas templadas, se debe ser muy cuidadoso al respecto, ya que en menos tiempo se genera mayor cantidad de biomasa, por lo que las pérdidas son aún mayores cuando se demora en proceso de extracción del heno, del lote de confección.

Por tal motivo, en las explotaciones de grandes superficies y en donde se trabaja sobre una base de pasturas megatérmicas, la extracción y traslado del heno producido debe ser planificado de tal manera que el traslado sea lo más eficiente posible, para bajar los tiempos y costos productivos.

Las recomendaciones básicas al respecto son:

- Identificar zonas de almacenaje equidistantes de la zona de producción y la zona de apro-



Figura 9-2 *Rollos en un lote en el que se demor la extracci n y sufrir pisado.*

vechamiento, para minimizar los kilómetros de traslado por kg de heno producido.
- Trabajar con equipos de gran capacidad de carga, para hacer más eficiente el proceso y disminuir costos operativos (Tabla 9-1).

Otros de los aspectos a considerar es que las plantas que deberían rebrotar y que están debajo de los rollos, no lo hacen, generando manchones en el lote que pueden ser reemplazados o invadidos por malezas en detrimento de la densidad de plantas y la amortización de todo el sistema de producción (Figura 9-4).

En el caso de contar con gran cantidad de rollos para sacar del lote y tener poco tiempo operativo, conviene sacarlos hasta la cabecera del potrero, para prevenir que llueva con los rollos dentro del mismo y luego trasladarlos a su lugar definitivo de almacenamiento.



Figura 9-3 *La demora en la extracci n del forraje producido genera p rdidas adicionales, cuando se trabaja con forrajes de gran volumen y alta tasa de crecimiento.*

Tabla 9-1 *Componentes de los costos de extracci n y transporte de rollos de henos utilizando equipos de 12 unidades y contemplando una distancia de 20.000 m.*

Total Labor	% C.T.L.
Mano de Obra	26,9%
Combustible	26,1%
Amortización	26,5%
Interés	8,7%
Rep y Mant.	11,8%
TOTAL	100%

En la actualidad contamos con diversos implementos que nos permiten facilitar la tarea de recolección de los henos en el lote (Figura 9-5), y su traslado al lugar de estiva y almacenaje. En el caso puntual de los megafardos, se destaca el desarrollo llevado a cabo por la firma Agromec (Figura 9-6), el cual permite juntar los fardos gigantes con un solo operario, inmediatamente luego del paso de la megaenfardadora.



Figura 9-4 *Manch n producido por demora en la extracci n de los rollos del lote.*

La maquinaria forrajera de Estados Unidos responde permanentemente a la necesidad de producir henos de alfalfa de alta calidad, en un país que entiende a este forraje como una herramienta clave para producir carne y leche. En este sentido, en el último Farm Progress Show se mostraron nuevas tecnologías que permiten simplificar la logística de movimiento de los henos del lote al lugar de estiva, inmediatamente después que fueron confeccionados (Figura 9-7 y figura 9-8).



Figura 9-5a *Transportador de rollos con capacidad de carga para seis rollos y accionamiento hidr ulico integral.*



Figura 9-5b *Transportador de rollos con cargador hidr ulico (Estados Unidos 2017)*





Figura 9-6 *Transportador de megafardos Agromec REM 12/15, apto para recolectar y estibar hasta 12 unidades de 2.500x700x1.200 mm (o 15 fardos de 2.500x800x880 mm). Ofrece una capacidad de carga total de 8 t y sistema hidr ulico con electrov lvulas y sensores para su operaci n automatizada.*



Figura 9-7 *Recolector de megafardos atupropulsado New Holland presentado en Farm Progress Show 2017 de EEUU*





Figura 9-8 *Transportador de rollos montado en la misma rotoenfardadora John Deere presentado en Farm Progress Show 2017 de EEUU*

2. Aislaci n del heno frente a las condiciones ambientales

La exposición del heno a la humedad del suelo y lluvias, genera una reducción de la calidad del material expuesto a las condiciones ambientales y promueve la generación de hongos, bacterias y otros patógenos que consumen material y generan toxinas que afectan la productividad de los rodeos de carne y leche que lo consumen. Es por esto que deben tenerse los siguientes recaudos:

2.1 Lugar de almacenaje y ubicaci n

El predio donde se depositen los rollos confeccionados, debe ser alto y que permita el escurrimiento del agua para evitar los encharcamientos que puedan producir pérdidas del material almacenado.

También se debe tener en cuenta que los rollos no queden al reparo de árboles, para permitir el flujo de aire después que ocurran precipitaciones, acelerando de esta forma el secado del material conservado.

Los rollos se deben ubicar pegados por sus caras planas (que son las más susceptibles al agua), formando hileras en dirección Norte/Sur, para que el sol que corre de Este a Oeste, pueda secar los rollos en ambos flancos luego de la ocurrencia de lluvias (Figura 9-9).

La distancia entre hileras debe ser de por lo menos un metro, teniendo en cuenta de dejar cada 4 o 5 hileras, un espacio suficiente para hacer un contrafuego en el caso que sea necesario (Figura 9-10).

Un punto a considerar es que se pueda tener acceso a las "hileras de rollos" desde ambos extremos, o sea que no se almacenen los mismos contra un alambrado o contra una pared.

Esto obedece a que si no, se va a estar extrayendo material solo de un extremo, que es el mismo del que se almacenan los rollos o fardos, lo que lleva a que los más viejos sean los que más se demora en consumir.

Esto hace que en épocas de escasez, cuando se hace necesario agotar la existencia de reservas, se van a estar consumiendo el heno más viejo y deteriorado por los agentes climáticos.



Figura 9-9 *Se observa el mayor deterioro de la "cara sur" que fue ubicado en la direcci n equivocada.*



Figura 9-10 *Correcto almacenaje de los rollos, en filas y lejos de los rboles.*

2.2 Superficie de apoyo

El heno almacenado sufre pérdidas tanto por su parte superior como por la inferior, por lo que resulta importante que no exista un contacto directo entre el material almacenado y el suelo, para evitar que éste le ceda humedad acelerando su deterioro.

Por ello es conveniente aislar los rollos con algún tipo de banquina como pallets, palos, ripio, gomas, etc (Figura 9-11).

En zonas de pasturas mega térmicas donde la producción de forrajes es bastante voluminosa, lo más aconsejable puede ser realizar el almacenamiento en una superficie previamente preparada mediante movimiento de suelo, generando un sobre nivel de unos 30 – 40 cm y con una pendiente de alrededor de 2 % para favorecer la escorrentía de agua, sin que la corriente cause daño a la superficie (Figura 9-12).

En cuanto al piso, Lechtenberg (1978), realizó una experiencia comparando rollos de un año a la intemperie sobre piso de tierra versus pedregullo, midiendo pérdidas del 30 % y del 15 % para cada caso considerado.

2.3 Cobertura

La cobertura de la superficie de los rollos es esencial para evitar que el agua se filtre dentro de los mismos y genere pérdidas en cantidad y calidad del material conservado.

Existen diferentes estrategias, una de ellas cubrir los rollos con nylon como ser silo bolsa de desecho el cual debe cubrir la mitad del diámetro del rollo de modo tal que el agua escurra al costado de la base de los mismos (Figura 9-14).



Figura 9-11 *Rollos de heno correctamente aislados del suelo.*



Figura 9-12 *Zona de almacenaje con sobre nivel en zona de producci n con Gatton Pannic.*





Figura 9-13 *Muestra de c mo el suelo le cede humedad al forraje, en determinadas condiciones de almacenaje.*



Figura 9-14 *Rollos de heno almacenados en forma de pir mide y en l neas con nylon de residuo de silo bolsa.*

Este tipo de cobertura es una alternativa económica que evita eficientemente la generación de pérdidas durante el almacenaje.

Un punto a tener en cuenta es que esta cobertura no llegue hasta la base de los rollos, para que la humedad que evapotranspira el suelo lo haga hacia fuera y no adentro de la cobertura, preservando de esta manera la correcta humedad durante el período de almacenaje del heno producido.

Este sistema de cobertura combinado con una aislación respecto al suelo, como la que se muestra en la figura 9-15, permite una excelente conservación de este forraje con mínimas pérdidas en cantidad y calidad.

En caso de que la humedad se filtre hacia adentro de la cobertura, estaría generando condensación y "lluvia interna", con el consiguiente deterioro de la calidad del forraje conservado. Una forma de sujetar la cobertura es con riendas del mismo hilo de atar rollos con pesos en las puntas o fijadas a la superficie de apoyo, como ser pallets.

En el capítulo 8 sobre confección de heno se mencionó en forma detallada la nueva tecnología denominada B-Wrap® (Figura 9-16), la cual es un sistema desarrollado por John Deere y Tama que presenta diversos beneficios para el almacenaje del rollo como el hecho de que no permite que ingrese al interior del rollo agua de lluvia, nieve o la humedad que puede transferirle el suelo, a la vez, que es una cobertura que no es totalmente hermética, sino que posee poros microscópicos que dejan escapar el vapor de agua que puede haber dentro del rollo.

Este sistema de atado nos vuelve a demostrar la cultura del heno de calidad que existe en otros países y cómo evolucionan las tecnologías, en tal sentido en busca de mayor eficiencia.

Si bien este es un producto con un precio elevado y que según algunas estimaciones, en nuestro país tendría un valor 6 veces superior al atar un rollo con red, el mensaje que debemos tomar es que nosotros podemos implementar tecnología de proceso, estibando los rollos sobre pallets y tapándolos



Figura 9-15 *Rollos tapados con nylon de silo bolsa, amarrado con hilo de atado de rollo y apoyados sobre pallets.*



Figura 9-17 *Forma correcta e incorrecta de almacenar los rollos.*

con nylon (Figura 9-17), que nos permiten obtener un resultado similar en cuanto a la mantención de la calidad del heno durante el almacenaje.

La mejor alternativa es sin duda el acopio bajo estructuras permanentes, como son tinglados de chapa, lona u otros materiales.

En el caso de los megafardos es fundamental su tapado (Figura 9-19), ya que debido a su alta densidad (250 kg/m³), si éstos sufrieran el ingreso del agua de precipitaciones, una vez que se humedecen se genera un incremento de la humedad relativa en el interior del heno con el consecuente aumento de la temperatura por la actividad de hongos y bacterias aeróbicas, que repercuten en una pérdida de calidad y en casos extremos puede llegar a generarse riesgos de incendio.

Otra alternativa para estibar los megafardos es cubrirlos con lona. En este caso se recomienda hacerlo 4 días después que se hayan confeccionado para evitar la condensación de la humedad alre-



Figura 9-16 *Detalle de nuevo material de atado -Wrap® con tecnolog a Tama SCM que evita que la humedad entre al rollo, pero permite que escape el vapor de agua que puede estar contenido dentro del heno.*



Figura 9-18 *Heno estibados en galp n.*



Figura 9-19 *Megafardos estibados en tinglado.*

dedor del plástico. A su vez, tener la precaución de destaparlos cada 15 días para disminuir la humedad que se forma en el interior de la cubierta (Figura 9-20).

Heslop y Bilansky (1986), compararon rollos almacenados a la intemperie con clima seco y húmedo, hallando pérdidas que varían del 4 % al 6 % y del 5 % al 100 % respectivamente.

En la tabla 9-2 se presenta dónde se establecen los porcentajes teóricos de pérdida de cantidad de





Figura 9-20 *Megafardos estibados a campo pero cubiertos con mantas de silo bolsa.*

MS en rollos de heno según el espesor de la capa de pérdida periférica.

En experiencias realizadas en INTA Rafaela (Bruno, Romero y Gagiotti, 1989), se evaluaron las pérdidas de peso y calidad de rollos de alfalfa Cuf-101, confeccionados en enero y almacenados de la siguiente forma:

- Sin tapar sobre el suelo.
- Tapados sobre el suelo (cubierta plástica de 200 micrones).
- Sin tapar sobre postes.
- Tapados sobre postes (cubierta plástica de 200 micrones).

Los rollos fueron almacenados durante 176 días con una precipitación de 386 mm (siendo el promedio para la zona 548 mm).

Los porcentajes promedios de pérdidas totales (periferia, enmohecida y contacto con el suelo), para los tratamientos sobre postes fueron de 7,1 % y para los que estaban sobre el suelo 8,1 %.

La comparación entre los tratamientos con y sin tapado fue 5,5 % y 8,6 % respectivamente.

En experiencias similares, realizadas en enero de 1991 y después de 541 días de almacenaje, la mayor diferencia de peso (peso inicial menos peso final), correspondió al tratamiento que permaneció sin tapar y en contacto con el suelo (más del 20 %) y la menor al tapado sobre postes (6 %).

El análisis por sector indicó que, en el tratamiento con mayor pérdida, el que más contribuyó a la misma fue la zona enmohecida (con el 9,4 % del peso final de los rollos) y en forma similar las otras dos (parte inferior y periferia), con alrededor del 5 %.

En todos los tratamientos la mejor calidad se mantuvo en el núcleo, disminuyendo marcadamente en los rollos que se mantuvieron sin tapar en contacto con el suelo y en las zonas enmohecidas (Romero 1992).

De acuerdo a evaluaciones de pérdidas durante el almacenaje de rollos de Rye Grass, y considerando los porcentajes de pérdidas durante la estiba tanto como el material que es rechazado por los animales luego del suministro, en el caso de los rollos almacenados en el suelo y sin cobertura, estos valores son de 40 % y 9 % respectivamente mientras que los almacenados bajo galpón presentaron pérdidas de 9 % MS y 2 % de rechazo por parte de los animales (Figura 9-22).

Para hacer aún más eficientes los recursos destinados al cuidado del heno producido, diremos que es aconsejable "cuidar" los rollos de mejor calidad, por lo que al trabajar en un proceso de clasificación por calidad del heno producido, se estará aumentando la eficiencia de todos los recursos.

Tabla 9-1 *Porcentaje de p rdidas en la periferia de rollos de heno de alfalfa pura. Est considerado un rollo de 1.80 m de di metro, 1,5 m de ancho, 608 kg y una densidad de compactaci n de 160 kg/m³.*

Volumen rollo (m³)	Peso aprovechable del rollo (kg)	Espesor pérdida de periferia (cm)	% de pérdidas
3,40	544	5	10%
3,01	496	10	20%
2,64	422	15	30%
2,30	368	20	39%
1,98	316	25	47%
1,69	270	30	55%



Figura 9-21 *Heno bajo estructura cubierta de nylon, muy utilizada en EEUU*

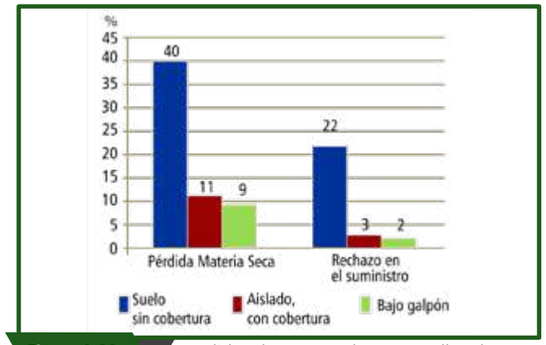


Figura 9-22 *P rdidas de MS y rechazo en rollos de Rye Grass*

3. Categorizaci n del heno durante el almacenaje

El trabajo de categorización del heno producido, debe iniciarse en el momento de la confección.

Como se ha expresado en otros puntos de este trabajo, la producción en cadena y los procesos de trabajo establecidos para alcanzar los máximos estándares de calidad colaboran para la mejor clasificación del heno.

Si se plantea el trabajo como una producción en cadena, lo ideal es que en el momento de confección del heno (corte, rastrillado, recolección), si se observa alguna condición o característica que disminuya la calidad final, como puede ser trabajo fuera de horario ideal o condiciones de temperatura o humedad que causen deterioro al heno, eso sea informado a quienes administran y clasifican el forraje.

De esta manera un heno que fue producido bajo condiciones ideales y que no tuvo fallas durante el proceso de confección, en general se podrá identificar como categoría "verde".

En el caso que existiera una falla, como corte fuera del momento óptimo o confección en horarios de excesivo calor, ya se podría identificar como "categoría amarilla", estimándose que la calidad se va a ver resentida.

Cuando ya se debe caer en dos fallos de proceso al momento de confección, esa debería ser una categoría "roja" con la que hay que tener cuidado a futuro, dado que la respuesta animal debería ser inferior.

Cuando en el apartado correspondiente se habló de valor relativo de forraje o fibra de alto valor nutricional (FAVN), la idea es que este concepto se siga hasta el momento en que se suministra el forrajes a los animales dando a cada categoría el tipo de forrajes que requiere, de acuerdo a las expectativas productivas del rodeo de que se trate.

Por esta razón teniendo al menos 3 categorías se podrán hacer un uso más racional y ordenado del heno producido (Figura 9-23).

Por otra parte existe un claro efecto de observación por parte de todos los involucrados en el proceso, por lo que todos los involucrados estarán "empujando" el sistema para el logro de la mejor calidad posible y la corrección de los parámetros errados, para que la mayor cantidad de forraje producido quede contenido en la "categoría verde" dando como resultado final un proceso de mejora continua.

3.1 Diagn stico durante el almacenaje de las condiciones de confecci n

El color que presenta un rollo es un elemento que puede servir para establecer bajo qué condiciones fue confeccionado.

Así por ejemplo, un rollo **color verde** (Figura 9-24), lo más parecido a la planta viva muestra una buena calidad de heno.

Un **color amarillento,** indica que el heno ha sido expuesto durante demasiado tiempo al sol, llegando al extremo del **color blanquecino,** donde ha ocurrido la destrucción de carotenos y provitamina A, produciéndose las mayores pérdidas por respiración.



Figura 9-23 *Rollos marcados como categor a roja, dado que se cort tarde y hubo que rastrillarlo en dos oportunidades infiriendo una calidad menor.*

Estas son pérdidas fáciles de ser controladas, ya que este fenómeno ocurre por lo general cuando se corta más pasto del que se tiene capacidad de enrollar, por lo tanto se debe tener en cuenta el dimensionamiento de los equipos y la capacidad de trabajo de cada máquina, a los efectos de no perder calidad por falta de eficiencia.

El **color casta o** indica la acción de lluvias durante el período de secado, o que el forraje ha sido cortado en un estado de madurez avanzada. La coloración marrón es también indicativo de ocurrencia de Mayllard con desnaturalización de proteínas.

El **color oscuro o negro** muestra un exceso de fermentación y elevada temperatura del heno, por haber sido confeccionado con demasiada humedad. Además, estos rollos pueden presentar manchas blanquecinas debidas a proliferación de mohos.

En este caso en particular en donde el material ya presenta rastros de haber sido invadido por hongos, se debe poner especial cuidado, debido a que en muchos casos los mismos corresponden al género Penicillium y podrían generar un efecto de antibiótico dentro del ambiente ruminal, generando muerte de bacterias encargadas de la degradación de sustratos, disminuyendo la eficiencia productiva.

3.2 Suministro

Otro aspecto a tener en cuenta es la eficiencia con que se realice el suministro, ya que una mala implementación del mismo puede dar por tierra con todo el esfuerzo realizado en minimizar las pérdidas, durante la confección y el almacenaje.

Dentro de los factores que afectan la eficiencia en el suministro, se encuentran:

- Forma de suministro.
- Hambre del animal.
- Calidad del heno.

Desde ya que cuando el animal tiene hambre, el desperdicio es mínimo. Pero a medida que este factor no es limitante, la forma de suministro y la calidad comienzan a ser importantes.

Cuando los rollos se suministra en aros, estos deben entregarse parados, apoyados sobre sus caras planas dentro de aros metálicos, calculando una cantidad de 40 a 50 animales por rollo.

Con respecto a los aros comederos, existen diferentes diseños que apuntan a evitar que el animal saque la cabeza del aro (Figura 9-25).

Además del correcto aprovechamiento en cuanto a volumen, los aros comederos generan un efecto que impacta directamente sobre la nutrición animal.

Dado que los animales no pueden tirar del forraje, aprovechan de igual manera los tallos y las hojas.

Cuando los animales tiran del forraje para comerlo fuera de la estructura de alimentación generalmente, se produce el efecto de que llevan los tallos (porción más indigestible del alimento) y las hojas quedan dentro de aro o canasto, generando un efecto de “selección inversa”, llevándose la peor

Color	Causa	Aspecto
Verde	Heno que mantiene sus características originales	
Amarillo o Blancuzco	Material sobre expuesto a los rayos solares. Recomendable incorporar acondicionador.	
Marrón Oscuro	Señal clara de calentamiento. Reacción de Mayllard, desnaturalización de proteínas.	
Manchas Blancas	Clara señal de presencia de agua (interna externa). Moho Blanco, Penicillium	

Figura 9-24 *Reconocimiento de la calidad del heno en funci n de su aspecto y coloraci n.*



Figura 9-25 *Aros comederos con barras inclinada que favorecen el mejor aprovechamiento del forraje.*

parte para el consumo y desperdiciando el forraje con mayor valor nutricional.

El hambre de los animales será determinante en el porcentaje de utilización del heno, ya que como es lógico, animales en períodos de restricción o con mucho apetito serán más eficientes al momento del consumo, mientras que rodeos que tengan satisfechas sus necesidades, van a ser más selectivos y seguramente desperdiciarán más el forraje

Por último la calidad del heno va a tener protagonismo en el consumo, ya que forrajes con menor porcentaje de FDN va a ser consumido con mayor eficiencia y facilidad que otros que tuvieron fallos en su confección, presentan menor porcentaje de hojas o cuya FDN sea una limitante física para el consumo por parte del rodeo.

Elegí siempre contratistas asociados y asegurate:

MEJORES FORRAJES



+ Capacitación local y en el exterior
+ Reuniones zonales y nacionales
+ Seminarios anuales
+ Investigaciones
+ Respaldo y asesoramiento técnico

Seguinos en:

www.ensiladores.com.ar

10 Silaje



De acuerdo a la din mica productiva y de uso eficiente de los recursos como la tierra y el agua, la confecci n del silaje de ma z y sorgo con destino energ tico (cultivos con alto potencial de producci n de grano) ha sufrido algunos ajustes, pero en l neas generales sigue siendo mandatorio poder establecer objetivos productivos, para definir el proceso de confecci n.

En el marco dado por los avances del potencial productivo demostrado en la gen tica actual de los rodeos de carne y leche, es que se deben elevar los niveles de eficiencia de producci n que acompa en esas mejoras, a los fines de eficientizar los m rgenes de la actividad pecuaria.

En la medida que la genética avanza, los animales se hacen cada vez más exigentes en cuanto a sus aspectos nutricionales para poder expresar todo su potencial, razón por la cual el silaje energético merece algunos ajustes.

La calidad del forraje influye notablemente en los márgenes de producción animal, sabiendo que a medida que esta disminuye, se ve afectada negativamente la digestibilidad y el nivel de consumo (ingestibilidad), impactando negativamente en los márgenes operativos de la empresa.

Otro punto que cada día cobra mayor relevancia es la MS (MS) del cultivo, sabiendo que el exceso de agua puede ser una limitante del consumo por mayor ocupación del espacio ruminal, además que ya está más que demostrado que cuando se avanza en MS sobre cultivos agronómicamente bien logrados, la energía disponible para producción aumenta y los costos productivos del kg de MS disminuye, como se explicará en el apartado correspondiente.

En síntesis, para producir en forma eficiente y con mayor rentabilidad se debe utilizar toda la información y las herramientas disponibles, siendo la calidad y su asociación con la digestibilidad del forraje el parámetro de mayor importancia a la hora de relacionar costo de alimentación, con eficiencia productiva.

Por otra parte no se debe descuidar un concepto que se viene repitiendo a lo largo de este trabajo, y es que se deben utilizar los recursos de la mejor manera en pos de un bien común. Concretamente nos referimos a la utilización de recursos como suelo y agua, en donde existe la responsabilidad de lograr la mayor eficiencia posible, para lo cual deben lograrse cultivos de alto potencial de rendimiento de MS/ha, con alta producción de grano y cosechado o picado en el momento en que esta biomasa, genere la mayor expresión productiva de los rodeos que se vaya a alimentar.

Produciendo y alimentando los rodeos con forrajes frescos o conservados de la máxima calidad, será posible mejorar la respuesta animal, reducir los costos de alimentación e incrementar el ahorro de tiempo y dinero.

1. Importancia del silaje de maíz o sorgo en la alimentación animal

El silaje de maíz o sorgo (con destino energético) es uno de los forrajes conservados más importantes en los sistemas de producción modernos. Siendo utilizado cada día más por las siguientes ventajas:

- Altos rindes por ha de alimento de alto nivel energético.
- Alimento voluminoso, palatable y energético.
- Inmediato almacenaje después del corte.
- Cosecha rápida y con bajo nivel de pérdidas.
- Bajo costo de producción por kg de MSD.
- Bajo nivel de pérdidas siempre y cuando se trabaje en forma correcta.

Para considerar un maíz conveniente para la producción de silaje de calidad debe contener por lo menos entre el **35 % y el 50 % de granos sobre la base de MS**, debido a lo cual se lo considera una mezcla de forraje y grano, siendo utilizado como suplemento energético de la ración o complemento de la dieta, como en el caso de planteos sobre pastoreos de otoño, que presentan un desbalance nutricional en esa época con elevadas cantidades de nitrógeno no proteico y baja concentración de hidratos de carbono solubles.

Por otra parte, se debe expresar el mayor potencial productivo de la ha utilizada, razón por la cual sacrificar rendimiento o producción sería un lujo que la ganadería no debería permitirse, al momento de la competir por rentabilidad y oportunidad de uso de la tierra.

Concretamente se debe entender que, para contar con un alimento energético, voluminoso y de un costo conveniente por producción de MSD, se debe apuntar a cultivos muy bien logrados, sanos, con alta población de plantas por ha, muy buena relación grano planta (ideal llegar a 1 en esa proporción) y cosechados en el momento que ofrezcan la mejor relación entre la digestibilidad y la energía disponible.

Esto hace que cuando en los rodeos exista un excesivo gasto de energía a nivel hepático, para neutralizar el efecto de Nitrogeno no proteico y desintoxicar el organismo del Nitrógeno sobrante, el silaje energético (ya sea de maíz o de sorgo), se constituye en un alimento de gran utilidad y costo controlable y conocido.

La utilización estratégica de este recurso forrajero no se debe limitar tan solo a suplir deficiencias sino también para tener un mejor aprovechamiento del volumen de las pasturas, permitiendo un incremento de la carga animal en los períodos de escasez y por lo tanto una mejora en los niveles de aprovechamiento de un recurso caro y escaso como es la tierra, con el incremento de competitividad del sector ganadero (Figura 10-1).

2. Silaje de Maíz y/o Sorgo Granífero

La calidad del silaje de maíz y sorgo (con destino energético), es la resultante de la interacción de algunos factores como el material a ensilar, los procesos fermentativos dependientes de la logística y la forma de trabajo, sumado a los procesos de re-oxidación ocurridos al momento de la utilización del silaje.



Figura 10-1 *Es importante contar con cultivos sanos bien implantados y de alto potencial de rendimiento.*

Los aspectos que se deben tener en cuenta para la producción de silaje de maíz y sorgo granífero son:

1. Material a ensilar y procesos fermentativos necesarios para lograr la conservación.
2. Momento de óptimo de picado.
3. Tamaño y uniformidad de picado.
4. Altura de corte.
5. Pérdidas durante el proceso de ensilaje
6. Método de almacenaje de los silos. tipo de silos, infraestructura y lugar de confección.

Cada uno de estos puntos serán tratados en forma detallada a continuación, en el desarrollo de este capítulo.

2.1 Material a ensilar

Con el advenimiento de mejoras genéticas incorporadas en los híbridos utilizados, actualmente se puede contar con materiales que tengan una mejor digestibilidad de fibra (porción más indigestible de la planta)

Dichos materiales, especialmente desarrollados para la producción de silajes, presentan en líneas generales dos puntos fundamentales:

Por un lado, cambios en su estructura, dando mejores índices de fibra, permitiendo que la calidad de la misma no se deteriore tanto en estadios fenológicos avanzados.

Un mayor índice Stay Green. Esta es la característica que le permite a los diferentes híbridos permanecer verdes con buenas condiciones de humedad para su correcto picado almacenaje y fermentación, pero con el grano maduro, concentrando la energía necesaria para alcanzar la producción deseada, destacando siempre que la porción de la parte que siempre seguirá aportando digestibilidad (y en definitiva producción) será el almidón contenido en el grano.

Si bien esta es una característica que se busca en los maíces que se destinan a silaje, en el sorgo es una aptitud que está implícita, ya que siempre el grano madura cuando la planta aún cuenta con un buen nivel de humedad, apropiada para la confección de silajes.

Por esta razón el sorgo es un excelente cultivo en zonas donde el déficit hídrico es la limitante de producción, pero que juega en contra en zonas o épocas del año donde el agua de lluvia es abundante, ya que dará como resultado cultivos que "no se entregan" o bien tienen muy bajos niveles de MS, lo que favorece las fermentaciones de tipo butíricas, indeseables en este proceso de conservación de forrajes.

Cuando se piensa en las características de un correcto híbrido para la producción de silaje, se deben buscar los que presenten granos grandes (tanto en maíz como en el sorgo), para favorecer el quebrado de los mismos al momento del picado.

El quebrado de los granos en los silajes energéticos es fundamental para permitir el ataque de las bacterias aminolíticas a nivel ruminal y esto obedece a que ese es el sitio de digestión más eficiente por parte de los rumiantes, permitiendo una sinergia muy conveniente al momento de síntesis de proteína, además que cuando los granos no son aprovechados se eliminan por las heces, perdiendo el esfuerzo de trabajo y económico que se realizó para lograr un buen cultivo.

Además se incrementarán los costos productivos por la necesidad de aportar energía a la dieta, con fuentes externas al silaje e incluso a la empresa, lo que incrementa los costos productivos y la demanda de mano de obra y recursos en la preparación de dietas.

Cuando los granos del silaje de maíz y sorgo permanecen enteros, ya no son atacados en el rumen y el mayor porcentaje de digestión o absorción de nutrientes ocurre a nivel intestinal cumpliendo la función de energía pasante, corriendo el riesgo con un manejo no tan prolijo de que se pierda en una proporción excesiva por heces, sin ser atacada en el tracto digestivo.

En la tabla 10-1, se muestran algunas proporciones que sirven también de asidero para considerar la morfología de la planta, como el primer punto a tener en cuenta para la elección de los híbridos de maíz a sembrar, y la importancia de lograr altos rendimientos de grano por ha, además de la correcta elección del momento de picado, lo cual será tratado en detalle más adelante, pero dejando en claro que el proceso de alimentación con silaje se hace más eficiente cuando mayor concentración energética tenga el mismo; y esta tiene que ver con el grado de madurez del grano. Dentro de los híbridos utilizados, muchas veces se discute que la calidad o digestibilidad del almidón de algunas variedades de maíz colorado duro, tipo Flint, es mejor que la de los maíces de tipo dentado.

Aporte de sustrato degradable en r men de las diferentes porciones de la planta de ma z.

Tabla 10-1

1 kg de hoja	Aporta 450 gr de sustrato degradable en el rumen
1 kg de tallo	Aporta 300 gr de sustrato degradable en el rumen
El incremento de la proporción de grano	Aumenta a casi 900 gr por kg aportado a nivel ruminal

¿Entonces por qué no utilizarlos para la confección del silo de maíz?

La respuesta fue dada en un apartado anterior en donde se menciona que para que las bacterias ataquen el almidón de los granos a nivel ruminal este debe estar disponible, o sea que los granos deben estar partidos, y sin bien en los últimos años se ha avanzado mucho en la eficiencia de procesamiento de los granos, los maíces de tipo dentado (Figura 10-2) son más fáciles de partir que los colorados duros, consumiendo menos energía, disminuyendo costos y mejorando la eficiencia productiva.

2.2 Relaci n de aporte de sustratos de la planta de ma z a nivel ruminal

Otro dato importante es que las hojas se degradan en un 45 % en una permanencia de 24 hs en el rumen, en tanto que los tallos lo hacen en una proporción de solo el 30 %.

Teniendo en cuenta el aporte de sustrato degradable a nivel ruminal, es fácil determinar por su morfología cuáles serán las variedades más aptas para implantar en cada zona, de acuerdo al destino que se busque en la producción de silaje (solo volumen o también energía).



Figura 10-2 *Como es l gico pensar, los granos dentados siempre son m s f ciles de partir que los colorados duros, dando a nivel ruminal m s disponibilidad de almid n como fuente de energ a.*

En lo que respecta a los sorgos también se debe considerar el porte o frame de los mismos y su relación grano planta, para determinar si el silaje producido es más energético o más fibroso.

Teniendo en cuenta que los rendimientos en grano en un mismo ambiente productivo no son tan significativos, pero sí varía la relación grano planta, (puede ser de entre 1 a 1 hasta 2,5 a 1) es importante analizar el porte de las variedades para determinar la concentración energética final del silaje producido además de la existencia de granos, su forma y la posibilidad de partirlos al momento de picar el forraje.

Materiales de menor altura, permitirán concentrar más energía en el silo, aúnque con menor aporte del total de MS.

Un aspecto que aúnque parezca obvio, es importante tener en claro cuando se habla de sorgo, es la decisión de elaborar un silaje energético o un silaje proteico, para saber si se van a elegir sorgos graníferos o forrajeros. Los primeros tienen una proporción mayor de grano respecto a la planta deben ser cortados mirando el grano, mientras que los forrajeros se aprovecharán mejor en pre floración, para priorizar la calidad de la fibra (digestibilidad) y un mayor contenido proteico, para ser tratados finalmente como una pastura. En este caso se debe aplicar la tecnología de corte y pre-oreo antes del picado para concentrar MS, bajando costos, mejorando la inclusión en la dieta y haciendo más eficiente el proceso fermentativo.

En algunos casos se ofrecen materiales denominados como "forrajeros" solamente porque tienen un gran aporte de MS y un porte alto, pero se debe considerar siempre cuál es la digestibilidad o el contenido de fibra de esos materiales, asumiendo que en líneas generales los materiales de gran porte, por lo general necesitan tener un alto contenido de fibra para mantenerse erectos quitándole de esa manera la mejor característica de "forrajero", que es su digestibilidad (Tabla 10-2).

Como indica la tabla, se debe tener en cuenta el objetivo a lograr y qué se espera del forraje producido para poder plantear un protocolo de confección, mirando siempre el fin productivo.

Por otra parte no solamente se busca volumen sino además digestibilidad por lo que en el momento actual de la ganadería, el concepto a analizar es la MSD aportada por ha, ya que será ésta la que aporte Kg de nutrientes y altos niveles de producción por ha, independientemente del rodeo o sistema de producción adoptado.

Relaci n entre altura, MS, proporci n de panoja en las plantas y MSD, entre distintos tipos de materiales de sorgo. Fuente: (Torrecillas, 2013)

Tabla 10-2

Tipo de híbrido	(m) Altura	MS (t/ha)	% panoja	MSD (t/ha)
Sileros	2,6	24,5	23,3	14,8
Fotosensitivos	3,8	30	-	13
Graníferos	1,4	16	55	9,8
Graníferos doble proposito	1,9	22,2	47	14,2

Por último y ante la necesidad de hacer un uso eficiente de los recursos naturales, se destaca que al poner especial cuidado en los kg MS/ha se podrán elegir variedad (doble propósito) que si bien tienen un porte menor, ofrecen igual cantidad de MSD/ha, o sea que con un porte menor de planta y menor extracción de agua del perfil de suelo se lograría un mejor resultado o potencial productivo.

Implantaci n: es importante considerar que todas las recomendaciones y tecnologías de insumos aplicadas para la obtención de un buen cultivo de cosecha de granos, deben ser aplicadas en los cultivos destinados a silaje, como una buen, correcta densidad, velocidad de siembra, fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas, etc.

Esto se debe a que la correcta implantación es el primer paso para la obtención de un silaje de calidad, además de colaborar en la dilución del costo de producción de MSD/ha y en el uso de un recurso caro y escaso, como es la tierra y el agua del perfil del suelo.

2.3 ¿Ma z o sorgo?

Una de las disyuntivas que presenta la producción pecuaria de carne y leche en los últimos tiempos, en los que se vio desplazada a zonas mal llamadas marginales, pero sí con menos aptitudes para el desarrollo de cultivos convencionales, es la toma de decisiones sobre la siembra de maíz o sorgo granífero para destinarlo a la confección de silajes.

En zonas marginales donde el maíz no supera los 3.000 kg/ha de rendimiento de grano, o tiene un rendimiento errático, sería conveniente picar sorgo para lograr silajes de alta calidad de manera mas estable a lo largo de los años. Esto se debe a que el maíz estaría produciendo alrededor de 7.128 Mcal aprovechables/ha, comparables con las que produce un sorgo de 4.700 kg/ha de rendimiento de grano promedio y con la ventaja de ser este último, un cultivo de mayor seguridad para lograrlo y de menores costos productivos.



Figura 10-3 *El sorgo constituye una excelente alternativa para la producci n de silajes en el nuevo escenario productivo.*

Para la confección del silaje de sorgo, las consideraciones son las mismas que para maíz, con el agravante de que, si no se tiene especial cuidado en el quebrado del grano durante el picado, es muy probable que por más que el cultivo contenga una muy buena relación grano/planta, no sea aprovechada la energía contenida en la panoja, ya que la mayoría de los granos enteros serían eliminado por heces, sin ser atacados por las bacterias en el tracto digestivo (Figura 10-3).

A pesar de esto y teniendo en cuenta la disponibilidad de maquinaria con procesadores de grano específicos para sorgo, el silaje de esta especie se constituye en una alternativa muy valedera en zonas marginales para maíz, donde el balance hídrico y las características edáficas o climáticas, hacen muy riesgosa la producción de otros cultivos destinados a la producción de silajes energéticos.

2.4 Proceso de fermentaci n y estabilizaci n del silaje

<u>NOTA:</u> Los procesos fermentativos son similares independientemente si se trata de pasturas picadas o bajo la forma de henolaje empaquetado, o silajes energ ticos de ma z o sorgo granífero o doble prop sito.

La conservación de forrajes, en la forma de silaje, es un compromiso entre la eficiencia de los requerimientos de trabajo y las pérdidas de campo versus las pérdidas en el proceso de fermentación. En este caso dejaremos de lado la fase de extracción y suministro, que será detallada en un capítulo destinado a tal fin.

Para lograr alta calidad en los silajes, se deben compatibilizar tres factores que interactúan y guardan una estrecha relación entre si:

- Momento óptimo de picado (que es independiente al proceso fermentativo y debe corresponder a factores nutricionales y de costos).
- Tamaño y uniformidad del mismo.
- Contenido de humedad de la planta al momento de picado (relacionado con el primer apartado).

Una correcta fermentación depende de las decisiones y prácticas de manejo que se implementen antes y durante el proceso de ensilado.

Las prácticas de manejo que el productor puede controlar son:

- Estado de madurez del material, (por el contenido de humedad del mismo y su relación con la presencia de almidón en el grano).
- Tipo de fermentación que ocurre dentro del silo.
- Arquitectura de la estructura del silo, método de almacenaje, velocidad de llenado y compactación.

Prestando especial atención a detalles como la velocidad de llenado, largo y uniformidad de picado, distribución y compactación del silo; se asegurará en gran medida una correcta fermentación, permitiendo el logro de un material energético de alta digestibilidad y por consiguiente elevado consumo de MS por animal y por día, con la consiguiente respuesta productiva y niveles de pérdidas energéticas mínimas en el proceso fermentativo.

Los organismos aeróbicos, que degradan los nutrientes solubles, incrementan su proporción en el material picado durante los primeros estadios de la fermentación. Estos organismos (principalmente bacterias aeróbicas), al respirar consumen carbohidratos solubles (materia prima para lograr ácidos en el proceso fermentativo) y por esta razón se debe eliminar la mayor cantidad de aire posible y de manera rápida durante el llenado y compactado, para que tampoco el forraje respire, ya que si no, consumirá un mayor número de carbohidratos, los cuales deben estar disponibles en primer lugar como sustrato para la fermentación y en segundo lugar, como energía asimilable en el rumen.

Otro efecto indeseable, es que mediante la respiración se genera un aumento de temperatura, lo cual favorece la proteólisis del forraje ensilado disminuyendo la proporción de N proteico y aumentando la formación de nitrógeno amoniacal (NH_3), lo cual puede ser un impedimento para la síntesis ruminal de este compuesto nitrogenado y/o un consumo energético excesivo para la síntesis de este compuesto nitrogenado.

En dietas en donde existe exceso de NH_3, es factible que parte de la energía aportada en el rumen sea destinada a procesar este compuesto, bajando la eficiencia productiva y elevando los costos.

Cuando el aire contenido en la masa ensilada se consume, comienzan a multiplicarse los organismos anaeróbicos (independientes de oxígeno), productores en primera instancia de ácido acético, que provocan una disminución del pH y el incremento de la acidez del silo.

AI mismo tiempo, comienzan a multiplicarse las bacterias formadoras de ácido láctico, que son las que se pretende que dominen el proceso de fermentación del silo. Estas bacterias provocan que el pH baje lo suficiente (alrededor de 4 e incluso menos), para inhibir cualquier otro tipo de proceso mientras se mantienen las condiciones de anaerobiosis y conservan el forraje.

Este proceso puede tomar de 1 a 3 - 4 semanas, dependiendo del cultivo ensilado (tipo, variedad y MS), la utilización de aditivos inoculantes bacterianos homofermentativos y el proceso de confección de silaje, asumiendo que una vez estabilizado el silo alrededor del 6 % o más de la MS del silo corresponderá a este tipo de ácido láctico, teniendo en cuenta que luego a nivel ruminal será promotor de ácido propiónico y éste de glucosa en sangre, con lo que finalmente aporta una buena cantidad de energía para el metabolismo de los rumiantes.

Un silaje de calidad se obtiene cuando el ácido láctico es el predominante, debido a que las bacterias formadoras de éste son las más eficientes, por consumir solo un 4 % de carbhidratos solubles para la generación de un mol de ácido, en referencia a otros como el propiónico que consume alrededor del 38 % o el butírico que se lleva el 24 %, pero que está asociado a otros problemas nutricionales y metabólicos que se mencionarán más adelante (Figura 10-4).

El ácido láctico, también es el precursor del veloz descenso del pH, considerando que mientras más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se habrán conservado además optimizando la digestibilidad del forraje finalmente producido.

Un detalle no menor, es que cuando se menciona que los hidratos de carbono son la "materia prima" para la fermentación, nos referimos a los carbohidratos solubles y en ningún momento se consideran los hidratos de carbono estructurales

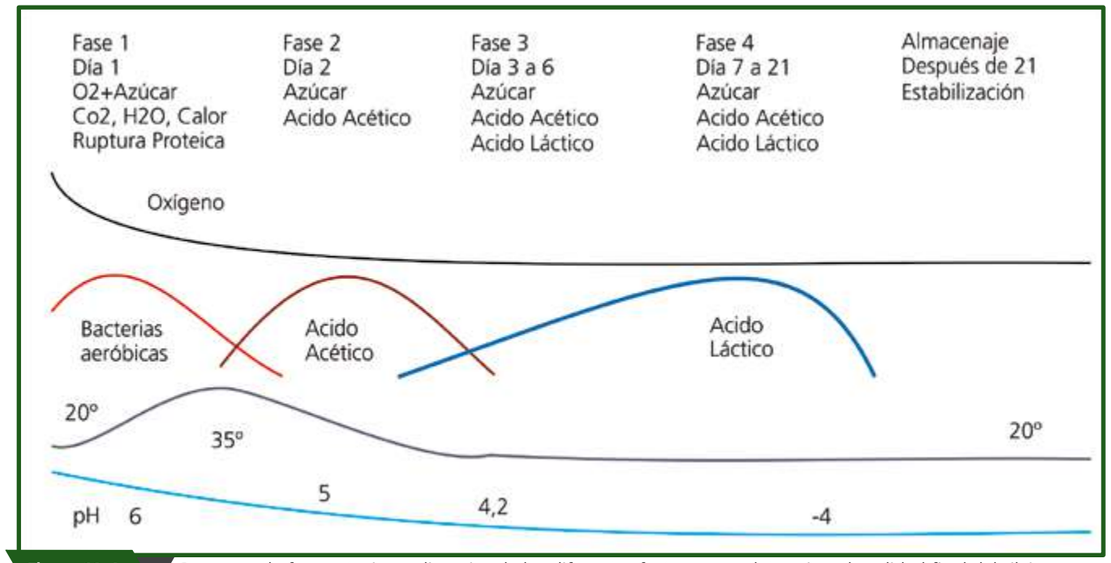


Figura 10-4 *Resumen de fermentaci n y din mica de los diferentes factores que determinan la calidad final del silajes.*

(celulosa, hemicelulosa), ni los complejos como el almidón y por esta razón se debe tener en cuenta que por más grano que presente alguna variedad o especie, siempre será mandatorio un determinado contenido de MS para la correcta fermentación del forraje ensilado.

Esto quiere decir además, que por más que una planta de maíz no contenga grano, su fermentación puede ser la adecuada, pero aportará poca energía a la dieta y por lo tanto su "costo de producción se eleva"

A continuaci n, se describen las fases que ocurren durante el proceso fermentativo:

Fase 1



Proceso de respiraci n: Comienza en el picado y continúa hasta que el oxígeno es desplazado del silo en un periodo muy corto luego de la compactación. No debe durar más de 2 horas.

La fase aeróbica comienza con el picado y continúa hasta que el oxígeno es desplazado y consumido en la masa ensilada, en un período muy corto posterior a la compactación. Durante este estado, los azúcares de la planta recién picada se descomponen en dióxido de carbono y agua, liberando calor, en el proceso conocido como respiración.

Microorganismos aeróbicos como los hongos, levaduras y bacterias, presentes en el forraje picado utilizan también los carbohidratos durante esta fase, como principal fuente de energía para la respiración.

Cuando el forraje es cosechado, los organismos aeróbicos predominan sobre la superficie del material cortado.

Durante el proceso inicial del silaje, el forraje recién picado y las bacterias aeróbicas siguen respirando dentro de la estructura del silo, y el oxígeno utilizado para la respiración se encuentra en el interior del silo, retenido entre las partículas del forraje.

Esta primera fase es indeseable y se debe tratar de que sea lo m s corta posible, debido a que las bacterias aeróbicas al respirar, consumen carbohidratos solubles que contienen energía altamente , que de otra manera deberían estar disponibles para las bacterias benéficas productoras de ácido láctico y lo que es más importante, para el consumo animal aportando digestibilidad a la dieta.

A pesar que en esta fase se consume el oxígeno para crear las condiciones anaeróbicas deseadas, el proceso de respiración produce agua y calor en la masa del silo, teniendo en cuenta que una excesiva producción de calor puede reducir en gran medida la digestibilidad de los nutrientes, tales como las proteínas, siendo necesaria una mayor proporción de energía disponible en el rumen para la síntesis proteica.

Bajo condiciones normales, de ensilado, las temperaturas pueden subir de 4 a 6 ºC por encima de la temperatura ambiente en el momento de ensilado. Si las temperaturas superan este nivel,

puede ser un indicador, de que los procesos de respiración son excesivos.

Otro cambio químico de importancia que ocurre durante la fase aeróbica es la posible degradación de las proteínas vegetales en nitrógeno no proteico, péptidos, aminoácidos y amonio producidos por las proteasas de las células vegetales cuando se superan los 34 ºC. La duración de la proteólisis dependerá de la tasa de decrecimiento del pH, debido a que un ambiente ácido reduce la actividad de las enzimas proteolíticas o degradadoras de proteínas. En el silaje de maíz, el nivel de N no proteico puede incrementarse desde el 20 % del total de N en el forraje pre ensilado, hasta más del 50 % dentro de las 24 hs post ensilado en el caso que las condiciones y el proceso de ensilado, no sean debidamente supervisados.

La prote lisis es indeseable, particularmente para vacas de alta producción, debido a que el exceso de N no proteico soluble resulta en una pobre eficiencia en la utilización del N y baja los niveles de proteína en leche (factor indeseable en los sistemas de remuneración adicional por sólidos o componentes), además de un incremento en la demanda energética por la necesidad de los animales de metabolizar el exceso de N no proteico, sumado a elevados niveles de nitrógeno amonio en silajes, han estado asociados con bajos consumos de MS.

La fase I finaliza cuando el oxígeno ha sido eliminado en su totalidad de la masa del silo, y dado que está claro que es un proceso indeseable, debería durar el menor tiempo posible. Bajo condiciones ideales de cultivo y almacenaje, esto debería ocurrir en no más de 2 h, mientras que con mal manejo, por ejemplo, picando del cultivo demasiado seco, pobre compactación, picado largo y/o desuniforme, llenado lento, etc., esta fase puede durar varios días, con la consiguiente pérdida de calidad y por consiguiente pobre respuesta produtiva.

Como se ver m s adelante en detalle; los factores claves para lograr este objetivo son:

- **Contenido ptimo de humedad del cultivo:** el cual debe aproximarse al 60 %. Con este porcentaje de humedad se favorece la compactación y por consiguiente el proceso fermentativo (aúnque si se quiere incrementar el contenido energético aportado por el almidón del grano, se podrá cosechar algún punto más seco).
- **Largo y uniformidad de picado:** si bien el tamaño de picado será tratado en detalle, diremos que la uniformidad del mismo favorece el acomodado y compactado del silo, acortando la fase aeróbica del mismo (Figura 10-5).



Figura 10-5 *Un buen tama o de picado favorece la disminuci n de la fase aer bica en los silajes.*

- **Llenado r pido y compactaci n adecuada:** para sellar el silo lo más rápido posible y no permitir el intercambio gaseoso. De allí proviene la conveniencia de máquinas con alta capacidad operativa.
- **Sellado y/o tapado del silo confeccionado:** para evitar la entrada de oxígeno en la superficie expuesta.

Teniendo en cuenta que el oxígeno es el principal factor para determinar la calidad del silo en esta etapa, se debe considerar que todo el esfuerzo que se realice, al momento de evitar el contacto de la masa ensilada con el aire, es fundamental.

A tal efecto, diremos que trabajar con maquinaria de alta capacidad operativa, un llenado rápido del silo, una estructura de acarreo, que no permita que la máquina se detenga en el campo, y un desparramado y compactado eficiente del forraje, serán factores determinantes a la hora de lograr un silaje de alta calidad y bajo nivel de pérdidas, tanto físicas como nutricionales.

Fase 2

Fermentaci n anaer bica de tipo ac tica: La duración no debe exceder de 49 a 72 horas. Se inhibe el desarrollo de microorganismos. El silo se acidifa (pH 5).

Una vez que el oxígeno ha sido desplazado se da inicio a la fase anaeróbica, durante la cual una sucesión de diferentes poblaciones de bacterias fermentan los hidratos de carbono presentes en la masa del forraje, convirtiéndolos en primer lugar en ácido acético y posteriormente en láctico, pero también etanol, dióxido de carbono y algunos otros productos.

La producción de ácidos provoca el descenso del pH del material ensilado, inhibiendo el desarrollo de otros microorganismos.

Una vez que comienza la fase 2, ocurre una fermentación anaeróbica, produciéndose el crecimiento y desarrollo de las bacterias productoras de ácido acético.

Estas bacterias fermentan carbohidratos solubles, generando ácido acético como producto final, lo que a pesar de ser un proceso indeseable, resulta importante, ya que este es utilizado por los rumiantes como un catalizador para obtener el pH necesario para el proceso de digestión.

Además, si bien la producción de ácido acético consume mayor proporción de carbohidratos, también actúan como conservantes en la fase de extracción del forraje, en donde el material ensilado vuelve a tomar contacto con el oxígeno del aire, demorando de alguna manera la degradación del forraje conservado.

Cuando el pH de la masa ensilada cae por debajo de 5, la población de las bacterias acéticas disminuye, ya que este nivel de acidez inhibe su crecimiento. Esto señala la finalización de la fase II, que en condiciones normales ocurre dentro de las 24 a 72 h de iniciado el proceso.

No es conveniente que este proceso de fermentación acética se prolongue, ya que las bacterias acetolíticas o promotoras de la formación de ácido acético, consumen alrededor del 36 % de hidratos de carbono para la producción de ácido, con lo que si se prolonga este período, se reduce el nivel energético de los silos producidos y por consiguiente su digestibilidad.

Un claro indicador de la fermentación acética prolongada es un olor avinagrado fuerte y un color amarronado oscuro (Figura 10-6).



Figura 10-6 *El silaje oscuro y marr n de la izquierda, muestra claros s ntomas de fermentaci n ac tica respecto del de a derecha con fermentaci n l ctica (correcta).*

FASE 3

Etapa de transici n: Inicio de formación de ácido láctico. Este periodo se prolonga hasta los 30 a 40 días de confeccionado el silo.

Es una fase de transición donde las bacterias acéticas dan lugar a las productoras de ácido láctico, las que aumentan su población debido al continuo descenso del pH. La tasa de fermentación depende, de la cantidad y tipo de bacterias promotoras de ácido láctico presentes en el cultivo a ensilar y del contenido de humedad del forraje.

Durante este proceso, diferentes especies de bacterias productoras de ácido láctico se hacen preponderantes y como resultado de ello el ácido láctico comienza a ser el mayoritario, comenzando a determinar la estabilización del silo producido

Con el elevado pH, al principio de la fermentación, las bacterias producen una gran cantidad de ácido acético, pero a medida que el pH desciende, el ácido láctico se convierte en el producto dominante. Sin embargo, si el contenido de hidratos de carbono en la planta es bajo, se produce una escasa cantidad de este ácido, lo que atenta contra la calidad final del forraje producido.

En silajes bien conservados, por lo menos el 70 % de los ácidos presentes es el láctico, necesitando este tipo de bacterias de los azúcares para multiplicarse.

Durante la fermentación, el contenido de los azúcares disminuye, llegando al extremo de que si se agotan, el descenso del pH se detiene y puede llegar a no existir suficiente ácido que logre estabilizar el forraje.

Cuando el silaje es consumido, este ácido también será utilizado por el ganado como fuente de energía, tal lo expresado anteriormente (láctico – propiónico – glucosa).

En los silajes de maíz, el proceso activo de fermentación anaeróbica dura menos de una semana.

Fase 4

Silo estabilizado: Llega a su punto de conservación. Se inhibe el crecimiento de todas las bacterias. (pH 4).

Esta es la fase final en la que el silo se estabiliza, principalmente en el pH. El pH final dependerá fundamentalmente del tipo de forraje ensilado y de las condiciones de confección y almacenaje.

Cuando se trabaja con materiales de alto contenido proteico como las pasturas, se dificulta el des-

Tabla 10-3 *Consumo de az cares y pH referente, de acuerdo al tipo de fermentaci n producida.*

	Acética	Butírica	Láctica
pH referente	6	5	4
Consumo promedio de azúcares	38%	24%	4%
Causas	Falta compactación	Exceso de agua	Correcta confección
Consecuencias	Menos energía en el silo	Baja palatabilidad	Alto consumo
Síntomas	Olor a avinagrado	Olor desagradable	Olor a fermento no desagradable
Tener en cuenta..	Es una producción aceptable	Descartar el producto	Maximizar la producción
Se sugiere...	Suplementar	Condimentar al silo	Bajar los costos

censo del pH, por el efecto buffer ejercido por el Nitrógeno, pudiendo alcanzar un pH final de alrededor de 4,5, mientras que en el maíz ese valor puede llegar a 3,8 - 4.

Forrajes ensilados con niveles de humedad superiores al 70 %, pueden sufrir una versión diferente de la fase III descripta y en lugar de desarrollarse bacterias lácticas crecerán grandes poblaciones del género clostridium, presentes en la tierra, que producen ácido dando como resultado final un silaje de color oscuro y olor rancio, con un pH superior a 5.

Esto es debido a que por acción de un exceso en el contenido de humedad, los carbohidratos se encuentran muy diluidos retardando o impidiendo el correcto trabajo de las bacterias lácticas.

Este tipo de fermentación puede ocurrir también cuando, trabajando en forma incorrecta, se le agrega tierra al silo con las ruedas del tractor o carros de acarreo del material, o cuando se agregan restos de bosteo con al rastrillo, en los silajes de pasturas de lotes que fueron previamente pastoreados (tema que se desarrollara en detalle en la sección de llenado del silo, y en el capítulo de silaje de pasturas).

La fase IV es la más larga, ya que continúa hasta que el pH del forraje es lo suficientemente bajo como para inhibir el desarrollo de microorganismos no deseables, llegando al punto de conservación y estabilización.

Durante esta fase, el pH del material ensilado permanece relativamente estable y existe mínima actividad microbiana o enzimática, si el silaje es mantenido en condiciones de anaerobiosis.

La fermentación láctica no solo estabiliza el silo con el pH más bajo (mayor acidez), sino que es la más eficiente en el aprovechamiento de los azúcares disponibles en las células del forraje, tal como se expresa en la Tabla 10-3.

El principal factor que afecta la calidad del silaje durante el almacenamiento es la entrada de oxígeno al silo, el cual incrementa el desarrollo de hongos y levaduras, que provocan el consumo de los ácidos, pérdidas de MS y calentamiento del material ensilado (Figura 10-7).

La cantidad de desperdicio está directamente relacionado con la densidad del silo y la superficie expuesta en contacto con el aire. El peor de los casos es cuando existe un silo destapado, demasiado seco y sin compactación. Las pérdidas aeróbicas bajo estas circunstancias pueden superar el 30 %, sumado a que como los mohos que se observan generalmente corresponden al género penicillium, se corre riesgo de incorporarlos al rumen en la



Figura 10-7 *En silos de material seco y mal compactado se observa la proliferaci n de hongos.*



Figura 10-8 *Silos correctamente confeccionados, presentan una superficie expuesta chica y un frente "sano".*

confección de dietas, generando la muerte de bacterias intra ruminales, con la consiguiente pérdida de eficiencia en el proceso ruminal

Otras causas de excesivas pérdidas en el almacenaje, pueden ser paredes rotas en silos tipo bunker y/o puente o plásticos rasgados en los silos bolsas (Figura 10-8).

Fase 5



Comprende los procesos respiratorios y de degradación que ocurren durante la extracción y suministro del silo.

Comprende los procesos respiratorios y de degradación que ocurren durante la extracción y suministro, ya sea en las superficies expuestas del silo o en los comederos.

Esta fase comienza una vez que el silo es abierto y finaliza cuando todo el silaje fue consumido. Una vez que el silaje se vuelve a exponer al oxígeno del aire, los hongos y levaduras comienzan a activarse nuevamente, convirtiendo el azúcar residual, los ácidos de la fermentación y otros nutrientes solubles en dióxido de carbono, agua y calor.

Esta fase es importante, ya que las experiencias demuestran que cerca del 40 % del total de p rdidas de la MS ocurren por descomposici n aer bica secundaria durante la extracci n y suministro del forraje conservado en forma de silo (Figura 10-9).

Generalmente, el primer signo de deterioro aeróbico es la presencia de calor y la pérdida de olor a fermento o ácido, seguido por el desarrollo de hongos en la superficie y/o interior del silo.

Al mismo tiempo que se desarrollan los hongos, cantidades importantes de nutrientes y MS se van perdiendo. Aparte de los nutrientes perdidos, algunos hongos pueden producir micotoxinas que causan enfermedades o disminuyen la eficiencia de respuesta animal.

Altos niveles de microorganismos aeróbicos presentes en el silaje pueden acelerar el proceso de descomposición cuando el forraje conservado es expuesto nuevamente al contacto con el oxígeno del aire.

El nivel de microorganismos aeróbicos presentes en el silo está determinado por la cantidad presente en el cultivo, antes del picado, y el grado de desarrollo en la primera fase aeróbica del proceso.

Aúnque muchos hongos y levaduras pueden sobrevivir a pH bajos, el ambiente ácido restringe su desarrollo y un pH de 4 o inferior ayuda a mantener la estabilidad aeróbica del silaje durante esta fase, razón por la cual en los silos de pasturas se deben extremar las medidas, tanto en la conservación, como en la utilización, por su dificultad en el descenso del pH debido a su alto contenido de nitrógeno proteico que ejerce un efecto buffer.

El tipo y cantidad de ácidos producidos durante la fermentación afectarán también el grado de estabilidad aeróbica del silaje.

El ácido láctico es el menos efectivo para suprimir el desarrollo de los hongos y bacterias; de modo que la vida de un bunker o la estabilidad de los silos producidos por las bacterias lácticas homo fermentativas es, a menudo, más pobre que un silo mal fermentado, con elevados contenidos de ácidos butírico y/o acético.

Un perfil típico de fermentación se presenta en la tabla 10-4.

El nivel de azúcares residuales remanentes en un silaje, después de la fermentación, puede incluso influir en la estabilidad.



Figura 10-9 *Se observa, el vapor eliminado por calentamiento de la superficie expuesta del silo.*

Tabla 10-4 *Perfil t pico de un silaje bien fermentado. (*) Unidades formadoras de colonias/gramo de silaje.*

Perfil	Análisis
pH del silaje	3.6-4
Productos finales de la fermentación	
Acido láctico	4-6%
Acido Acético	<2%
Acido tartárico	<0,1%
Acido propiónico	<0,5%
Etanol	<0,5%
Fracción Nitrogenada	
N-amonio	< 5% del total de N
Poblaciones microbianas	
Levaduras	<100.000 UFC/g*
Hongos	<100.000 UFC/g*
Organismos Aeróbicos	<100.000 UFC/g*

Los hongos y las levaduras crecen aproximadamente 2 veces más rápido sobre azúcar que sobre los ácidos de la fermentación.

Silajes producidos sobre maíces inmaduros contendrán generalmente niveles más altos de azúcares residuales y serán más propensos a sufrir deterioro en la fase de extracción. Por esta razón y otras de índole económico y productivo, es que actualmente se está forzando a la producción de silajes con mayores proporciones de MS, como será detallando más adelante.

La temperatura ambiente también influye en la estabilidad aeróbica del silo, ya que la tasa de desarrollo microbiano crece exponencialmente con la temperatura, hasta aproximadamente los 50ºC, lo que significa que la extracción durante las temporadas cálidas produce deterioros más rápidos que en tiempos fríos.

Esto debe considerarse también, ya que la migración de la ganadería en algunos casos hacia zonas tropicales y subtropicales, pueden mostrar un deterioro más rápido de los silajes utilizados que en zonas templadas, considerando además que en las zonas de explotación tropicales existe una gran tendencia de conservar pasturas C4 en forma de silajes, que si bien no tienen un porcentaje de proteína tan elevado, mediante las mejoras genéticas pueden presentar niveles proteicos mayores que los de los maíces y/o sorgos. Extremando las medidas de manejo en esta fase, se retardará el deterioro del material ensilado, disminuyendo la proliferación de levaduras y hongos que crecen, en detrimento de la calidad del forraje suministrado y mejorando la "vida" del silo.

2.5 Resumen de las fases de fermentaci n

En la siguiente síntesis, se pueden observar, los procesos químicos que ocurren en cada fase:

- **Fase 1: Proceso de respiraci n aer bica.** No debe durar más de 2 h.
- **Fase 2: Fermentaci n anaer bica de tipo ac tica.** La duración no debe exceder de 48 a 72 h.
- **Fase 3: Etapa de transici n.** Inicio de formación de ácido láctico. Este período se prolonga hasta los 30 ó 40 días de confeccionado el silo.
- **Fase 4: Incremento de la producci n de cido l ctico y estabilizaci n del silo.** Esta fase dura hasta que se abre el silo para comenzar el suministro.
- **Fase 5: Respiraci n y oxidaci n secundaria por la apertura del silo.** En esta fase ocurren los mayores porcentajes de pérdidas de todo el proceso, pudiendo llegar al 40 %.

2.6 Factores a considerar para lograr calidad en el silaje

Como se mencionó anteriormente, existen tres factores que interactúan entre sí y determinan la calidad final del material ensilado:

- Contenido de humedad de la planta al momento de picado.
- Momento de picado.
- Tamaño y uniformidad de picado.

Madurez y humedad

Las recomendaciones varían con los diferentes cultivos a ensilar sobre todo con una división principal en cuanto a cultivos energéticos (maíz, sorgo) o proteicos (pasturas). El estado de madurez óptimo y el contenido de MS, debe asegurar un contenido de carbohidratos solubles disponibles adecuado para las bacterias y un máximo valor nutricional para el ganado, refiriéndose este último, por lo general, al contenido de granos.

La madurez tiene un alto impacto en el contenido de humedad de cultivos en los que no se realiza premarchitado, como es el caso del silaje de maíz o sorgo granífero o doble propósito, donde el contenido de humedad óptimo se encuentra comprendido alrededor del 60 - 65 %, aúnque de acuerdo a los últimos ensayos realizados en la EEA INTA Manfredi se observaron diferencias y ventajas sustanciales, al incrementar el índice de MS cuando los cultivos no sufren estrés hídrico, debido principalmente al aumento de participación del grano en el peso total de la planta. (Se detalla más adelante).

El porcentaje de humedad del forraje, resulta esencial para asegurar que la fermentación se realice en forma correcta, además de facilitar la compactación para una eficiente eliminación del oxígeno durante el proceso de llenado y compactado. Al respecto del contenido de humedad del forraje existen dos puntos adicionales que conviene analizar, al momento de la toma de decisión, y que serán fundamentales para entender los puntos siguientes.

- En referencia al porcentaje de humedad, nunca se deben dejar de tener en cuenta los efluentes en relación a la MS, los cuales se hacen máximos cuando la humedad del forraje se hace mayor al 70 %.
- Teniendo en cuenta que los efluentes tienen entre el 6 y el 8 % de MS expresados como nutrientes solubles, las pérdidas son significativas cuando no se considera este aspecto al momento de la confección.

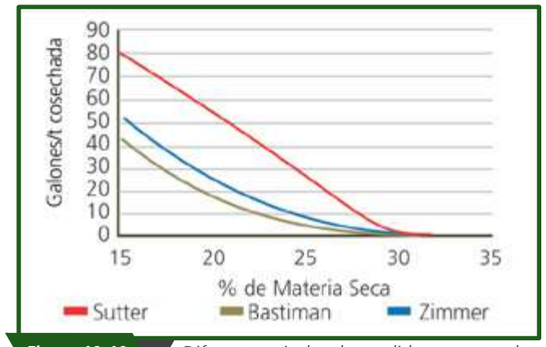


Figura 10-10 *Diferentes niveles de p rdidas encontrados por diferentes autores coinciden en que las p rdidas se potencian cuando se trabaja con niveles de MS inferiores al 30 %.*

De esta manera y como lo indica la figura 10-10, veremos que, si bien los resultados son variables, siempre se coincide en que hay pérdidas de efluentes. Otro aspecto destacable en referencia a la humedad del forraje tiene que ver con el pH, al momento de estabilizar los silajes.

Históricamente fueron deseables pH inferiores a 4 y siempre se persiguió el objetivo de niveles de acidez alto, al momento de estabilizar los silajes.

Si bien este concepto sigue teniendo vigencia, actualmente queda demostrado que cuando los niveles de MS son altos, pueden tener concordancia con niveles de pH mayores de los que se acostumbra a buscar, en los procesos fermentativos.

Así, el cuadro siguiente muestra cómo puede ser la calidad de los silos logrados en relación a su pH y contenido de MS o humedad del forraje, sabiendo que a niveles de MS más elevados (40 % por ejemplo), se pueden lograr muy buenos forrajes ensilados con un pH superior a 4 - 4,5.

Por otra parte y de acuerdo a los avances tecnológicos, la aplicación de inoculantes bacterianos permite alcanzar pH menores, logrando una excelente estabilización de los silos con mayores porcentajes de materia, lo que favorece a la mayor acumulación de almidón en los granos y por consiguiente mayor valor nutricional del forraje conservado, con una incidencia directa sobre los costos productivos y el margen económico de la empresa pecuaria. Esto será tratado en el capítulo específico sobre inoculantes de este manual.

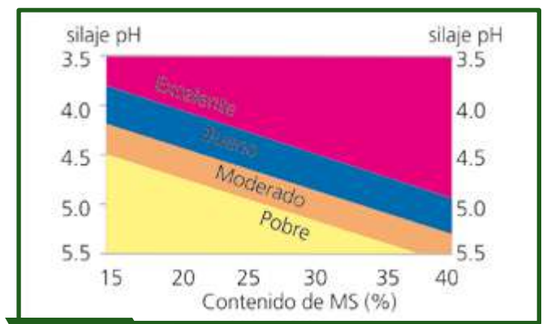


Figura 10-11 *Niveles altos de MS aceptan altos niveles de pH.*

Momento óptimo de picado

Como se explicó anteriormente, el contenido de humedad en el cultivo es un factor clave para lograr calidad en el material ensilado, aúnque no es el único, ya que es importante tener en cuenta también, el contenido de humedad y almidón de los granos, en el caso de que se haga un silaje energético como los del maíz y sorgo.

Cuando se estiman niveles de MS entre el 40 y el 45 % coincide generalmente con casi completo llenado de los granos, en que el cultivo cuenta con el máximo contenido de energía disponible, mejorando sustancialmente la performance animal de los rodeos a los cuales se destine este forraje. Por lo antes mencionado, lo ideal es que, del total de MS a ensilar, el 50 % corresponda al grano que hará un aporte energético de rápido aprovechamiento a nivel ruminal en la ración.

En los años donde las condiciones climáticas no fueron limitantes para el desarrollo del cultivo, ni la formación de granos, el momento óptimo de picado lo determinara justamente el grano, debiendo estar al menos en estadio fenológico "línea de leche". Se denomina línea de leche a la línea que divide el endosperma sólido del endosperma líquido.

Cuando esto no ocurre y el contenido de grano es inferior al 30 % del total de MS del cultivo, como por ejemplo en un año en el que las condiciones climáticas no fueron favorables, el momento de picado deberá determinarse según el estado de madurez de la planta, picando cuando 1/3 (el tercio inferior), se encuentre seco, asegurando un porcentaje de humedad adecuado para la compactación y fermentación y un contenido de fibra aceptable para el consumo animal.

En líneas generales podemos decir que, para determinar el momento de picado de una planta de maíz, se debe mirar el grano, en zonas o años en que los rindes son buenos (mas del 40 % correspondiente a grano de la MS total de la planta) y mirando la planta cuando el año fue malo y picando cuando 1/3 de la planta está seca para favorecer la digestibilidad de la fibra.



Figura 10-12 *En la fotograf a se observa la fase de transici n de endosperma s lido a endosperma l quido (l nea de leche).*

El estado en que se encuentra el endosperma del grano es el que determina cada una de las etapas mencionadas anteriormente; y la línea de leche es la que marca la transición entre el endosperma sólido y líquido del grano (Figura 10-12).

Cuando la línea se encuentra en "un cuarto de leche", es decir que solo la cuarta parte del grano esta líquida, se puede afirmar que el cultivo se encuentra en el momento óptimo de picado, ya que habrá alcanzado un alto grado de concentración de almidón en el grano.

El tiempo de maduración de los granos dependerá de la genética, que es propia de cada material y de las condiciones climáticas que lo pueden alterar, pero en menor escala. De todos modos, generalizando, se puede decir que para pasar de grano lechoso a media línea de leche se demora 11 días, de media a un cuarto de línea de leche, tarda 6 días y de un cuarto de línea a grano duro sin leche unos 7 días, considerando siempre que estos tiempos son estimados y que dependerán en gran medida de las condiciones climáticas reinantes durante el desarrollo del cultivo analizado (Figura 10-13).

En lo que se refiere a sorgo, se aplica prácticamente el mismo concepto, teniendo en cuenta que no se observa una línea de leche en sus granos, sino el estado de maduración o "secado" de los granos de la panoja (Figura 10-14).

Sabiendo que la panoja de sorgo madura de a tercios, deberíamos picar el cultivo cuando el tercio superior se encuentra duro, el tercio medio pastoso y el tercio inferior lechoso, aúnque con la incorporación de procesadores de granos específicos para este cultivo y teniendo en cuenta el "Stay Green" o capacidad de permanecer verde aún con grano maduro, se puede demorar en gran medida el picado, asegurando un buen contenido de MS para la fermentación, con una excelente participación del almidón del grano en el valor nutricional y digestibilidad del silaje producido.

Nunca debe olvidarse que los conceptos detallados están íntimamente ligados a la incorporación de procesadores de grano de sorgo en las máquinas picadoras y que además la idea es poder partir el grano sin afectar la fibra del cultivo, ya que sino se estaría alterando la tasa de pasaje a nivel ruminal y por lo tanto la respuesta animal.

En algunos casos se comete el error de anticipar el picado de los cultivos, por miedo a no llegar a tiempo, o bien por falta de capacidad de trabajo de las máquinas picadoras.

Este punto debe ser tenido especialmente en cuenta sobre todo en las zonas de producción mas alejadas, o zonas tropicales en donde puede escasear la oferta de maquinaria, de alta tecnología, que permita hacer un picado eficiente en el momento preciso.

La primera pérdida que ocurre en esas zonas por adelantamiento del momento de picado, es una reducción en la concentración de almidón, teniendo en cuenta que el **adelantamiento de una semana en el momento ptimo de corte puede ocasionar la p rdida energ tica en megacalor as, similar a la necesaria para la producci n de por lo menos 160 kg/ha de carne.**

En líneas generales, se puede decir que cuando se adelanta unos 10 días de la cosecha, además de esa pérdida energética se pierde alrededor de 1 ton de MS por ha y se transportan entre 5 y 8 t de



Figura 10-13 *Variaci n del estadio de grano y l nea de leche en el tiempo.*



Figura 10-14 *Diagrama para la correcta toma de decisi n del momento ptimo de corte de cultivos de ma z y sorgo gran fero.*



agua por cada ha picada, con el incremento en los costos que esto significa (Figura 10-15).

Cuando se confeccionan los silos esa agua tiende a salir del silo, y cuando se confeccionan bolsas es necesario eliminarlo para evitar que todo el silo se deteriore, teniendo en cuenta que **los efluentes eliminados en el silo contienen entre un 6 y un 8 % de nutrientes solubles de alta calidad** (Figura 10-16). Además de las pérdidas económicas, estos efluentes pueden provocar contaminación de napas.

Vale la pena agregar que uno de los factores que más influye, en la fermentación para que tengamos riesgo de fermentación butírica, es el excesivo contenido de agua en el cultivo o dicho de otra manera, la dilución excesiva de los azúcares solubles como materia prima para el trabajo de las bacterias, responsables de la fermentación de los silos. Pero un tema que sigue justificando la variación de pH es el contenido de MS al momento de picado, disminuyendo la importancia de tener un pH elevado cuando la MS también es elevada.

Cómo aumentar la rentabilidad mediante la disminución de los costos en el silaje de maíz:

El silaje de maíz es una de las tecnologías que revolucionó la producción de carne y leche en nuestro país, debido principalmente a que cumple un rol nutricional fundamental que permite lograr alta producción y calidad (por el alto contenido de



Figura 10-15 *En la fotograf a se observa el agua que chorrea del material picado en forma temprana.*



Figura 10-16 *Efluentes perdidos en un silo a reo, con alto nivel de humedad.*

grano) que lo transformó en el recurso de mayor importancia en la planificación forrajera de los establecimientos ganaderos (Figura 10-17).

El aumento en el valor de la tierra es uno de los motivos que produjo el incremento sostenido de la superficie destinada a silaje, exigiendo al productor pecuario argentino un esfuerzo de mejora constante en la eficiencia de producción y aprovechamiento de nutrientes en forma de forrajes de alta calidad; permitiendo incrementar los kilos de carne y litros de leche generados por ha al menor costo posible.

En busca de continuar aumentando la eficiencia productiva y responder a la necesidad de maximizar la cantidad de energía cosechada por ha en base a almidón de los granos de maíz, se plantea la alternativa de evaluar el incremento en el porcentaje de MS cosechada de los silajes producidos, con el objetivo de aportar mayor cantidad de energía a las dietas sin necesidad de aumentar la superficie destinada a este recurso forrajero.

Tradicionalmente se ha considerado que el momento óptimo de picado de maíz se produce cuando el grano presenta entre media y un cuarto de



Figura 10-17 *Roles nutricionales que puede cumplir el silaje de ma z*

endosperma líquido, ya que se correlaciona este estado con un nivel de MS de la planta cercano al 35 %, a la vez que se considera que en esta etapa hay un buen equilibrio entre el alto grado de concentración de almidón que presentan los grano y la facilidad para ser partido por efecto mecánico de la picadora.

Este concepto surgió en los años ´90 cuando se comenzó a trabajar con el picado de precisión, fundamentalmente con máquinas de arrastre, en las que se intentaba logar un mayor aprovechamiento del grano en el rumen del animal. Por esto se requería que los granos no presenten un endosperma duro, ya que no se utilizaban procesadores de granos. A su vez, se buscaba no exceder esos niveles de MS, dado que con el tamaño y la uniformidad de picado que se lograba no era tan preciso como en la actualidad, lo que dificultaba alcanzar una buena densidad en el silo a medida que se superaban valores mayores al 35 % de MS.

Trabajos realizados por el INTA, a través del Módulo "Tecnologías de Forrajes Conservados", han demostrado que con la tecnología que presentan las máquinas picadoras en la actualidad, respecto al tamaño y uniformidad de picado, sumado al trabajo que realizan los procesadores de granos, es posible trabajar sobre cultivos con estado de madurez más avanzados, cercanos al 40 % de MS, y con granos que presenten un endosperma más ceroso.

Si bien la tendencia mundial así lo demuestra con el advenimiento y consolidación de uso de los partidores de granos, los cuales se van especializando cada día más para el procesado de granos con mayor contenido de MS, no existían resultados locales contundentes sobre la conveniencia de atrasar el momento de picado

Por esta razón y en el marco de una discusión de la red público-privada integrada por profesionales del INTA y la actividad privada, se realizó un trabajo que permitió medir parámetros que ayudan a formar una conclusión clara y contundente sobre la ventaja de demorar el momento de picado de los maíces, al momento de elaborar silajes de planta entera.

En base a esto, se desarrolló un ensayo con el objetivo de determinar cómo evoluciona la digestibilidad de la planta entera de maíz durante toda la ventana de picado, desde 30 % hasta 42 % de MS. El ensayo se llevó a cabo durante los meses de abril y mayo de 2015 en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, sobre un cultivo de maíz sembrado el día 5 de enero del mismo año.

Los muestreos se llevaron a cabo cuando las plantas enteras de maíz presentaban 30; 32,5; 35; 37,5; 40 y 42,5 % de MS, donde no solo se determinó el porcentaje de MS que poseía la planta entera en ese estadio, sino que también se estableció el porcentaje de MS de la espiga y del resto de la planta sin espiga, también conocido como stover o parte vegetativa (Figura 10-18).

En cada uno de los muestreos realizados se tomaron muestras que se enviaron al Laboratorio de

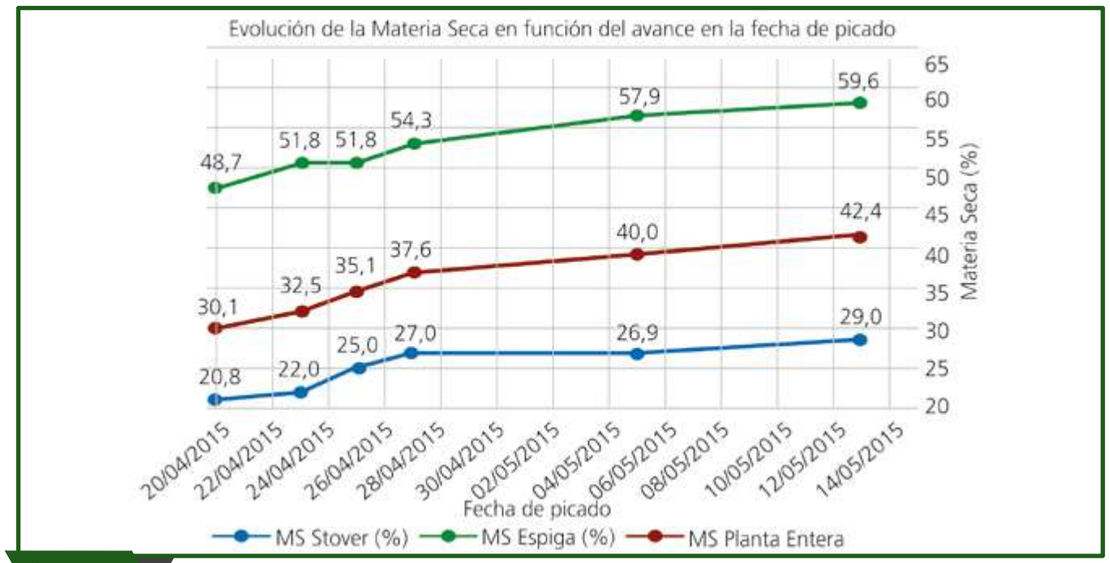


Figura 10-18 *Evoluci n de la MS de la planta entera, de la espiga y del stover durante la ventana de picado*

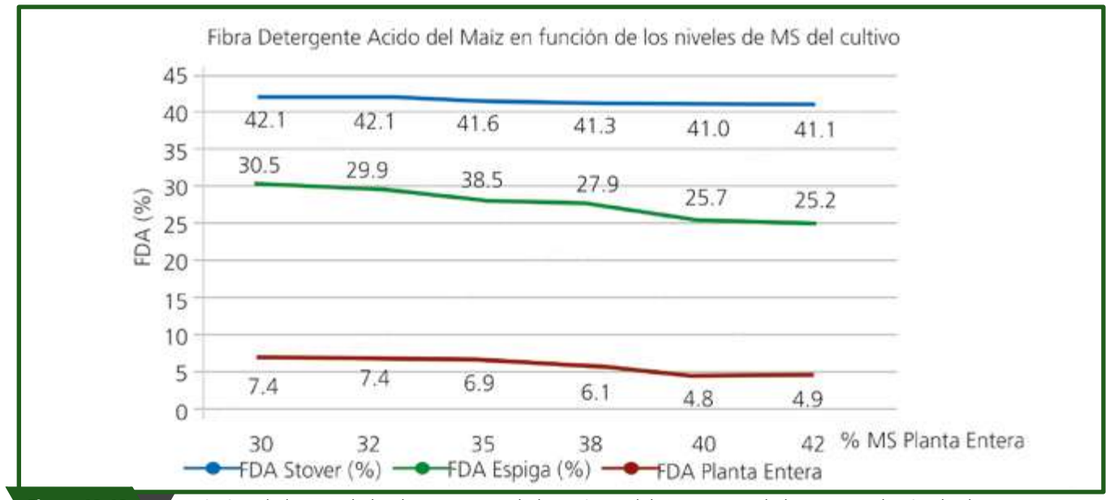


Figura 10-19 *Variaci n de la FDA de la planta entera, de la espiga y del stover en toda la ventana de picado de ma z. *Nota: debe aclararse que en este ensayo puntual, realizado en una campa a con altas precipitaciones(2014/2015) y con un h brido con caracter sticas Stay Green, permiti al cultivo permanecer verde, con buenas condiciones de humedad en planta, a n con el grano maduro. Este hecho produjo que a medida que la ventana de picado avanzara hacia 40 % de MS, no se ocasione un aumento de la FDA del stover (resto de la planta sin espiga). Es importante mencionar que esta estabilizaci n de la FDA del stover no deber a esperarse en situaciones con h bridos gran feros o en a os con un menor r gimen de precipitaciones, sino que podr a ocurrir un leve incremento que repercutir a en una disminuci n de la digestibilidad.*

Calidad de Forrajes del INTA Rafaela, para determinar porcentaje de Fibra de Detergente Ácido y Almidón, tanto de la espiga como del resto de la planta o stover (Figura 10-19 y Figura 10-20).

La fibra de detergente ácido (FDA) es la porción de muestra de forraje que es insoluble en un detergente ácido (método de los detergentes de Van Soest) y está básicamente compuesta por celulosa, lignina y sílice. La importancia de la misma radica en que está inversamente correlacionada con la digestibilidad del forraje. El almidón es el carbohidrato de reserva de los granos de la mayoría de los vegetales y es particularmente abundante en cereales.

Una vez conocidos los resultados de laboratorio se estimó digestibilidad teórica mediante fórmula, determinando la misma para la planta entera y para cada uno de sus componentes (espiga y stover).

Los resultados indican que a medida que avanza el porcentaje de MS, la digestibilidad de la planta entera de ma z observa un incremento sostenido, pasando de 65 % a 69 % durante todo el periodo evaluado (desde 30 % MS hasta 42 % MS) ,como se observa en la figura 10-21.

A medida que la ventana de picado avanza hacia el 40 % de MS, se produce un marcado incremento del almidón en la espiga. Esto nos indica claramente que a medida que avanza el porcentaje de MS, se incrementa la oferta de energía (Mcal EM/kg MS), por el aporte de almidón que hacen los granos.

Se debe considerar que en los años donde el rendimiento en grano no se ve afectado por condiciones agroclimáticas, el mayor incremento de digestibilidad observada en la planta entera se debe al aporte realizado por el grano y al contenido de almidón que aumenta en éste. A medida que el cultivo va perdiendo humedad y avanza el estadio fenológico del cultivo, se logra un incremento en la oferta de MS/ha. A partir de estos resultados se puede indicar que picando en estadios más avanzados, es posible incrementar la energía de las dietas sin la necesidad de aumentar la proporción de grano extra incorporado a las mismas, aumentando directamente el aporte de energía ofrecido por el silaje utilizado.

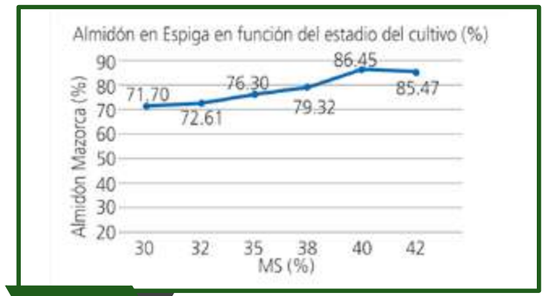


Figura 10-20 *Variaci n del Almid n de la espiga en funci n de la MS del cultivo*

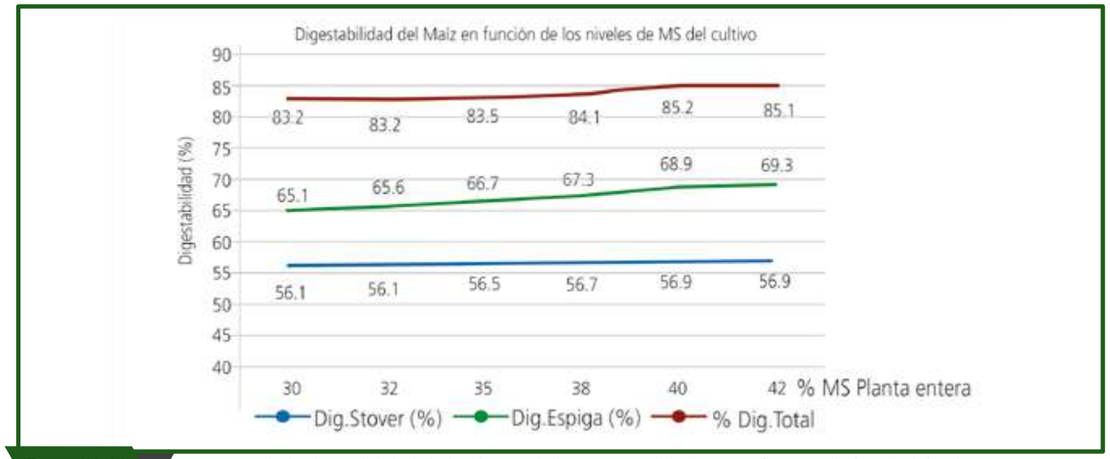


Figura 10-21 *Variaci n de la digestibilidad de la planta, de la espiga y del stover en funci n de la MS del cultivo*

Como se mencionó anteriormente, en este ensayo puntual, realizado en un año con altas precipitaciones y con un híbrido con características Stay Green, se produjo una estabilización de la FDA del stover y por ende una estabilización o incremento de la digestibilidad de toda la parte de la planta sin espiga.

Tener en cuenta que esta condición no debería esperarse en situaciones con híbridos graníferos o en años climáticamente más adversos, con un menor régimen de precipitaciones y mayores temperaturas. En estos casos podría ocurrir un leve incremento de la FDA del stover, que repercutiría en un una disminución de la digestibilidad.

A pesar de esto, aún en casos en que la digestibilidad de la parte vegetativa de la planta (stover) observe una leve reducción, lo que determina un incremento en la digestibilidad de planta entera y en la MS obtenida por ha en el grano, reportando siempre ventajas nutricionales en la medida que se avanza en el estadio vegetativo.

¿Por qu esta tecnolog a nos permite aumentar la rentabilidad mediante la disminuci n de los costos?

Analizando económicamente la viabilidad de aplicación de esta tecnología de silaje seco, si se tiene en cuenta el incremento de MS que llega a la boca de los animales sumado a la factibilidad y facilidad de consumo de este forraje, el aumento en el contenido de MS del 30 % al 42 %, arrojaría el resultado que detallamos a continuación.

Considerando un caso de 40 hect reas con un rendimiento de 25.000 kg de MV/ha picadas al 30 % de MS, arrojan 300.000 kg de forraje con 2,34 Mcal EM/kg/MS y un potencial de producci n de 37.950 kg de carne con ese forraje.

Si el momento de cosecha, en cambio, se lleva a 42 % de MS, se obtendr n 420.000 kg/MS con m s energ a por acumulaci n de almid n en grano y m s digestibilidad, 2,49 Mcal/kg/MS, con lo que el potencial de producci n se incrementa a 56.500 kg de carne con ese forraje.

Este diferencial de cantidad más calidad de forraje, arroja una diferencia de potencial de producción de **463 kg de carne por ha.**

Si bien la estimación de energía disponible para producción se incrementa cuando se avanza en el estadio de madurez del cultivo y este dato es irrefutable, como lo demuestran los ensayos realizados, es probable que el incremento de MS/ha no sea siempre lineal, pero nunca quedan dudas de la ventaja en términos energéticos.

De esta manera, si se toma un rinde promedio total de 8.750 kg MS/ha (25.000 kg/MV con 35 % MS), la ventaja de cosechar tardíamente nos da una diferencia de 0,15 Mcal EM/kg MS Dig, lo que a simple vista parece insignificante pero que en términos productivos arroja una diferencia de **70 kg carne/ha/a o** adicionales, solamente por el incremento energético por kg de MS cosechada por ha.

Aún con una cuantificación económica reducida o con un año en donde los cultivos solamente incrementen energía y no MS/ha, la conveniencia de demorar el momento de picado es indiscutible por dos razones:

- Se necesitan menos kg de silaje para producir la misma cantidad de kg de carne/ha.

- Se necesita menos kg de grano extra aportados para alcanzar la misma proporción energética en las dietas elaboradas a base de silajes cosechados, en estadios avanzados de maduración.

Si bien existen índices variables en el cobro del servicio de picado de forrajes, existe un porcentaje importante del costo que es fijo por ha y no depende de los kilos de MS cosechada, por lo que incrementado el índice de MS, se pueden reducir en parte los costos de confección del silaje y en consecuencia de la ración suministrada.

Sabemos que todas las raciones se ajustan a MS, por lo que en la formulación de raciones y/o alimentos no vamos a tener inconvenientes; y además, desde el punto de vista alimenticio, si hablamos de maíz tendremos una ventaja comparativa con respecto a los materiales ensilados en estadios tempranos.

Si bien la calidad del stover puede disminuir levemente, o bien mantenerse constante o aún incrementarse en forma leve, como es el caso de este ensayo, a medida que los cultivos maduran, el gran aporte que ofrece el grano en energía y digestibilidad, suplanta y soluciona la falta de calidad de la fibra, dando como resultado final un forraje con mayor digestibilidad total y alta concentración energética, con una mayor cantidad de Mcal EM/ha.

¿Qu tecnolog a tenemos disponible para producir silaje de ma z energ tico?

El momento ideal para el picado está determinado en función del tipo de máquina a utilizar. Con los equipos de picado simple es correcto picar en estado más temprano (35 %), mientras que con equipos más modernos con procesador de granos (Figura 10-22), el picado deberá realizarse cuando el grano alcanza el estado de madurez fisiológica, asegurando un mejor llenado del grano (mayor porcentaje de almidón), con un incremento del valor nutritivo.

Con la tecnología que poseen las máquinas en la actualidad se logra un tamaño y uniformidad de picado y quebrado de los granos que permiten confeccionar silos de alta calidad, aún trabajando sobre cultivos con estado de madurez cercanos al 40 % de MS y con granos que presentan endosperma más ceroso.

El quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal, fundamentalmente cuando presentan mayor porcentaje de endosperma duro. Utilizar el sistema procesador de granos (cracker), tradicional para maíz, permite lograr un 95 % de eficiencia en el partido de los granos cuando el cultivo presenta 40 % de MS. Pero debe quedar en claro que en esta situación la máquina disminuye normalmente un 15 % su capacidad de trabajo e incrementa en un 14 % el consumo de combustible, pasando de consumir por cada tonelada de MS picada 2,9 litros (30 % MS) a 3,3 litros (40 % MS). También es importante aclarar que este incremento de combustible es una inversión que debemos pagar al contratista para que el silo que estemos confeccionando sea además una fuente energética que incrementará nuestra producción de carne y leche.

Esta tendencia hacia la producción de silajes energéticos, con mayor porcentaje de MS, está siendo acompañada por la llegada de nuevas tecnologías que incrementan la capacidad de quebrado de los granos sin modificar tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la picadora. Un ejemplo son las nuevas tecnologías Shredlage o KernelStar, las cuales serán descriptas detalladamente en el capítulo de picadoras, pero que tienen como objetivo mejorar el partido de los granos.

Esta nueva generación de procesadores de grano se adapta muy bien para trabajar con granos de endosperma duro, como el que presenta cualquier cultivo de maíz con más de 40 % de MS, a la vez que pica indistintamente maíz o sorgo, y afectando en muy baja medida tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la máquina picadora. Esto indica que la tendencia mundial está evolucionando para poder producir silajes energéticos a un bajo costo.

Análisis relativo del costo de silaje de maíz:

De acuerdo a lo que se viene expresando en el presente trabajo, se deduce la importancia de tener altos rendimientos en los cultivos destinados a la producción de silaje (en este caso de maíz o sorgo granífero), además del incremento de la MS al momento de la confección de este importante recurso forrajero.



Figura 10-22 *Sistema de procesador de grano (cracker) tradicional, compuesto por dos rodillos acanalados que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsi n.*

Si bien la preponderancia del incremento de la MS, desde el punto de vista nutricional (y también económico) ya se ha expresado en este capítulo, en el presente análisis lo que se demuestra es la importancia del proceso y la toma de decisión a la hora de confeccionar silajes con alto potencial de producción, bajo los requerimientos o protocolos técnicos más adecuados y que además hagan uso eficiente de recursos como el agua y la tierra disponibles, con una relación costo beneficio positiva, al momento de la toma de decisiones.

Con el objetivo de que este análisis no pierda relevancia o actualidad en el tiempo, lo que se hace es expresar los valores en números relativos en donde el precio base por ha picada es "100" y el resto de los costos o valores adicionales que se cobran (como adicional por tonelada de MV o el procesado de granos), se lo expresan en proporción al valor base.

De acuerdo a la tabla de costos, presentada en los últimos años por la CACF (Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros - www.ensiladores.com.ar), se tomaron los precios de referencia y en base a eso se refieren los costos o variables, para poder llegar a una conclusión relevante al respecto.

Por otra parte cabe aclarar que los valores de la CACF, quizás no sean 100 % los que manden en el mercado, pero sí son los referentes y en este apartado se los toma como tales, para poder arribar a conclusiones que ayuden a la toma de decisiones.

De esta manera, teniendo el valor de costo de la ha picada, a futuro se podrán sacar conclusiones sin caer en el error de no tener precios actualizados, y el presente análisis se podrá tomar como base para la toma de decisiones y analizar conclusiones independientemente de la diferencia de precios originadas en el tiempo.

En el cuadro debe observarse que a medida que se incrementa el rendimiento/ha, el precio por tonelada picada desciende (se diluye) en proporción al exceso de rendimiento logrado en el cultivo.

La primera conclusión que se desprende es que al momento de definir lotes o ambientes donde se sembrará un maíz o sorgo destinado a la confección de silajes energéticos, siempre se deberán elegir los que permitan lograr los mayores rendimientos y que permitan expresar toda la potencialidad productiva del cultivo. Esto además justifica lo mencionado anteriormente respecto a las prácticas agronómicas que se deben utilizar en los lotes destinados a silaje y el paquete tecnológico que debe adoptarse, tratando siempre de potenciar el mayor rendimiento por ha, como lo hacemos en los lotes destinados a grano.

Como se expresó anteriormente, si bien el costo diferencial por ha, en parte viene dado por el exceso de rendimiento en MV, el costo total por tonelada de MV picada siempre se reduce cuando el rendimiento (de MV/ha) se incrementa.

Otro punto de análisis y en concordancia con el apartado anterior, es que el partido de grano debe ser mandatorio y nunca resignado por una cuestión de precio. Es una inversión, no un gasto.

Si bien se ve que se incrementa el "precio cobrado", lo cual es lógico por la disminución de capacidad operativa de los equipos, mayor inversión y aumento de los costos de reparación y mantenimiento de la maquinaria utilizada, desde el punto de vista productivo, el costo total por tonelada de MV picada y con grano procesado, siempre disminuye ante un incremento de producción por ha.

No tiene sentido resignar el aprovechamiento del grano a nivel ruminal, ya que de otra manera se deberá suplementar las dietas con una fuente de energía extra (como grano comprado tranqueras afueras o producido en un cultivo adicional), cuando en realidad este recurso energético ya fue pro-

Tabla 10-5 *Valores del servicio de picado obtenido de los precios que presenta la CACF (C mara Argentina de Contratistas Forrajeros - www.ensiladores.com.ar) pero expresado en n meros relativos en donde el precio base por ha picada es "100" y el resto de los costos o valores adicionales que se cobran*

Silos aéreos de Maíz / Sorgo					
Referencia	25 tn/MV/Ha	35 tn/MV/Ha	45 tn/MV/Ha	55 tn/MV/Ha	65 tn/MV/Ha
Precio Base / ha	100	100	100	100	100
Adicional Tn/MV	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31
Adicional Tn /MV c/procesador de grano	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
Precio/ha total	182,75	215,85	248,95	282,05	315,15
Precio por ha total c/ procesador de grano	199,75	239,65	279,55	319,45	359,35
Precio Total Tn MV c/ procesador de grano	7,99	6,84	6,21	5,80	5,52

ducido y solo hay que procesarlo para que esté disponible al efecto de las bacterias intra-ruminales.

Teniendo en cuenta que todos los valores en la dietas se expresan en referencia a kg de MS, a continuación se realiza un análisis relativo del costo de MS de silaje de acuerdo a la humedad del cultivo a la hora de confección.

Para tal fin, se tomará como promedio una ha que rinde 35 t de MV y que de acuerdo al cuadro anterior arroja un "valor relativo" de 6,84, precio total por ha con procesamiento de grano incluido.

En la tabla 10-6 se demuestra como el costo por kg de MS se derrumba cuando se incrementa el porcentaje de MS a la hora de confeccionar el silo, independientemente de las ventajas nutricionales que ésta decisión acarrea como mayor digestibilidad y disponibilidad de almidón para la producción de carne y/o leche.

Como se demuestra en la tabla, a medida que se incrementa el porcentaje de MS, la confección del costo por kg de silaje disminuye.

Se puede concluir que, a los fines de poder abordar la toma de decisión de confeccionar un cultivo energético y poder definir un protocolo de trabajo debemos tener en cuenta:

- Producir siempre cultivos con alto rendimiento de bio-masa y grano por ha, utilizando lotes de alto potencial productivo y aplicando todo el paquete tecnológico disponible, a los fines que se potencie la producción de MV y grano por ha.
- En la medida que se logre incrementar la producción por ha, el costo de la tonelada de MV se ve disminuido, aún cuando se cobra un adicional o proporcional por incremento de rendimiento por ha.
- El incremento del nivel de MS al momento de picado siempre disminuirá el costo total de los Kg de MS producido, aún cuando el partido de grano se haga indispensable para poder aprovechar el almidón dentro del rumen.

Tama o y uniformidad de picado

El tamaño de picado debe estar definido por varios factores, tales como el uso eficiente de la maquinaria y la facilidad de la compactación que presenta el cultivo (dependiente de la condición de MS que posea al momento de picado) (Figura 10-23), pero fundamentalmente debe responder a la necesidad nutricional que debe cubrir este forraje en la dieta de los animales a los cuales va a ser destinado (producción de carne o leche), brindando movilidad ruminal y un correcto aprovechamiento en el comedero.

Es por ello que se define como correcto, un picado de 15 mm (producción de carne) y de 19 mm (producción de leche), con absolutamente todos los granos partidos, que cuente con un 8 % carne (12 % leche) de partículas de más de 2,5 cm, pero nunca mayor a 8 cm para evitar o disminuir la selección en los comederos (Figura 10-24).

Tabla 10-6 *Variaci n del costo en fusi n de la evolu-ci n de la MS del cultivo.*

Precio por kg de MS	6,84 Valor relativo de la t de MV
% de Materia seca a la hora de confección	Precio relativo del Kg de MS
30 % de MS	0,22
35 % de MS	0,19
40 % de MS	0,17
45 % de MS	0,15



Figura 10-23 *Pared de un silo con un correcto porcentaje de tama o de part culas.*

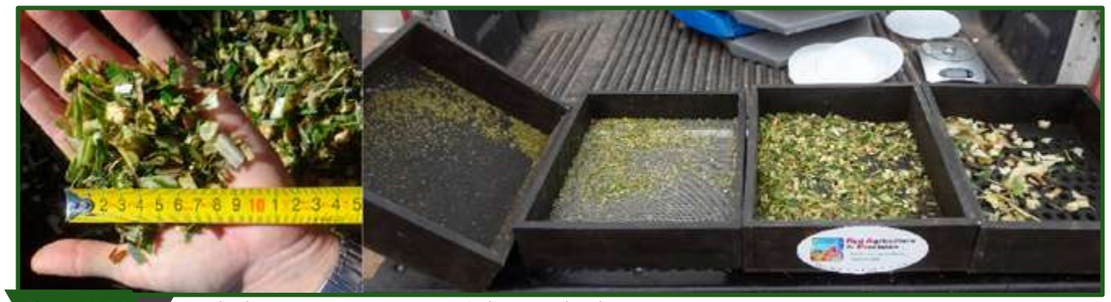


Figura 10-24 *Picado de ma z a 15 mm, con 10 % de part culas de entre 2,5 y 6 mm.*

Una máquina con sistema de picado de precisión con un material que se halle en su momento óptimo de cosecha y que tenga un mantenimiento normal, fácilmente logra esa proporción de largo y uniformidad de picado.

La explicación del porqué no se busca un tamaño menor es porque, cuando las partículas tienen menos de 10 mm, la tasa de pasaje a nivel ruminal es muy alta, pudiendo ocasionar falta de eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.

Desde el punto de vista de la maquinaria se debe tener presente que a menor tamaño de picado, mayor será la potencia requerida, así por ejemplo para pasar de los 13 a los 6 mm en maíz, se podría incrementar el requerimiento de potencia hasta en un 35 %.

El tipo de forraje que se pique también influye en gran medida en este aspecto, y como valores extremos se puede mencionar que picar maíz con un 70 % de humedad y con un largo de 13 mm requiere 54 % menos potencia que una alfalfa con un 60 % de humedad y un largo de picado de 6 mm.

Todo lo relacionado a regulación de picadoras respecto a largo y uniformidad de picado, se encontrará en el capítulo de picadoras, donde se muestran diversas pruebas a campo con distintos equipos llevadas a cabo en Argentina.

El porcentaje de partículas fuera del rango normal, se justifica por la necesidad en algunos casos de contar con fibra efectiva en la ración, aúnque esto no debería ocurrir con un adecuado balance forrajero y previsión de stock de alimento.

Aúnque será explicado en detalle en el capítulo de utilización, cabe destacar que la fibra en el rumen cumple la función de facilitar el rumiado para achicar ese porcentaje de partículas, con lo que obliga al animal a tragar saliva y con ello bicarbonato que ayuda a estabilizar el pH ruminal.

Otra de las funciones de la fibra, es la de raspar (scratch) las paredes internas del rumen limpiándolas y mejorando la capacidad de absorción de nutrientes a través de ella, pero lo ideal es que ésta no sea aportada por el silaje, sino buscar una fuente de fibra externa y de menor costo y confeccionar el silaje bajo los parámetros más adecuados de tamaño de picado, para una correcta fermentación y conservación.

Si bien muchas veces se piensa que las porciones de forraje con defectos en el picado son solo chala u hojas sin demasiado valor nutricional, se debe considerar que en su paso por el silo, se "mojan" con ácido láctico que es una gran fuente de energía además de azúcar solubles y almidón aportado por lo granos, por lo que su eliminación genera pérdida de nutrientes (Figura 10-25).

2.7 Altura de corte

La altura de corte va a depender en cierta medida de la altura de la planta que se vaya a picar y de la condición del cultivo. En el primer punto, debemos considera que si se trata de un cultivo de bajo porte (sorgo granífero), será menor que en uno de mayor altura (maíz de los denominados tropicales).

Respecto a la condición de cultivo, pueden presentarse dos situaciones muy distintas como un cultivo muy seco, o bien un cultivo muy húmedo. En el caso de enfrentarnos con un cultivo con mayor nivel de MS (más de 45 % MS), podremos trabajar disminuyendo la altura de corte a 20 cm, ya que la parte basal de la planta contiene más humedad, facilitando la compactación del silo. En el caso contrario, con una MS más cercana a 35 % será aconsejable aumentar la altura de corte, superando los 35 cm

En l neas generales se define la altura de corte adecuada alrededor de 30 cm o sobre la inserci n de la primera hoja en el ma z y sobre el primer entrenudo en sorgo, lo que adem s favorecer el rebrote del mismo, en el caso que la latitud y las condiciones clim ticas lo permitan (Figura 10-26).

La toma de decisión para adoptar una determinada altura de corte varía y depende de varios factores, pero a continuación se detallan algunos



Figura 10-25 *Se observa en el comedero, pedazos mayores a 10 cm que fueron rechazados y que tienen adheridos a ellos nutrientes.*

de los más influyentes para la adopción de nuevas metodologías de trabajo.

En primer lugar, teniendo en cuenta la cantidad de forraje que se va a cosechar y priorizando siempre la inclusión en las dietas y la digestibilidad, no tiene sentido incorporar al silo la porción de forraje que tiene mayor contenido de agua y de fibra, considerando que la parte basal de las plantas de maíz contienen hasta un 80 % de FDN, lo que ayudaría a deprimir el consumo de ese forraje.

Un método práctico para verificar la altura en donde la fibra comienza a disminuir es golpear con el filo de un cuchillo el tallo de los maíces o sorgos a diferentes alturas y cuando ese filo se introduce con facilidad en los tallos, nos indica que el nivel de fibra ha disminuido.

Por otra parte, la mayor cantidad de Potasio (K), está alojado en los primeros 30 cm del tallo y dejando esa porción en el lote estamos devolviendo fertilidad, además de agregar cobertura, lo cual no es un detalle menor sobre todo en tierras que son inestables desde el punto de vista de la erosión o bien en zonas tropicales en donde las precipitaciones son intensas.

El último factor a considerar es que la primera hoja y la porción basal del tallo están muy contaminadas con tierra y cosechando esa porción de la planta estaremos incorporando tierra al silo, con el riesgo de favorecer una fermentación indeseable del tipo butírica, además de incrementar los porcentajes que en análisis de laboratorio se expresan como cenizas, los cuales no deberían superar el 6 - 7 % de la dieta total.

En referencia al sorgo diremos que cuando se corta sobre el primer entre nudo y con un corte prolijo, en las zonas que agroclimáticamente lo permiten se puede lograr un rebrote temprano y un nuevo aprovechamiento del cultivo, con la consiguiente disminución del costo del kg de MS del silaje.



Figura 10-26 *Correcta altura de corte, en donde se deja tambi n cobertura y no se cosecha la hoja basal que est en contacto con el suelo (contaminante del silo).*

Una estrategia de control de tierra, cuando se trabaja sobre lotes muy contaminados, como puede ser los que están adyacentes a caminos muy transitados (Figura 10-27), es trabajar haciendo cabeceras más grandes, de manera tal que el material más contaminado quede en la base del silo o en la punta de una bolsa, evitando que se mezclen materiales de diferentes calidades dentro de la masa del silo y así elevar la calidad nutricional del forraje producido.

2.8 P rdidas durante el proceso de ensilaje

Las mermas producidas durante el proceso de ensilaje pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

- Pérdidas en el campo.
- Pérdidas por respiración (aeróbica).
- Pérdidas por fermentación (anaeróbicas).
- Pérdidas por efluentes.

P rdidas en el campo.

Siempre que se trabaje con maquinaria de precisión con cabezales recolectores adecuados, las pérdidas en el campo serán reducidas.

La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina, en su mayoría es la misma ofrecida en el mercado mundial, lo cual refleja claramente la alta tecnología que estamos utilizando para elaborar este tipo de forraje conservado (ver capítulo 2 de mercado de maquinaria forrajera).



Figura 10-27 *Cultivo de ma z con alto grado de contaminaci n con tierra, en donde se hace conveniente tomar una estrategia para no mezclar material contaminado con el material m s limpio, del interior del lote.*

Dada la gran cantidad de hectáreas que son necesarias trabajar para amortizar una picadora autopropulsada, los principales usuarios de estos equipos son contratistas prestadores de servicio, los cuales al momento de efectuar el recambio de unidades buscan evolucionar a unidades con mayor capacidad de trabajo. La Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros (CACF), agrupa a 150 empresas prestadoras de servicio de picado y se considera al contratista de picado como la empresa más profesionalizada de todos los que brindan servicio en el sector agropecuario (cosecha, pulverización, siembra), el cual maneja un conocimiento agronómico muy elevado y que busca siempre lograr la mayor calidad en su servicio.

Uno de los problemas que se detectan al momento de hablar de pérdidas en la confección, es que muchas de las máquinas usadas que se entregan por parte de pago de una nueva no salen del circuito, sino que son adquiridas por otros contratistas más pequeños, en algunas oportunidades de zonas ganaderas extra-pampeanas con menor desarrollo, o bien por productores o grupo de productores que por la superficie que trabajan no podrían amortizar un equipo nuevo. En muchos casos, estas picadoras son equipos de 10.000 h de uso que presentan un gran desgaste y un nivel tecnológico obsoleto.

En estas “nuevas zonas”, donde las mayoría de las máquinas autopropulsada de nueva generación no llegan, además de máquinas autopropulsadas con un mayor desgaste, también se continúa recurriendo a la maquinaria de arrastre. En el caso de estas últimas, un punto a tener en cuenta es que las mismas tengan un cabezal rotativo que trabaje de manera independiente de las hileras de siembra, para ser más eficientes en la utilización de energía para el trabajo, como así también con el tema de pérdidas a campo (Figura 10-28).

Otra de las ventajas adicionales es que cuando eventualmente los lotes se encuentran enmalezados, mediante la elevación de la altura de corte, se puede escapar a esas malezas, mientras que las que tienen el sistema de corte en la base del puntón, deben trabajar cerca y paralelas al piso presentando en algunos casos inconvenientes por atascamientos ocasionados por las malezas, más incorporación de malezas a la masa del silo, teniendo en cuenta que éstas tienen un valor alimenticio menor y diferente al cultivo que se está picando y ensilando.

Un avance que presenta muchas ventajas en las máquinas de arrastre, lo representan los cabezales rotativos que pueden cortar cultivos independientemente al distanciamiento entre surcos, de la misma manera que lo hacen las máquinas autopropulsadas.

Dentro de las pérdidas de material se debe tener especial cuidado en los cambios de camiones, para que exista una buena sincronización entre el operario de la picadora y el chofer de los camiones, a los fines de tratar de evitar lo más posible que se tire forraje picado al suelo (pérdidas).

Si bien esa pérdida puede considerarse muy reducida, teniendo en cuenta que una picadora autopropulsada puede hacer un promedio de 1500 has, contando la cantidad de cambios de camión que se hacen en la campaña, la cantidad de forraje que se puede desperdiciar en su conjunto puede no ser menor.

Cuando se trabaja con maquinaria autopropulsada los riesgos de pérdida de MS se minimizan, debido a que principalmente los cabezales de corte evolucionaron de tal manera que prácticamente no tienen limitantes, como se explicará en el capítulo correspondiente a maquinaria y que en la actualidad la carga de camión puede automatizarse mediante sistemas de visión, con cámaras incorporadas a los tubos de descarga de las picadoras.

P rdidas por respiraci n

Estas pérdidas, dependerán en forma directa de tres factores

- Distancia entre el lote a picar y el sitio de cofección del silo (aúnque este punto es ínfimo).
- Frecuencia de llenado, o sea de la capacidad de trabajo de las picadoras y la frecuencia con que se cubren las sucesivas capas de silo, compactado con nuevo material.
- Velocidad con que se elimine el oxígeno de la masa del mismo, mediante la compactación del material ensilado.



Figura 10-28 *Cabezal rotativo de una m quina de arrastre.*

A pesar de que en algunos trabajos se han descubierto producciones reales de MS causadas por fotosíntesis, incluso llegando hasta el 4 % día posterior al corte, está muy claro que nunca llegarán a compensar las pérdidas de los azúcares durante la respiración. Una vez que el forraje llega al silo, debe ser descargado y compactado lo más rápido posible para extraer el oxígeno y promover la fermentación. Si el llenado se produce en forma discontinua, ocurrirán pérdidas relacionadas principalmente con la digestibilidad y el consumo potencial del silaje producido.

Resulta importante planificar el lote en el que se va a sembrar maíz para picado, ya que de la distancia que exista hasta el lugar de confección, dependerá el equipo necesario a contratar o dimensionar y lógicamente el costo de confección.

Lo ideal es confeccionar el silo cerca del lugar donde se tiene previsto realizar el suministro, para disminuir los gastos operativos y de personal durante el aprovechamiento. Las limitantes actuales están mas vinculadas al suministro que a la confección del silo. En cuanto a esta W se debe dimensionar el equipo de picado y llenado de silo en forma adecuada, para que la frecuencia de llegada de material al silo, desde el lote, sea continua, disminuyendo el efecto de pérdidas por respiración.

La elección correcta del lote a sembrar deberá estar en función de las rotaciones necesarias en el campo y del lugar de confección, para de esa manera eficientizar el trabajo y disminuir las pérdidas en el proceso. Una vez tomada la decisión sobre qué tipo de silo construir, se necesitará determinar dónde emplazarlo.

Cuando se evalúen diferentes sitios, se deberá buscar un lugar que posibilite la descarga del material sin problemas; y que pueda colectar y canalizar los efluentes del silo, en el caso que este tenga grandes dimensiones o que el contenido de humedad no sea el correcto por cualquier causa, para no solo evitar pérdidas por respiración sino también por mala fermentación, además de evacuar de la mejor manera el agua de lluvia, que puede afectar el tránsito en la fase de extracción y utilización del silo confeccionado.

Durante el compactado de un silo aéreo (bunker, torta, trinchera o puente), la forma ideal de trabajo es utilizando un tractor doble tracción equipado con una hoja frontal de baja altura y en lo posible con un tope en el hidráulico, para que no baje más allá de los 10 cm (Figura 10-29). Es importante considerar que el trabajo continuo por tiempo prolongado, genera fatiga y distracción en los operarios y cuando los mismos bajan demasiado las hojas que se utilizan para acomodar el material se corre el riesgo de mover el material, que fue previamente acomodado y compactado, de ahí la necesidad de trabajar con un tope en el sistema hidráulico de la hoja (Figura 10-30). Otro punto a considerar es el estado de los neumáticos del tractor, teniendo en cuenta que los tacos de los neumáticos aumentan el peso específico en el punto de compactación, mejorándola y además evitan el patinaje en la superficie ya compactada.

Ese patinaje sobre la superficie del silo es perjudicial ya que cuando el tractor patina y no tracciona va descompactando el material de las capas anteriores, generando zonas de baja densidad y mala fermentación (Figura 10-31).



Figura 10-29 *Tractor muy utilizado para la compactaci n de los silos a reos.*



Figura 10-30 *Si se pone un tope en los hidr ulicos del sistema de desparramado, se facilita la operaci n del mismo evitando bajarlo a menos de 10 cm.*



Figura 10-31 *Cuando se baja demasiado la herramienta de desparramado o cuando no hay potencia suficiente se puede producir patinaje, creando zonas de baja densidad en el silo.*

En referencia a la velocidad de marcha, diremos que cuando se trabaja en retroceso, siempre se debe ser más cuidadoso que cuando se lo hace hacia adelante, ya que los tacos de las ruedas de los tractores trabajan en sentido inverso, levantando más material que cuando se trabaja hacia adelante

Otro punto a considerar es que todo el equipo de trabajo esté bien dimensionado, y que se cuente con la potencia necesaria para compactar adecuadamente el material que entrega la picadora.

A tal efecto una regla práctica indica que cuando se cuenta en la compactación, con una potencia similar a la utilizada en el picado, el compactado va a ser eficiente, considerando que la habilidad de los operarios que pisen el silo pueda disminuir el requerimiento de potencia, necesario para el acomodado y compactado de forraje que se ensile.

Otra regla práctica es dividir el peso del tractor por 270 para calcular la capacidad de procesamiento que tiene ese tractor por hora. De esta manera cuando se trabaja con tractores de 13500 kg de peso, sabremos que el mismo tiene una capacidad de procesamiento de material de 50 t/hora (13500/270 = 50), por lo que si se trabaja con una picadora que tenga la capacidad de procesar 150.000 kg/h harán falta 3 tractores de esas características y peso para asegurar una rápida y eficiente compactación del silo.

Si se recuerda que el tamaño óptimo de picado es de aproximadamente 1,5 cm promedio, resulta muy fácil eliminar el aire por compactación de un material de ese tamaño, desparramado en capas finas de 10 cm, como se explicó anteriormente.

Las técnicas de compactado dependerán del tipo de silo, pero si se cuenta con tractores con caja inversora del sentido de marcha, se va a ser más eficiente en el pisado, ya que no será necesario "bajar del silo" para dar la vuelta ni girar sobre él.



Figura 10-32 *Los equipos con caja inversora permiten el trabajo en avance y retroceso haciendo el compactado m s eficiente.*

Un punto en el que se pone poca atención es cuando se baja del silo para dar la vuelta (en el caso que sea necesario), teniendo en cuenta que se está más tiempo abajo del silo, para girar, que sobre el mismo para ejercer la compactación del material, necesitándose más tiempo y combustible para generar la misma densidad, que cuando se permanece siempre arriba del silo (Figura 10-32).

Trabajando en forma correcta, las pérdidas causadas por respiración son mínimas en silos que estén bien compactados y tapados, ya que se deben crear condiciones de fermentación anaeróbica lo más rápido posible.

Una vez finalizada la compactación, las bacterias aeróbicas continúan respirando hasta que se consume todo el oxígeno del medio. La tasa de respiración está regulada por la temperatura, acelerándose los procesos respiratorios a medida que ésta aumenta, hasta llegar a los 30ºC.

A partir de este momento, siempre y cuando no existan vías o conductos de entrada de aire, disminuye la respiración hasta que se inactivan las enzimas.

En los silos herméticos tiene poca importancia el oxígeno existente entre la masa del forraje y solamente provocará un aumento térmico de 3 a 4ºC, mediante la oxidación de no más del 1 % de la cantidad de azúcar existente en la MS.

Una pérdida que pocas veces se tiene en cuenta o que pocas veces se observa, es la de la periferia del silo o mejor llamada, capa de transición.

Si se observa detenidamente el perfil de un silo se puede ver una coloración más oscura o marrón cerca de la superficie de éste, lo que indica entrada de aire (Figura 10-33).

En los silos con picado desparejo y mal compactados, donde es difícil evitar el intercambio gaseoso con el medio, el silaje sigue respirando, la temperatura se eleva produciéndose desnaturalización de proteínas y calentamiento, disminuyéndose considerablemente la calidad del silo, además de incrementarse notablemente las pérdidas de MS.

P rdidas por fermentaci n

Se producen por la actividad de microorganismos que se desarrollan en condiciones anaeróbicas.

Las bacterias, ya sean lácticas, acéticas o butíricas, utilizan los azúcares simples del jugo celular transformándolos en ácidos orgánicos e inhibiendo



Figura 10-33 *La capa de transici n cambiar de espesor de acuerdo a la velocidad de llenado del silo y la presi n de compactaci n.*

cualquier actividad microbiana posterior, logrando así la conservación del material.

Es conveniente que la fermentación que ocurra sea láctica, ya que utiliza del 3,8 % al 4 % de los azúcares del material puesto a fermentar; mientras que en la butírica consume el 24 % y la acética el 38 %.

La fermentación láctica es la más eficiente, ya que logra la acidez necesaria (pH 3,6- 3,9), con un mínimo de utilización de energía, quedando el resto disponible para ser aprovechado por el animal. Las pérdidas en esta etapa ocurren generalmente por desconocimiento de la forma adecuada de trabajo.

La compactación adecuada y rápida mejora las condiciones fermentativas y por lo tanto favorece una rápida fermentación láctica, con las ventajas que esto ocasiona en la estabilización del silo y la conservación del nivel energético del mismo.

Como se explicó anteriormente, una vez eliminado el aire del interior del silo, las bacterias acéticas comienzan a multiplicarse en forma rápida, liberando ácido acético al medio y provocando el comienzo del descenso del pH. Cuando el medio se acidifica en exceso, comienzan a desarrollarse las bacterias productoras de ácido láctico, estabilizándose el silo a los 30 a 40 días aproximadamente dependiendo de la especie ensilada, la humedad del forraje y la homogeneidad y tamaño de picado.

Las bacterias ácido lácticas pueden clasificarse en homolácticas y heterolácticas. Las primeras son más activas y eficientes en la producción de ácido láctico a partir de los carbohidratos, ya que no producen gas durante la fermentación, siendo nulas las pérdidas gaseosas durante este proceso. No así las heterolácticas, en las que el nivel de pérdidas producidas estaría en relación directa al material originario, ya sea glucosa a fructuosa.

Aúnque el productor no pueda manejar qué tipo de bacteria predominará en el silo, es importante conocer que la presencia de bacterias homo o heterolácticas dependerá del cultivo ensilado, desarrollándose en el maíz y en el sorgo las homo lácticas principalmente.

Existen condiciones, en las que los procesos fermentativos no son los descriptos comúnmente, derivando en fermentaciones de tipo butíricas ocasionadas por varios factores en los que se destacan los clostridios.

Los clostridios son promotores del ácido butírico y responsables de los silajes rancios, negros y de pH elevado (Figura 10-34).

Incluso este tipo de fermentación puede provocar que los silajes sean tóxicos y causen enfermedades y hasta la muerte en los animales que los consumen.

En otros casos más leves pero no por ello menos dañinos, pueden pasar restos de ácido butírico a leche generando maduraciones defectuosas de los quesos producidos, tal es el caso de animales que se alimentan en exceso con silajes de pasturas mal fermentados.



Figura 10-34 *Diferencias de color de dos muestras de silos de pasturas, una con fermentaci n de tipo but rica (izq) y otra con fermentaci n adecuada.*

Las características más importantes de los silajes con clostridios son:

- pH alrededor de 5.
- Mayor cantidad de ácido butírico que láctico.
- Fuerte olor rancio o ausencia de olor, ni siquiera a fermento.
- Color oscuro o negro.
- Pobre conservación del forraje.
- Elevadas pérdidas de MS en el silo.
- Bajo consumo de MS por parte del animal.
- Pobre utilización del nitrógeno por el rumiante.
- Disminución de la capacidad inmunológica de los animales alimentados.

Debido a que el Clostridium no tolera condiciones de baja humedad, su proliferación se ve favorecida con contenidos de humedad superiores al 30 % o en especies con una mala relación azúcar proteína como son los silajes de pasturas de alto contenido proteico

También es menos resistente a pH bajos que las bacterias lácticas, por lo que se requiere un rápido incremento de la acidez para disminuir las pérdidas por fermentaciones butíricas. La presencia de pH elevado, en forrajes con elevado contenido de humedad, evidencia la actividad del Clostridium en el medio.

La contaminación con tierra del forraje mientras se realizan todos los procesos mecánicos, es la causa más común de este tipo de fermentaciones, teniendo en cuenta que los silajes de pasturas son los más susceptibles.

Sumado a que algunas veces no se ajusta debidamente el secado del forraje y que la contaminación con restos de bosteo, es un riesgo permanente cuando se ensilan cortes de lotes que fueron previamente pastoreados, cuando se trata de silaje de pasturas con destino proteico.

Los silos mal picados, también puede derivar en fermentaciones de tipo butílicas (Figura 10-35).



Figura 10-35 *Silaje de sorgo mal picado con muestras incipientes de fermentaci n but ricas por contener algunos tallos negros.*

P rdidas por efluentes

El volumen de pérdidas por efluentes depende del contenido de humedad del forraje, del tamaño de picado y de la forma y estructura del silo y siempre son máximas cuando los niveles de MS del material ensilado no alcanzan el 30 %, como se detalló anteriormente (Figura 10-36).

Es importante que el material a ensilar posea al menos el 35 % de MS y en algunos casos más, como en los sorgos y los silajes de pasturas, considerando que si este porcentaje es menor se perderá por lixiviación una gran cantidad de nutrientes con un contenido estimado del 6 - 8 % de MS de alto valor nutritivo, como los azúcares más solubles.

En algunos silos se ha podido observar que aumenta el porcentaje de MS y de compuestos nitrogenados a medida que transcurre el tiempo, mientras que disminuye la concentración de azúcares.

Además, se ha demostrado que se pierden cantidades elevadas de elementos minerales con el efluente.

Otra desventaja en la pérdida de efluentes es, que son un excelente medio para el desarrollo de los microorganismos benéficos del silo como las bacterias, además que, al existir pérdida del contenido celular, se crean condiciones para la proliferación de hongos y levaduras que disminuyen la calidad del forraje.



Figura 10-36 *P rdidas de efluentes en un silo de grandes dimensiones y detalle de l quidos perdidos.*

Una de las causas mecánicas de generación de efluentes es el mal ajuste de sistema de picado, como por ejemplo cuando se está confeccionando un silo de pasturas y no hay un correcto ajuste de la contracuchilla y se produce ruptura de la pared celular, con liberación de efluentes.

Cuando se trabaja con embolsadoras y éstas tienen muy desgastado el sistema de álabes y peines en el rotor de compactación, se corre el riesgo de triturar el material entre ellos con liberación de jugo celular, incrementando el contenido de humedad en el silo, con una mala fermentación.

Los efluentes generan fuertes olores y contienen grandes poblaciones de levaduras, hongos e incluso listeria. La listeria es una bacteria causante de peligrosas enfermedades, tanto a los animales como al hombre. En animales pueden provocar encefalitis, que es la inflamación de los tejidos cerebrales, alteraciones nerviosas, abortos y muertes. Estudios realizados en Inglaterra, demostraron que del 3 al 6 % de los silos y aproximadamente el 22 % de los rollos de henolaje empaquetado estaban contaminados con esta bacteria.

Quizás sin llegar a causar problemas graves, lo que se debe analizar cuando se trata de llegar a mercados internacionales de alimentos como la carne y la leche, es salvaguardar siempre la trazabilidad del producto que se vende, como así también la materia prima que les da origen. Tener certificada la inocuidad del alimento como garantizada la salud animal, es el primer paso para lograr mercados donde exportar los productos pecuarios.

Para desarrollarse en el silaje, la listeria necesita oxígeno y pH cercano a 5,5. No crece en silajes bien conservados, donde el proceso fermentativo se ha cumplido en forma correcta. Es muy probable que se encuentre en lugares donde haya un intercambio gaseoso, como en la periferia del silo, en el final de los silos bolsa o cerca de las pinchaduras del plástico.



Figura 10-37 *Sistema de drenaje en el lateral de un silo de grandes dimensiones.*

Para prevenir el crecimiento de la Listeria en los silajes, se aconseja:

- Mantener las condiciones de anaerobiosis mediante una buena compactación y un correcto sellado.
- Permitir que el material ensilado fermente por lo menos durante dos semanas.
- Ensilar el forraje con un contenido de MS comprendida entre el 30 al 40 %.
- Mantener limpio y drenado los alrededores del silo.
- Descartar el desperdicio de la periferia del silo, que mantiene contacto con el aire.

Estos últimos puntos deben considerarse y prever un sistema de drenaje cuando se confeccionan silos aéreos.

A la indicación de una pendiente del 2 % cuando se confeccionan silos aéreos debe sumarse el sistema de drenaje, sobre todo en silos de pasturas o bien en silos de grandes dimensiones en donde la pérdida de efluentes pueda ser común (Figura 10-37).

2.9 M todo de almacenaje de los silos

Los silajes pueden ser confeccionados de dos maneras:

- En estructuras aéreas.
- En bolsas plásticas.

Como se mencionó anteriormente, el silaje es la tecnología que revolucinó la ganadería argentina, y en parte, un hecho que acompañó esta revolución forrajera que vivió nuestro país a mediados de los 90, fue la adopción del silo bolsa y bunker bien tapados y compactados, dejando atrás los viejos silos puentes.

En la campaña 93/94 el 50 % era silo puente y otro 50 % silo bunker. A la siguiente campaña, con el trabajo del INTA PROPEFO se comenzó a incursionar en el silo bolsa, logrando una adopción del 5 % en ese primer año. Ya en la campaña 97/98 (350.000 ha), el porcentaje de silo puente se había reducido a un 10 %, el bunker continuaba con gran participación (38 %) y lograba gran protagonismo el silo bolsa con el 52 %.

En la actualidad, gracias al avance tecnológico que se produjo en el último periodo en cuanto a embolsadoras, el 70 % del material picado se almacena en silo bolsa y el 30 % restante en silo bunker; utilizado mayormente en explotaciones de gran escala cuando el volumen ensilado supera las 1.000 t.

A continuación se describen los principales aspectos a tener en cuenta en las estructuras aéreas, mientras que todo lo referido a bolsas plásticas se describirá en el capítulo específico de embolsadoras.

Estructuras a reas

El primer punto a considerar cuando se confeccionan silos aéreos, es la eficiencia del aprovechamiento, la cual está estrechamente ligada a las dimensiones de los mismos para disminuir las pérdidas, tanto de superficie expuesta como en la tasa de extracción por el consumo que se haga de él.

Si bien este punto está detallado en el apartado de extracción, vale la pena señalar que lo ideal es extraer entre 30 y 40 cm/día de todo el frente expuesto del silo, para lo cual se deberá hacer un análisis predictivo de los rodeos que serán alimentados con este forraje y el consumo diario, estimando una densidad promedio de 650 kg/m³.

Resulta importante tener en cuenta que el silo debe tener la mayor altura posible, siendo la limitante el sistema de extracción del que se disponga, y el máximo de altura deberá coincidir con la altura máxima de la herramienta de extracción con que se cuente.

El fundamento de tener una altura considerable, es que siempre hay pérdidas por exposición del material en la capa que queda en contacto con la superficie, además de la superficie de transición que se explicó anteriormente, y cuando el silo tiene baja altura esta cara expuesta y capas de transición toman mayor relevancia con respecto a la masa total ensilada (Figura 10-38).



Figura 10-38 *Capas de p rdidas normales en silos a reos.*

Una consideración en cuanto a la altura, es que cuando se utilizan paredes, el silo no supere mucho el alto de esas paredes debido a que la compactación en esos laterales va a ser defectuoso, por impedir que llegue al borde del mismo, permitiendo que el agua de lluvia erosione esos laterales e ingrese al silo deteriorándolo en el caso que no utilice o que se deteriore la cobertura utilizada (Figura 10-39).

El ancho mínimo que debe tener un silo tipo puente o bunker debe ser aquel que permita girar con el equipo que se utilice para el desparramado y compactado sobre la superficie del silo, (en el caso que no se trabaje con tractores con inversor de marcha), sin necesidad de bajar al suelo. Esto es también muy importante ya que, de lo contrario, cada vez que baje y suba nuevamente, el tractor le estará incorporando tierra al silo.

Las mismas consideraciones son válidas para los camiones o carros forrajeros que vienen del campo. Nunca deben subir para descargar material sobre el silo, porque siempre se incorpora tierra a la masa ensilada.





Figura 10-39 *Cuando el silo supera mucho en altura la pared, se puede complicar la compactaci n de los laterales, generando erosi n de las mismas por causa del agua de lluvia.*

El concepto que de esa manera se agiliza el trabajo, es erróneo y no solo se incorpora tierra al forraje, sino que muchas veces ocurre que el camión o carro se queda atascado, patinando, escarbando y por consiguiente alterando toda la estructura compactada anteriormente (Figura 10-40).

Es importante tener en cuenta que, con la tierra, se aportan esporas de bacterias del género Clostridium, promotoras de la producción de ácido butírico. La forma correcta de descarga, el material en el silo, es descargándolo en la base, y a partir de allí que el tractor que tiene la pala o uña frontal sea el encargado de llevarlo hacia la parte superior de la estructura de almacenaje.

Cuando el equipo de trabajo se halla limitado y es inevitable la necesidad de subir a la estructura del silo, lo mejor es depositar una capa de material fresco en la base del silo antes de la entrada a éste, para que los tractores y carros o camiones puedan limpiar los neumáticos en el material fresco y que la contaminación con tierra quede en la parte basal del silo (Figura 10-41).



Figura 10-40 *No es bueno que los carros suban a la superficie del silo porque aportan tierra a la misma.*



Figura 10-41 *El silaje debe ser descargado en la base del silo, y de all trasladado por el tractor que acomoda en capas de 10 cm y pisa el material.*

La presencia de estructuras fijas, como paredes o piso, es un punto a considerar en la toma de decisión de algunos aspectos del ensilado.

Para hacer paredes a fines de delimitar el ancho del silo, se puede utilizar cualquier tipo de estructura, desde tierra, rollos, alambrados con hilos de alambre a poca distancia y nylon.

Lo importante cuando se construyen paredes, es que si el material que se utiliza lo permite (el cemento lo permite), tengan una leve inclinación hacia afuera, para permitir el tránsito de los tractores lo más cerca posible de ellas, para que el lateral que queda contra la pared esté correctamente compactado y evitar intercambio gaseoso además de la percolación de agua.

Una de las precauciones que deben tomarse cuando se utilizan paredes de cemento, es la de controlar el estado de las mismas, cuando ya tienen unos 5-6 años de uso.

Dependiendo de la construcción y de los silos confeccionados, el ácido va penetrando en el interior del cemento deteriorándolo y pudiendo llegar a producir debilitamiento del mismo.

Un método práctico es raspar con una moneda la pared y verificar que el cemento no se descascare. De ocurrir esto será conveniente hacer un tratamiento de pintura tipo epoxi, para impedir que el ácido del silo siga penetrando la estructura del cemento (Figura 10-42).

Un error muy común es que cuando se construyen silos con paredes de tierra, se hacen fosas para levantar las paredes y dentro de la fosa se confecciona el silo.



Figura 10-42 *Cuando se utilizan estructuras de cemento es importante controlarlas peri dicamente para corroborar que se hallan en buen estado.*

Una vez más diremos que, cuando llueve el agua va a penetrar a la estructura de almacenaje y en este caso no tendrá vías de escape, dificultando y en algunos casos impidiendo la extracción del mismo, con los inconvenientes que esto trae aparejado, además del deterior que ocasiona la presencia de agua en la masa ensilada.

Si bien las paredes de los silos parece que fueran muy necesarias, un silo puede perfectamente ser confeccionado sin la construcción previa de paredes laterales, pero sí es conveniente, pensar en una estructura para el piso, que en definitiva va a ser el que nos mejore las condiciones durante la extracción y nos determine que se pueda suministrar silaje durante todos los días que sea necesario, independientemente de las condiciones climáticas reinantes (Figura 10-43).

Teniendo en cuenta esto, se debe elegir para la construcción de los silos, un lugar de fácil acceso, alto bien drenado con suelo firme y de ser posible con una pendiente que permita el fácil escurrimiento, tanto de fluentes como de agua de lluvia.

Para la construcción de silos sin paredes, lo más conveniente es dimensionar la superficie del mismo y comenzar el llenado del silo, desde un extremo hasta que se alcanza la altura deseada.

Una vez lograda la altura se progresará en un plano inclinado hacia adelante y avanzando, en la medida que haya material para el llenado del silo (Figura 10-44).

De esa manera también se aprovechará mejor el espacio de tránsito con los tractores, se permite que estén más tiempo sobre el silo, incrementando eficiencia, y se permite que trabajen en un plano inclinado con menos pendiente, haciendo más eficiente la utilización del peso del equipamiento utilizado para la compactación.



Figura 10-43 *Silo perfectamente constre ido si la necesidad de paredes laterales.*

Otra de las ventajas que permite este sistema de trabajo, es que se puede ir tapando el silo a medida que se lo va llenando.

La forma más conveniente para aplicar este sistema es tener la cobertura plástica previamente preparada y enrollada, para que a medida que la estructura del silo "crece" hacia adelante, se la pueda ir desenrollando, para dejar el silo tapado y favorecer las condiciones de anaerobiosis además de evitar el deterior que pudiera producir la ocurrencia de lluvias.

Tapado del silo:

Una vez finalizada la confección del silo, es conveniente proceder al tapado del mismo.

Una de las conveniencias de trabajar con tractores con inversor en el sentido de avance, es que una vez determinada la altura inicial del silo, el mismo irá creciendo hacia delante permitiendo el tapado de la sección, como se mencionó anteriormente (Figura 10-45).



Figura 10-44 *Forma de trabajo correcta para el compactado, en un plano inclinado de poco ngulo y permitiendo que el tractor no baje de la estructura de almacenaje*



Figura 10-45 *Se puede observar una secci n del silo tapado, mientras que el mismo contin a llen ndose de material. Esto es posible cuando se dimensiona previamente el silo, y se lo hace "crecer hacia adelante", no en altura.*

De esta manera se evita la formación de "burbujas" de aire entre la cobertura y la superficie del silo, minimizando el porcentaje de pérdidas en la superficie expuesta y alargando la vida útil de la cobertura plástica (Figura 10-46).

Para dimensionar la cantidad de nylon necesario para la cobertura de los silos, se tiene que calcular una superficie entre un 30 - 40 % superior a la superficie de la base del silo, por la sujeción lateral, su curvatura y las uniones de las mantas (Figura 10-47).

Es importante sellar las uniones de las diferentes mantas plásticas que se usen para prevenir que entre ellas pueda entrar el agua de lluvia, concentrándose en algunas zonas del silo, ocasionando pérdidas de cantidad y calidad de forraje (Figura 10-48).

Por último, cabe destacar que para sujetar las mantas se calcula una cubierta de automóvil por cada m^2 de superficie, teniendo en cuenta que se puede utilizar cubiertas cortadas por la mitad, como una forma de reciclar su uso.

Un detalle a tener en cuenta es que esas cubiertas estén bien sujetas para evitar que la cobertura plástica se rompa y permita la entrada de agua o bien se embolse aire aumentando los daños ocasionados a la misma (Figura 10-49).

Algunas veces también se usan envases vacíos de agroquímicos para sujetar las mantas plásticas, en dicho caso se los debe llegar de agua, pero solo hasta la mitad de su volumen, y ponerlos acostados para disminuír el peso específico sobre la superficie del silo, evitando que la cobertura plástica se deteriore prematuramente.

Un detalle que se debe tener en cuenta es que cuando se utilizan paredes en los silos que son altos, una manera de disminuir las pérdidas es, que la cobertura plástica caiga por fuera de la pared, para impedir la entrada de agua a la estructura de almacenaje (Figura 10-50).



Figura 10-48 *Correcta uni n de las mantas pl sticas de cobertura.*



Figura 10-46 *La defectuosa colocaci n y sujeci n de la cobertura de los silos a reos provoca p rdidas econ micas, que son f ciles de evitar.*



Figura 10-49 *Cubiertas de auto cortadas al medio y debidamente colocadas y unidas entre si.*



Figura 10-47 *Se puede observar que no existe capa de p rdida cuando la colocaci n de la cobertura es correcta.*



Figura 10-50 *La cobertura debe caer por fuera de las paredes cuando el silo supera la altura de estas.*

3. Anexo primero: Recomendaciones para el ensilado de ma ces afectados por calor y sequ a

En ciertas situaciones, suele ocurrir un escenario clim tico complejo, con leves lluvias y altas temperaturas en diciembre o febrero, los cuales suelen son meses claves para la producci n de ma z de siembra temprana y tard a respectivamente, ya sea para la producci n de grano como los destinados a silaje.

Estos meses suelen coincidir con la etapa de florecimiento, donde los maíces atraviesan su periodo crítico de mayor demanda de agua, pero donde puede suceder que las condiciones climáticas le hagan vivir un fuerte estrés hídrico, por la escasez de precipitaciones y altas temperaturas que puede llegar a ocasionar una severa disminución de rendimientos y en casos extremos aborto de espigas y no formación de granos (Figura 10-51).

Ante esta adversidad, con lotes afectados por baja producción de granos y pensando en sacar el mejor provecho, muchos productores deciden ensilar no solo los lotes que se sembraron con el objetivo de picarlos, sino también algunos que tenían destino cosecha.

Si bien se trata de una decisión no planificada y que demanda un tratamiento de urgencia, resulta fundamental tomar ciertos recaudos y privilegiar la calidad de la planta. En primer lugar debemos recordar que el silaje es la conservación del forraje húmedo por fermentación, debido a la acción de bacterias anaeróbicas sobre los azúcares del contenido celular, seguido por una posterior preservación, manteniendo un pH reducido en condiciones de anaerobiosis.



Figura 10-51 *Lote de ma z afectado por la sequ a en pleno per odo cr tico.*

El proceso de fermentación genera grandes cambios químicos, con la consiguiente pérdida de nutrientes y es de vital importancia acortar el tiempo de duración de los procesos indeseables, para lograr mayor cantidad de forraje conservado de alta calidad.

Uno de los principales objetivos que debe alcanzar el silaje, consiste en mantener las condiciones anaeróbicas (impedir la penetración del aire), para preservar calidad. Pero ante esta situación, es importante destacar que el proceso fermentativo puede verse altamente comprometido debido al estrés que presenta el cultivo.

En este informe escrito por especialistas del sector, se detalla una serie de recomendaciones para el ensilado de maíces afectados por estrés hídrico y calórico, tratando de disminuir las pérdidas de MS en un escenario desfavorable.

Entonces, durante todo el proceso de ensilado hay que tener en cuenta distintas consideraciones como se detallan a continuación.

- **Conocer el ciclo del h brido:** tener en cuenta los días a madurez fisiológica de los híbridos, con respecto al % MS que se puede acumular, ya que se puede adelantar la fecha de picado de un material que aún le queda tiempo de desarrollo.

Cuando las superficies destinadas a silo de maíz en un establecimiento son amplias, se puede contar con más de un hibrido sembrado, y pueden encontrase diferencias de hasta 30 - 35 días a madurez fisiológica entre un híbrido y otro.

Se debe considerar que, en épocas de estrés hídrico, la principal deficiencia de los cultivos se manifestará en el contenido de grano; si se tiene en cuenta que es el mayor aportante a la acumulación de MS de ensilado, será de esperar que los materiales tiendan a ser ensilados con niveles de MS por debajo de los ideales, para un buen proceso fermentativo (menos del 30 % de MS).

- **Altura de corte adecuada a la condici n de cultivo:** pueden presentarse dos situaciones muy distintas como un cultivo muy seco, o bien un cultivo muy húmedo.

En el caso de enfrentarnos con un cultivo muy seco (más de 40 % MS), podremos trabajar disminuyendo la altura de corte, ya que la parte basal de la planta contiene más humedad, facilitando la compactación del silo.

En el caso de cultivos con aborto de espiga, se tiende a privilegiar la calidad de la planta completa, y habrá que prestar especial atención al contenido de MS, la cual no debería ser menor al 30 %, ya que tendríamos pérdidas por efluentes y desarrollo de bacterias del género Clostridium spp., obteniendo silajes de bajo valor nutritivo y baja palatabilidad. En estos casos será aconsejable aumentar la altura de corte, superando los 35 cm.

En algunas zonas donde la situación es completamente crítica, con cultivos que fracasaron, y se tome la decisión de picarlo y ensilarlo para liberar el lote pensando en la siembra de soja, se debe tener presente que puede tratarse de maíces con nivel de MS inferiores al 30 %, o sea que posee más de 70 % de su peso en agua.

En estos casos, la clave es evitar el corte directo que se realiza normalmente en maíz y realizar un corte con una segadora o cortadora, efectuar un pre-oreo del maíz, con el objetivo de perder humedad y luego recolectar el mismo cuando alcance al menos 35 % de MS con la picadora equipada con un cabezal pick-up (Figura 10-52).

- **Compactaci n de cultivos con pre-oreo:** será fundamental trabajar este aspecto, ya que con altos contenidos de MS será más difícil eliminar el aire, corriendo el riesgo de generar "silajes calientes" con pérdida de nutrientes. Un aspecto a trabajar es reducir el tamaño de picado a 14 mm (largo teórico), privilegiando la compactación en detrimento del efecto de "fibra efectiva".

Es importante aclarar que este aspecto se verá más influenciado en aquellas estructuras silos aéreos que requerirán un correcto pisado (peso de tractores) y espesor de capa (menor a 10 cm), para incrementar los niveles de compactación.

En silos bolsa será fundamental trabajar sobre terrenos parejos, utilizando embolsadoras en excelentes condiciones que posean mayor largo de túnel y controlar el estiramiento del plástico.

- **Lograr una buena fermentaci n:** para mejorar la fermentación láctica, es recomendable la utilización de inoculantes homofermentativos (Figura 10-53), incorporando bacterias específicas, a tasas mayores a 100.000 UFC/g de silo (Unidades Formadores de Colonia por gramo de silo).

En general los inoculantes están compuesto por bacterias y enzimas que permiten de forma natural una rápida acidificación del material ensilado, aportando una cantidad de ventajas entre las cuales se destacan la estabilización del forraje, evitar la proliferación de hongos y el desarrollo de micotoxinas; la conservación en el tiempo y por ende como sumatoria de estas ventajas, un mayor y mejor aprovechamiento por los animales. Se recomienda optar por productos que sean aprobados por SENASA.





Figura 10-52 *Lote de sorgo cortado con una segadora y preoreado.*



Figura 10-53 *Silaje de ma z sin espiga inoculado.*

- **Alternativas de uso de ma ces ensilados que estaban destinados a producci n de granos:** una situación que puede presentarse es que este cultivo se encuentre en un establecimiento agrícola, y que haya sido sembrado para producción de grano, sin disponibilidad de animales para transformar esta fibra en carne o leche. Bajo estas condiciones, los silajes confeccionados en un establecimiento agrícola serán comercializados a otros establecimientos ganaderos que lo consumirán.

Con este contexto, muchos de estos ensilados serán trasladados en invierno de un establecimiento a otro, y por ello que se debe asegurar la mayor estabilidad al momento de la apertura y re-oxigenación del silo para su posterior traslado.

Al tratarse de cultivos que presentan una alta concentración de azúcar, con alta generación de ácidos lácticos, que produce que se confeccionen silos que van a ser muy inestables al momento de su apertura, se recomienda también la aplicación de inoculantes heterofermentativos, como por ejemplo Lactobacillus buchneri.

De esta forma, se recomienda la utilización de inoculantes combinados, tanto homofermentativos, para mejorar la fermentación, como heterofermentativo, para reducir las pérdidas al momento de la apertura y traslado.

Entre las consideraciones y recaudos que se deben tomar para hacer el ensilado, la primera es que la distancia, entre el lugar donde se confecciona el silo y donde va ser consumido, sea prudente y pueda ser un trayecto que pueda recorrerse diariamente con un mixer o un acoplado forrajero.

Sería oportuno comercializar la venta del pasto antes del picado y confeccionar la bolsa directamente donde va ser consumida. Si bien se incrementan los gastos de acarreo del maíz recién picado, se van a disminuir la pérdidas que se producen si el traslado se hace una vez que el material fue ensilado.

- **Otras problem ticas asociadas a la sequ a:** en general los sorgos forrajeros o graníferos implantados tienen un desarrollo pobre, con fuertes síntomas de estrés y estado de regular a malo. Esto puede generar intoxicación con ácido cianhídrico y/o nitratos. En el caso de maíz, en plantas afectadas por la sequía podemos encontrar elevada concentraciones de nitratos. Estos compuestos podrían darse también en cultivos que rebrotan después de una lluvia.

Los cultivos como sorgo o maíz con desarrollo limitado por déficit hídrico, pueden contener una alta concentración de nitrógeno, lo cual puede derivar en la formación de compuestos tóxicos para animales y que pueden afectar el consumo humano (dióxido de nitrógeno, ácido cianhídrico y/o nitratos). Tener precaución con cultivos con altos niveles de fertilización o picados luego de una lluvia, dado que son escenarios que aumentan estos riesgos.

Ante estas situaciones será de fundamental importancia el análisis de los cultivos y/o ensilados, antes del suministro; estas muestras deben enviarse inmediatamente al laboratorio refrigeradas. Si bien durante el proceso de ensilado estos niveles disminuyen, es de suma importancia el análisis de laboratorio.

Las recomendaciones surgieron de un trabajo conjunto que llevan adelante varios especialistas del sector: Guillermo Piñero de la empresa HAB, Juan Monge de la Universidad Nacional de Villa María, Fernando Opacak y Fernando Clemente de la Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros, Pablo Cattani (asesor privado), José Costamagna de Claas Argentina, Javier Barnech y Patricio Villegas de la empresa De Laval, y técnicos de INTA, Mario Bragachini, Federico Sánchez, Gastón Urrets Zavalía y José Peiretti.

4. Anexo Segundo: Silaje de grano con alto contenido de humedad

El silaje de granos con elevado contenido de humedad es una de las alternativas que se presentan para el logro de forraje con alto contenido energ tico, digestibilidad ruminal y producci n individual, dentro de las alternativas para la conservaci n de forrajes.

Para lograr un silaje con importante contenido energético, se puede realizar de tres maneras:

- **Silaje con una picadora convencional**, elevando la altura de corte hasta la altura de la primera espiga para lograr alta concentración de granos, MS muy (de la parte superior de la planta) y por consiguiente digestibilidad total.
- **Eearlage o silaje de espigas**, cosechando espigas con un cabezal maicero convencional, adaptado a una picadora autopropulsada.
- **Cosecha de granos h medos** con una cosechadora convencional y luego quebrarlo y compactarlo, a los fines de lograr un silo altamente energético (silo bolsa), siendo esta la más difundida o conocida.

En todos los casos la idea es poder contar con un material de alto valor energético y dependiendo de los casos, más o menos diluido en niveles de fibra de acuerdo a la técnica aplicada, para poder atemperar fallos en la administración y uso de este tipo de recurso forrajero

En la actualidad se utiliza casi exclusivamente la tercer alternativa (cosechar los granos para luego embolsarlos con una máquina que procesa los granos) por varias razones; siendo las principales: la practicidad y mayor concentración energética, con menor costo; aúnque la alternativa del earlage (punto 2) se vio nuevamente potenciada los últimos años al final de campaña de cultivos de verano, por presentar una capacidad de trabajo mayor en los sistemas de embolsado y/o almacenaje en silos bunker, dándole mayor trabajo a las máquinas picadoras.

El momento óptimo para la confección de este tipo de silajes, es cuando los granos cuentan entre 25 - 30 % de humedad y esto se debe a dos razones fundamentales:

1. La primera, es poder contar con humedad suficiente de manera tal que permita una fermentación anaeróbica que asegure la conservación en el tiempo, con el mínimo de pérdidas.

2. En segundo lugar, lograr que los granos “estén llenos”, o sea que hayan alcanzado el máximo de acumulación de almidón, pero resguardando y potenciando la digestibilidad del mismo a nivel ruminal.

A medida que la MS del grano aumenta, los gránulos de almidón se van recubriendo de una cubierta proteica, lo que hace necesaria la participación de una bacteria proteolítica para disolverla y permitir la acción de otra amilolítica para que “digiera” el almidón propiamente dicho (particionar las moléculas complejas en cadenas más cortas). Este proceso puede generar que parte del almidón del grano no se digiera a nivel de rumen, perdiendo eficiencia de utilización y por consiguiente incrementando los costos.

En la medida de que se trabaje en el rango de los 25 - 30 % de humedad este efecto se sostiene, dando la mayor absorción energética proveniente del almidón del grano a nivel ruminal, determinando que para el aprovechamiento de los hidratos de carbono complejos (tal el caso del almidón), solo haga falta que actúen las bacterias amilolíticas para su aprovechamiento en rumen.

Es real, que el porcentaje de humedad no es estricto, pero se debe tener en cuenta que si se trabaja más húmedo, habrá menor concentración energética por kg de MS almacenada en forma de almidón, con un incremento del costo productivo; mientras que cuando se trabaja más seco, la digestibilidad o aprovechamiento del almidón del grano a nivel ruminal disminuye, debido a la dinámica de desarrollo antes expuesta..

Se debe tener en cuenta que no se debería trabajar en niveles de humedad por debajo del 24 %, ya que la digestibilidad a nivel ruminal baja, la fermentación no es buena y se favorece la actividad de microorganismos, que insumen energía y ácidos (tal el caso de las levaduras) en el proceso de fermentación, disminuyendo la energía disponible al momento de la utilización.

Dentro de las principales ventajas del ensilado de grano con alto contenido de humedad, se encuentran.

- Mayor digestibilidad a nivel ruminal de la energía aportada por el grano, dadas las condiciones descriptas anteriormente.
- Cosecha fácil y barata: En el momento en el cual es necesario cosechar el grano, aún es temprano para cosechar grano seco, por lo que la oferta de cosechadoras suele aumentar

En el caso del grano no es necesario extremar medidas de limpieza, por lo que se prefiere realizar una cosecha “sucia” antes que originar pérdidas por limpieza, teniendo en cuenta que la prioridad es la cosecha con la mayor cantidad de grano posible.

Otro punto fundamental es el ahorro de gastos de flete y secado, ya que el grano se produce y se procesa dentro del establecimiento con una importante reducción de costos y mayor aprovechamiento del mismo.

Un punto no menor en cuanto al ahorro es: al contar con maquinarias que quiebran y embolsan el grano en una sola operación, reduce los costos de preparación de la ración respecto del grano seco, en donde muchas veces y dependiendo del sitio de digestión que se desee lograr, es necesario el quebrado de los grano antes del suministro, agregando una operación más en el preparado de las raciones (Figura 10-54).

Si bien, el sistema de confecciones de silaje de grano (con alto contenido de humedad) más utilizado es mediante el embolsado de material, cabe destacar que también es factible hacerlo en silos aéreos. Siendo, la tasa de extracción o porcentaje de utilización en la ración, lo que determine cuál es el método más conveniente.

Dado que este recurso forrajero no tiene alta proporci n en la mayor a de las raciones (por su alta concentraci n energ tica), la tasa de extracci n del frente expuesto, muchas veces no alcanza los 40 cm diarios; por lo que es m s conveniente trabajar con sistema de almacenaje que presenten un frente expuesto m s peque o, para mejorar la tasa de extracci n, asegurando que el material que integre la raci n, presente el m nimo de degradaci n aer bica posible.

En el caso de una alta tasa de uso o bien en establecimiento de grandes proporciones, donde el volumen utilizado es importante, es totalmente factible la confecci n de silos a reos con las dimensiones adecuadas, que permitan una tasa de uso eficiente (Figura 10-55).

En este caso se debe organizar una logística de trabajo, tendiente a aprovechar al máximo la capacidad de trabajo de la/s cosechadora/s y el almacenaje (silo bunker o torta), para minimizar el riesgo climático, ya que la ocurrencia de lluvias va a generar deterioro del material ensilado, en mayor medida que otro tipos de silaje, sumado a que durante la confección no se irá tapando o aislando el material, como ocurre con el sistema de embolsado.

En referencia a la logística de este tipo de alimento, cuando se trabaja con el sistema de embolsado, se debe además planificar el uso de las bolsas confeccionadas dentro del año, dado que cuando éstas permanece más de una campaña en condiciones de campo, comienzan a tornarse permeables acelerando el deterioro del material (Figura 10-56).

La utilidad estratégica del sistema de embolsado de granos, con alto contenido de humedad, es la de aprovechar mayor cantidad de energía, en ensilajes de materiales que presentan alguna dificultad mecánica para el partido de sus granos, como es el caso del sorgo granífero.

Cuando se trabaja en la confección de silos de planta entera de sorgos graníferos o doble propósito, algunas veces se desaprovecha el grano por una cuestión mecánica (dificultad del quebrado eficiente), sin comprometer el largo de fibra deseado; con el agravante que al hacer un análisis de laboratorio, esa pérdida o ineficiencia no está estimada, dando en la ración una energía real aprovechable menor, que la que se refleja en los análisis de laboratorio.

Es por ello que, haciendo una estimación de la pérdida de granos por heces, se debería agregar a la ración o el silo (al momento del suministro), la misma cantidad en grano húmedo para cubrir dicha pérdida energética. De esta manera, se estará asegurando que llegue a la boca de los animales la cantidad de energía necesaria para alcanzar los niveles de producción estimados, al momento de la elaboración de las raciones.



Figura 10-55 *Silaje de grano con alto contenido de humedad de grandes proporciones*



Figura 10-54 *Embolsadora con partidor de grano incorporado*



Figura 10-56 *Se debe tener especial cuidado con la conservaci n y extracci n del silaje de grano h medo, debido a su inestabilidad a la exposici n al aire.*

Teniendo en cuenta que el sorgo se está utilizando cada vez más como fuente de materia prima para la elaboración de silos energéticos, una práctica que da buenos resultados, es destinar alrededor del 30 % de la superficie a ensilar para la producción de silaje de grano húmedo, para suplir la pérdida de energía por razones de mecánicas.

Siempre se debe considerar que la mezcla de grano h medo con el silaje de planta entera, debe ser realizada al momento del suministro de la raci n, y no durante la confecci n de los silos; principalmente porque la din mica de fermentaci n de ambos materiales es diferente, y por otro lado, para permitir la mezcla o proporci n adecuada en la raci n, de acuerdo al destino o uso de cada recurso forrajero.

4.1 Manejo, regulaci n y control al momento del embolsado de grano con alto contenido de humedad.

Para culminar en un proceso exitoso, al momento de confeccionar silos de grano con alto contenido de humedad en bolsa, resulta importante respetar algunos pasos.

Además del cuidado de la superficie, lugar y ubicación u orientación que ya fueron detallados en el capítulo de embolsado, se deben tener en cuenta tres factores para asegurar el éxito en la confección de silos de grano húmedo, con el método de almacenaje en bolsa.

Inicio de la bolsa:

Dado que las bolsas confeccionadas con las máquinas específicas para "Grano Húmedo", en su gran mayoría no cuentan con sistema de compactación con red sino solamente con frenos en las ruedas; por lo tanto el principio de "acción y reacción" necesario para la compactación del material, es ejercido por el peso de la bolsa y el freno en las ruedas.

En la medida que la bolsa no tiene el peso suficiente para "empujar" a la embolsadora hacia adelante (lo que ocurre en el inicio de la misma); es conveniente comenzar su llenado con mínimo frenado, para asegurarle a ella un peso igual o superior al de la máquina embolsadora y su tractor, a los fines de que ésta corra sin problemas.

De ese modo se inicia el trabajo sin riesgos de sobre-estiramiento de la parte inicial, maximizando la vida útil de esa sección y prolongando la impermeabilidad total del silo confeccionado, minimizando roturas o puntos de sobre-estiramiento.

Una vez que la bolsa corre entre 3 y 5 metros y logra el peso suficiente para "empujar el conjunto embolsadora-tractor hacia adelante", ahí se debe iniciar el proceso de frenado para asegurar la compactación deseada y que la máquina corra sin problemas (Figura 10-57).

Carga del material:

Al momento de cargar el material, siempre se debe cuidar que el flujo de grano sea constante, ya que pueden originarse puntos de mayor estiramiento que el deseado y/o sectores más vacíos (Figura 10-58), generando espacios con presencia de aire dentro de la bolsa, decayendo los deseados procesos fermentativos anaeróbicos.

Por otra parte, se debe considerar que en esos puntos donde queda aire, en el día se produce evapotranspiración de agua, la cual se condensa en las noche generando "lluvia interna"; lo cual acelera el deterioro del material y facilita la formación de hongos, con la consiguientes pérdidas de calidad y productividad. Por esta razón siempre se debe chequear al momento de la confección, que la tolva de recepción de grano de la embolsadora nunca se vacíe, tratando de lograr una tasa de alimentación constante y una correcta confección de la bolsa.



Figura 10-57 *Inicio de la bolsa con m nima presi n para asegurar la confecci n y vida til de la bolsa*



Figura 10-58 *Bolsas con defecto en el proceso de llenado, en donde el flujo de material no fue continuo y uniforme*

En el caso de que el flujo de material no sea suficiente, es conveniente detener el llenado de la bolsa, dejando un remanente de grano en la tolva de alimentación, hasta que una nueva carga de grano se pueda suministrar; de manera que el flujo que llega a los rodillos partidores y el sistema de alimentación sea uniforme, permitiendo de este modo una confección uniforme sin puntos "flojos" o de sobre-estiramiento.

Control del procesado de grano:

El procesado del grano que se va a embolsar, dependerá de la necesidad indicada en la ración que posteriormente se confeccionará.

A los fines de tener un ataque bacteriano intraruminal, es necesario y suficiente que el grano se procese en dos o tres partes, aúnque esto puede variar de acuerdo a los requerimientos nutricionales o recomendaciones de los responsables de las raciones.

Sabiendo que la limitante, en todo el proceso de trabajo, es la capacidad de partido y embolsado de los granos, siempre se busca acelerar la carga del mismo, sacrificando muchas veces el procesado.

A los fines de buscar una solución práctica, lo más recomendado es sacar una muestra de grano (con el calador específicamente diseñado por los fabricantes de las embolsadoras) y chequear el partido del mismo, pero simulando el trabajo que hacen los animales durante el proceso de rumia, o sea frotando la muestra extraída dos o tres veces entre las manos a los fines de determinar fehacientemente el nivel correcto de procesado que se está logrando.

De esta manera no se caerá en el error de un deficiente procesado, ni tampoco en un sobre procesado que deteriore la capacidad de trabajo total del equipo (Figura 10-59) y (Figura 10-60).

Factores y regulaci n de la cosechadora a tener en cuenta cuando se cosecha grano h medo

El cultivo debe cosecharse cuando el grano alcanza la madurez fisiológica. En el caso del maíz: se determina cuando en el punto de inserción del grano con el marlo aparece una punta negra (necrosis de los vasos que conducen la savia); es coincidente en este período la desaparición de la línea de leche y en este momento el contenido de humedad se encuentra próximo al 30 %. En este estado la cantidad de nutrientes del grano es máxima y las condiciones para su preservación son muy buenas.

El grano no debe cosecharse antes de madurez fisiológica porque está demasiado húmedo e inmaduro, afectándose el rendimiento de MS e implicará un importante consumo de potencia, tanto del cabezal como del resto de la cosechadora, además presentará inconvenientes de "empastado" de los órganos de trilla y separación, ocasionando elevadas pérdidas de granos; además durante la descarga suelen producirse también frecuentes trancados por empastado en zonas críticas, como ser codos de tubo de descarga o compactado del material debajo del protector del sinfín de alimentación del tubo de descarga, en el piso de la tolva de granos.



Figura 10-59 *Muestra original extra da de la embolsadora*



Figura 10-60 *Partido real del grano, una vez que se simula en la mano el proceso de rumia por parte de los animales*

Por otra parte debemos fijarnos un tope inferior de humedad del grano a ensilar de 20 a 22 %, porque con esos niveles de humedad, habrá menos posibilidades de lograr una buena compactación y fermentación. Esto no afecta directamente a la cosechadora, por el contrario cuanto más seco el grano más fácil es trillarlo, pero peor la calidad de la reserva que lograremos. Por lo tanto para corregir posibles desfasajes debajo de este límite, se aconseja suspender la trilla durante el día y efectuar la labor durante la noche, en especial aprovechando el rocío, de forma tal de incorporar unos puntos de humedad por las condiciones del ambiente.

En general dentro de las humedades aconsejadas no se presentan grandes dificultades, debiéndose realizar ciertas regulaciones, dependiendo si es maíz o sorgo y de las condiciones del cultivo al momento de la cosecha.

En cuanto a la regulación del cabezal maicero, prácticamente no hay que hacer modificaciones si vamos a cosechar maíces con aproximadamente 20 %, pero si la humedad se acerca al 25 %, es aconsejable utilizar cabezales con rolos con cuchillas enfrentadas y configurar las cadenas del cabezal para que trabajen desfasadas (y no encontradas), para que sea más continúa la alimentación del sinfín que lleva las espigas al embocador.

Debido a que la espiga se halla fuertemente adherida a la planta es necesario ajustar mejor la luz entre las chapas cubrerolos, de la que se utiliza en condiciones normales de trilla, de esta manera facilitaremos el desprendido de la espiga del resto de la planta.

Para facilitar la regulación de las chapas cubrerolos, se deberá observar el diámetro de los tallos en la zona de inserción con la espiga, especialmente si la presencia de espigas pequeñas es o no importante, dado que la diferencia entre el diámetro de estas espigas y el del resto de los tallos con espigas mayores, determinará hasta dónde se podrán abrir dichas capas cubre rolos.

El posicionamiento correcto de la zona de desprendimiento de la espiga sobre las chapas cubre rolos es de gran importancia, para evitar que las espigas post desprendimiento caigan fuera del cabezal. Para poder situar la zona correcta de desprendimiento se deberá dividir a la chapa cubrerolo en 4 secciones ascendentes de adelante hacia atrás, debiéndose producir el desprendimiento en la tercera sección (Figura 10-61).

Un estudio realizado por INTA demuestra que, si las espigas se desprenden en la 1º sección de las chapas cubrerolos, el 30 % de las espigas caen fuera del cabezal, si se desprenden en la 2º sección el 10 % caerá fuera; mientras que si se desprenden en la 3º sección solo caerá el 0,6 % fuera del cabezal. Pero cuando el desprendimiento se realiza en la 4º sección, el problema más grave no pasa por la caída de espigas fuera del cabezal, sino que origina un gran número de cortes de plantas, al chocar las mismas con la pared final. En esta situación se produce un aumento de pérdidas por cola de la máquina y también un 10 a 15 % en el consumo de combustible.

Si los rolos funcionan lentos, respecto de la velocidad de avance de la máquina, el espigado ocurre en la parte final de los rolos (4º sección), con el consecuente corte de plantas. Caso contrario, si los rolos van más rápidos que la velocidad de avance el espigue se producirá en la 1º o 2º sección con la consecuente caída de espigas fuera del cabezal. Por lo tanto, se deberá buscar la armonía de ambos parámetros de velocidad, intentando lograr que el desprendimiento suceda en la 3º sección (Figura 10-62).

En maíz húmedo, es posible que como es más difícil desprender las espigas y presenta ciertas dificultades el desgrane en el cilindro; por consiguiente también tendremos un considerable aumento en el consumo de potencia. Todo ello hace necesario trabajar a velocidades menores a 6 km/h; por lo tanto es posible que se necesite colocar y adecuar la velocidad de las cadenas alzadoras, con la velocidad de avance de la cosechadora. Para ello, la mayoría de los cabezales maiceros cuentan con un juego de dos o tres engranajes, para armonizar dicha velocidad. En las máquinas modernas se hace desde un joystick en la cabina, que actúa sobre una caja de variación de engranajes con transmisión Powershift en algunos modelos de cosechadoras John Deere o con sistema de transmisión continuamente variable (CVT) en CASE y New Holland; en las otras se cambia uno de los engranajes en las cajas de transmisión lateral, de los cabezales maiceros.

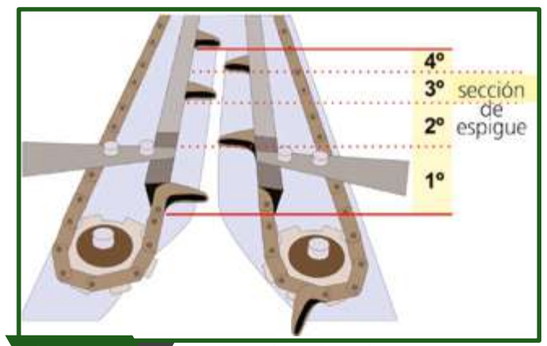


Figura 10-61 *Secciones de espigue de maíz.*

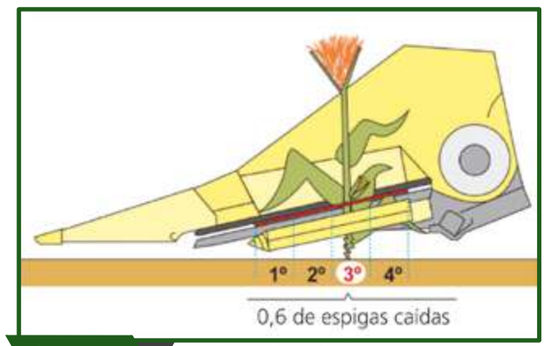


Figura 10-62 *Sección óptima de espigue.*

Sistema de trilla transversal (convencional)

El cilindro de trilla maicero, debe estar equipado con batidores de estrías gruesas (maiceras) y con los espacios inter-barras forrados, con las chapas compresoras de espigas. En general los grandes problemas de trilla de maíz, están asociados a la falta de forrado del cilindro; ello implica una notable reducción en la eficiencia de trilla, observándose pedazos de espigas mal trillados que salen por la cola de la cosechadora. Estos se introducen dentro del cilindro por los espacios que quedan entre las barras trilladoras y al no sufrir compresión, salen sin ser trillados completamente.

Ante esta situación, el operario aumenta la agresividad del cilindro incrementando las vueltas/minuto o disminuyendo la separación entre cilindro y cóncavo, lo que agrava este problema reduciendo más aún el tamaño de los pedazos de espigas, con el consecuente daño en los granos y pérdidas por cola por saturación de granza tanto en la zaranda superior como en la inferior. Además, esta mayor agresividad conlleva un aumento en el consumo de combustible, que ronda entre un 7 y un 12 %.

Por todos los problemas anteriormente mencionados, es de suma importancia que el cilindro de trilla maicero se encuentre forrado con las chapas compresoras (Figura 10-63). De esta manera no se deja lugar para que las espigas se filtren entre las barras y por lo tanto la trilla se efectúa completa, con menor agresividad, con menores pérdidas por cola y menor gasto de combustible.

Para la regulación de luz o apertura entre el cilindro y cóncavo se puede utilizar una técnica sencilla y que será específica del maíz a cosechar. Hay que tener presente que la luz de entrada del cilindro/cóncavo siempre debe ser mayor que la luz de salida.

De esta manera se logrará una trilla progresiva y completa. Para conocer qué distancia de entrada y salida utilizar, se deberá medir el diámetro mayor de una espiga promedio del lote a cosechar y en función de si el maíz está seco (< 14 % de humedad) o húmedo (> 14 % de humedad) se utilizará la siguiente regla. En maíz seco la medida de luz entre el cilindro y el cóncavo será de un 80 % del diámetro de la espiga promedio a la entrada y un 50 % a la salida (Figura 10-64). En maíz húmedo será de un 60 % a la entrada y un 30 % a la salida.

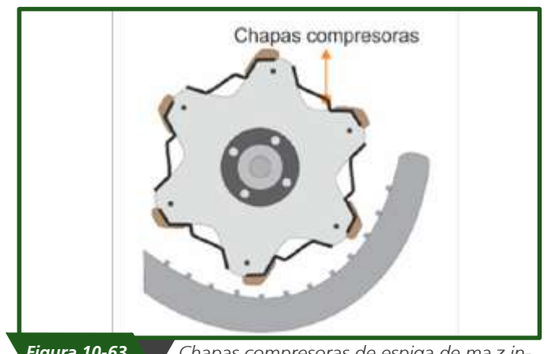


Figura 10-63 *Chapas compresoras de espiga de maíz inter-barras trilladoras.*



Figura 10-64 *Luz de entrada y salida entre cilindro y cóncavo transversal con maíz seco.*



Figura 10-65 *Luz de entrada y salida entre cilindro y cóncavo transversal con maíz húmedo.*

Una vez configurada la apertura cilindro/cóncavo adecuada solo quedará calibrar las revoluciones del cilindro de trilla, en función de la calidad del trabajo realizado. Si salen espigas trilladas de forma incompleta, por la cola de la máquina, se deberán aumentar las revoluciones del cilindro. En cambio, si lo que se ve es mucho marlo trozado en la cola de la máquina y grano dañado en la tolva, se ajustará bajando las revoluciones, si no es suficiente; agregue a esta regulación un aumento de unos 5 mm a la luz de trilla.

Limpieza: trabajar con el mayor caudal posible de aire, orientándolo hacia el primer tercio de la zaranda superior. Si ésta es regulable, deberá tener una apertura entre tres cuarta y la máxima, mientras que si es fija se debe utilizar la de mayor tamaño de alvéolo. La zaranda inferior debe ser de máximo tamaño de colado tres cuartos (19 mm), con inclinación que evite en lo posible la retrilla.

A final de campaña de embolsado puede, en algunos casos, retirarse la zaranda inferior, para permitir llevar a la tolva todo el material remanente de limpieza, el cual posee restos de marlos y chalas; de esta manera se aportan unos puntos de humedad, sin afectar en demasía la digestibilidad final. Para estas condiciones avanzadas de madurez, se aconseja además realizar la cosecha nocturna, a fin de captar en el material remanente algo de rocío.

Sistema de trilla axial

El sistema axial es uno de los más eficientes para la trilla de maíz (para lo cual fue concebido en Estados Unidos). La calidad del producto final es una de las mejores del mercado debido a una mayor superficie de trilla y gracias a esto logra un trabajo más suave y progresivo. Para maíz bastará colocar las muelas (o barras) y camisas (cóncavo) maiceras para luego regular revoluciones y luz, que dependerá del sistema de trilla axial, el cual puede ser centrífugo o de fricción. Los centrífugos son en general, los que presentan muelas en gran parte de su superficie, en cambio los de fricción presentan por separado, la zona de trilla con muelas y la zona de separación con dedos. De ahí que la calibración de velocidad de rotación y apertura de cóncavos, será totalmente diferente.

En cuanto a la distancia de apertura o luz entre el rotor y los cóncavos en la zona de trilla, será en los sistemas centrífugos de un 80 % del diámetro de la espiga de maíz promedio del lote, y en los de fricción, de un 60 % del diámetro de dicha espiga (Figura 10-66).

En cualquier máquina con la que se coseche maíz húmedo, la ventilación debe trabajar con las máximas revoluciones. Convendrá tener cuidado con el retorno de los granos limpios, es posible que deba abrir bien la zaranda inferior o colocar una fija con orificios mayores a 16mm de diámetro, o eventualmente quitar la zaranda inferior (como última opción).

Sorgo gran fero

En el caso del sorgo la humedad límite para embolsado es 19 %, pero no es conveniente comenzar antes del 25 %, dada la gran ingesta de masa vede que ingresa a la cosechadora, empastando toda el área de trilla y limpieza.

Dentro de este rango, nos permitirá mejorar la fermentación en la bolsa, sin grandes pérdidas de granos durante la cosecha. Así como la cosecha de maíz es mayor el uso del sistema de trilla axial; en el caso del sorgo granífero húmedo, se adapta mejor la cosechadora con sistema de trilla convencional (Figura 10-67).



Figura 10-66 *Apertura de camisa en funci n del di metro de la espiga y del sistema axial.*



Figura 10-67 *Cosecha de sorgo grano h medo.*

Plataforma: Se utiliza el cabezal sojero bloqueado, tal cual para trigo. Es necesario para facilitar la captación por parte del molinete que cuente con dientes plásticos de unos 35 cm de longitud y su separación no sea mayor de 15 cm. Estos elementos son indispensables para lograr sostener adecuadamente la panoja en el momento de corte y permitir su posterior ingreso a la batea, evitando la caída delante de la plataforma.

Otro elemento indispensable para evitar pérdidas de panojas es la pantalla posterior, ubicada sobre la visera superior del cabezal, la cual debe contar por lo menos con 45 cm de altura y extenderse todo a lo ancho del corte. De esta manera se evitan las pérdidas por voleo detrás del cabezal (Figura 10-68).

Otro aspecto a considerar para reducir el voleo de panojas es mantener una relación 1:1 entre la velocidad tangencial de giro del molinete y la de avance; esta relación puede llevarse hasta un giro superior en un 10 %, respecto del avance; utilizándoselas cuando el cultivo presenta panojas pequeñas, livianas y/o algo inclinadas.

También suelen presentarse condiciones de cultivo con panojas con diferentes estratos de altura, los cuales pueden ser por cuestiones de mezclas de semillas (resiembras de híbridos), plantas fuera de tipo (segregación) o desuniformidad por manchones de suelo y/o macollado tardío (lluvias luego de un tiempo de sequía).

Estas situaciones de desuniformidad de altura de panojas, es una de las condiciones que suele producir las mayores pérdidas en la cosecha de sorgo; si su conductor y el cabezal, no están debidamente preparados.

Se debe tener en cuenta que el largo total del tallo más la panoja, no podrá superar los 60 a 70cm, es probable que estas sean en principio boleadas hacia atrás; siempre y cuando, el cabezal esté equipado con la pantalla trasera, esta evitará más de un 60 % de las pérdidas. El resto puede ser voleado hacia adelante del cabezal, pues suelen quedar algunas raquillas de las panojas enganchada en el molinete, y esta posibilidad será mayor si su velocidad tangencial supera la mencionada relación 1:1, con el avance de la cosechadora.

El problema de la captación de las panojas, con un largo mayor a las medidas mencionadas, estriba en que éstas superan la profundidad de la batea de captación (distancia entre la barra de corte y el inicio de contacto con el sinfín embocador), siendo elevadas por el molinete con destino incierto.





Figura 10-68 *Detalle de pantalla posterior, ubicada sobre la visera superior del cabezal.*

- **Cilindro-c ncavo:** El cilindro debe trabajar a una velocidad entre 900 a 1.100 rpm. El cóncavo que mejor se adapta es del sojero maicero, con una luz entre alambres de 16 a 18 mm; mientras que la luz de trabajo cilindro-cóncavo estará entre 7 y 15mm, según las condiciones del cultivo.
- **Limpieza:** Si se produce el pasaje de semillas, adheridas en ramilletes, solo es necesario que ajustemos la trilla hasta que puedan pasar por los alvéolos de la zaranda superior, pues normalmente no se utiliza la inferior.

5. Anexo tercero: Silaje de ca a de az car

- Por Ing. Agr. José Peiretti

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es considerada una de las alternativas con mejor relación costo/beneficio en alimentación de ganado bovino en algunas zonas de nuestro país. Sin embargo, posee algunos factores que deben ser tenidos en cuenta. Son varias las ventajas que se adjudican a la caña de azúcar como alimento animal, pero no deben perderse de vista sus contraindicaciones. Algunos trabajos de investigación incluso,

directamente no la recomiendan como ingrediente para rodeos de alto potencial genético, por sus altos niveles de minerales y fibra de baja calidad. Sin embargo, si bien las consideraciones nutricionales son ciertas, para poder considerar a la caña de azúcar como un ingrediente valido dentro de una TMR o PMR, el enfoque se debe realizar desde un ángulo diferente.

A) Muchos de los productores que empiezan a utilizar a la caña de azúcar como forraje, la primera vez pasan por alto factores importantes tales como la elección de la variedad, el manejo agronómico y aspectos relacionados a la cosecha y/o picado del cultivo, lo que puede provocar el fracaso de este recurso forrajero.

B) No es conveniente superar el 40 - 50 % de la dieta con silaje de caña de azúcar y hay que equilibrarla con alimentos energéticos (granos, subproductos industriales, etc.), proteicos (expeller de oleaginosas, semilla de algodón, urea, etc.) y minerales (no olvidar que, si el silaje de caña es un ingrediente nuevo en la ración, siempre es recomendable el periodo de adaptación del rumen, incorporándolo de a poco hasta alcanzar el porcentaje final, para no generar problemas gástricos).

C) La logística de este cultivo, también es una cuestión a tener en cuenta, desde el punto de vista de la nutrición animal. En la Argentina, las experiencias de uso de la caña de azúcar, son en la mayoría de los casos, de suministro en fresco picado grueso de baja uniformidad, demandando una logística diaria, muchas veces engorrosa. Por este motivo, se considera que la conservación de la caña en forma de silo, es una alternativa viable para su aprovechamiento.

5.1 Silaje de ca a de az car

Este cultivo es rico en azúcares solubles, cerca del 23 %, con baja capacidad buffer y con un adecuado contenido de materia seca (entre el 25 al 35 %MS), lo cual le da a la caña de azúcar una alta capacidad fermentativa.

Si tenemos en cuenta todo lo que se sabe sobre el arte del ensilaje, y vemos estas características intrínsecas de la caña de azúcar, las mismas son superiores incluso a cultivos como el maíz (*Zea mays sp.*) y el sorgo (*Sorghum sp.*) y las pasturas tropicales.

Estas cualidades fermentativas del cultivo de caña de azúcar, combinadas con un manejo agronómico adecuado de la técnica del ensilaje, como el tamaño de picado, compactación y sellado del silo, son favorables para el desarrollo de microorganismos deseables en el silo, como algunos géneros de bacterias homofermentativas, tales como Lactobacillus y Pediococcus. La producción de ácidos comienza durante la fase anaeróbica del ensilado, gracias a la alta disponibilidad de sustrato y la baja capacidad buffer que posee este cultivo, lo que reduce rápidamente el pH (en condiciones óptimas el pH del silo puede descender por debajo de 4 alrededor de 3 días después de comenzada la fermentación).

Si se comprenden las ventajas de la caña de azúcar como cultivo para ser ensilado, también se deben saber manejar sus desventajas, para poder controlarlas y no fracasar por desconocimiento la primera vez que se intente hacer un silo para el rodeo.

La caña posee una micro flora epífita muy rica en levaduras (pueden llegar a 1,10 M UFC de levaduras/gr MV). La mayoría de las especies de levaduras necesitan oxígeno para desarrollarse, pero muchas de las especies presentes en la caña de azúcar poseen la capacidad de crecer en un medio anaeróbico (como el del silo), gracias a la alta presencia de azúcares solubles de esta especie. Durante el proceso de ensilado, el pH baja rápidamente y las levaduras pasan a ser dominantes en el micro ambiente de la masa del silo, debido a que estas especies son capaces de desarrollarse en un rango de pH de 2 a 8.

Esta cualidad permite que estas levaduras estén presentes en un abanico de micro ambientes más amplios que las bacterias, sumado a que el etanol (producto de la fermentación producida por estas levaduras), es toxico para muchos de los microorganismos competidores de las levaduras.

Las pérdidas de MS en forma de gases y efluentes, es otro de los puntos a tener en cuenta para no fracasar con el silaje de caña. Dijimos que la técnica del ensilado resulta más practica frente al suministro diario en fresco, pero para esto debemos saber controlar las pérdidas de MS que suceden durante la etapa de estabilización en los silos de este cultivo, porque si no, se estaría incrementando el costo del silo de caña frente al suministro diario en fresco y el silo perdería sus ventajas comparativas.

Otra de las consecuencias de no controlar la producción de gases y efluentes en el silo de caña es el aumento proporcional en los componentes fibrosos del material que este tipo de pérdidas provocan, lo que reduce la digestibilidad in vitro de la MS del silaje, si se la compara con los valores iniciales al momento de ensilarla.

5.2 5.2. Manejo agron mico del silo de ca a de az car

5.2.1 Elecci n de la variedad

Cuando se piense en incorporar a la caña de azúcar como forraje, la primera decisión es que variedad ensilar. Esto tiene la misma importancia que tiene en otros cultivos como el maíz o el sorgo, y más si tenemos en cuenta que la caña de azúcar es un cultivo semi perenne. Uno de los criterios más usados para la elección de la variedad como forraje es su longevidad. Si se utilizan variedades con más de 5 años de vida útil, se reducen marcadamente los costos por tonelada de materia seca.

En los planteos productivos, el objetivo es lograr una vida útil hasta el sexto año. Si este objetivo de seis años se logra a campo, podemos decir que la elección de la variedad fue exitosa, aunque para conseguir esta longevidad debemos tener muy ajustado el manejo a campo.

Otro punto fundamental es la productividad del cañaveral. Tengamos en cuenta que el principal argumento de su inclusión como forraje, es su alta productividad de MS/ha en zonas donde el maíz y el sorgo no llegan a expresar su potencial. Una regla importante es que la productividad (t/ha) de la caña de azúcar debería ser 2,5 a 3 veces la obtenida con el maíz, para considerarla como un forraje viable en el sistema. Variedades con baja productividad no deben ser tenidas en cuenta como opción forrajera. En la industria suco-alcoholera, hay un amplio abanico de variedades adaptadas a diversas condiciones edafo-climáticas. La productividad de cada variedad varía según las condiciones ambientales en las cuales son cultivadas (Figura 10-69).



Figura 10-69 *La principal ventaja de la ca a de az car es su alta productividad de materia seca.*

La principal limitante a la incorporación de la caña de azúcar en la nutrición animal es la baja digestibilidad de su fracción fibrosa. Esto está provocado por una menor tasa de degradación de su FDN, la cual es inferior al 2 %/h, y el alto porcentaje de FDN no digerible que es superior al 50 % (por ejemplo en el silaje de maíz la tasa de degradación de la FDN es del 5 % y el porcentaje no digerible de la misma es inferior al 30 %). El incremento en la fracción fibrosa provoca el rápido llenado del rumen y consecuentemente una baja en el consumo voluntario.

5.2.2 Momento de picado

La industria suco alcoholera utiliza el termino de madurez fisiológica para identificar el momento de máxima concentración de azúcar y definir el momento de cosecha. En la producción ganadera raramente hay un momento puntual de cosecha (cuando se habla de suministro en fresco) y el criterio suele ser la cosecha indiscriminada.

La recomendación si se planea realizar silo de caña, sería pensar en el momento de máxima concentración de azúcares del cultivo (controlar grados Brix), según la variedad y zona donde se esté produciendo la caña. Esto aumentara la digestibilidad del material ensilado, debido al aumento en el porcentaje de carbohidratos solubles.

Sembrar varios grupos de madurez en el mismo campo, también es una buena estrategia si se piensa en hacer silo de caña. De esta forma no se concentrarían las tareas de ensilado en solo una época del año y podríamos ensilar toda la producción de MS en su estado óptimo.

5.2.3 Espaciamiento entre hileras en la ca a para silo

Reducir el espaciamiento entre hileras tiende a aumentar la productividad del cañaveral (Muraro et al., 2011). Estos autores determinaron que disminuir el espaciamiento entre hileras desde 1,90 a 1 m, aumenta el número de macollos por m^2, sin afectar el peso promedio del tallo primario, por lo que la productividad aumenta.

Los mismos, realizaron una experiencia donde disminuyeron el espaciamiento entre hileras de 1,30 a 0,90 m, en la variedad RB72-454 (variedad muy utilizada en Brasil como forraje), durante el primer año de vida del cañaveral. Encontraron que la caña picada a los 420 días de vida presento un incremento de 48,12 a 56,67 t MS/ha (un 17,7 %) en el tratamiento con menor espaciamiento. De-

terminaron que ese aumento en la productividad, estaría explicado por un mayor número de macollos por m^2 que, si bien presentan un peso promedio menor (14,7 %), su cantidad por hectárea aumento en un 35 %. También concluyeron gracias a los análisis bromatológicos, que este aumento en la densidad, no generaba diferencias significativas en la calidad nutricional de la caña de azúcar.

Si empezamos a manejar todas las variables productivas, un detalle que no se debe perder de vista y del cual hablaremos más adelante, es el picado mecánico del cañaveral. Una interesante estrategia para facilitar las labores mecánicas sería reducir el número de yemas sembradas por metro lineal (máximo 13 yemas/metro lineal) y reducir el espaciamiento entre surcos. Esto mantendría el número de yemas sembradas por hectárea y facilitaría las tareas mecánicas de picado y avance de las máquinas por el cañaveral. En la industria suco alcoholera argentina, lo sugerido va desde 9 yemas/m lineal (siembras estivales) hasta 15 yemas/m lineal (siembras primaverales), pero los promedios reales registrados superan las 15 yemas/m lineal (estivales) hasta 30 yemas/m lineal (primaverales).

Una recomendación, pensando en un cañaveral planificado para ensilaje, sería pensar en una siembra de 10 yemas/m lineal en surcos separados a 0,9 m lo cual facilitaría la tarea mecánica de picado.

5.2.4 Picado

El volumen de material por metro lineal en la caña de azúcar puede ser hasta cuatro veces superior a otros cultivos tradicionales para silo, como el maíz o el sorgo. Esto debe tenerse en cuenta, al momento de planificar el ensilado, ya que esto aumenta el desgaste de la maquinaria, y si la tarea no es bien ajustada se elevan las pérdidas de forraje.

Una consideración a tener en cuenta en Argentina es cuando se usan picadoras de arrastre para picar caña de azúcar. Este tipo de máquinas realizan una tarea eficiente, pero no tienen la capacidad de trabajo en t/h que poseen las máquinas autopropulsadas, por lo que, debido a la gran productividad en t MS/ha que posee la caña de azúcar, necesariamente debemos impulsarlas con un tractor que posea no solo los hp necesarios para transportarla y hacer funcionar los mecanismos de la picadora, si no también que cuente con una marcha ultralenta, para que el suministro de potencia necesario en la toma de potencia, no se vea alterado al avanzar a una velocidad lo suficientemente



Figura 10-70 *Para el uso de picadoras de arrastre, debe mos considerar utilizar un tractor con marcha ultra lenta para poder trabajar correctamente frente al alto volumen del ca averal.*

baja para poder procesar la alta productividad del cañaveral con la picadora (Figura 10-70).

5.3 Importancia de la inoculaci n bacteriana en el silaje de ca a de az car

- Por Jorge Navarro

Uno de los factores que no debe perderse de vista al momento de ensilar caña de azúcar, es su fermentación alcohólica. Este proceso ocurre debido a las levaduras (presentes en la flora epífita de la caña), que transforman el azúcar en etanol, CO_2 y agua. Niveles de etanol en el orden del 8 al 17 % de la MS total, han sido registrados en silajes de caña sin aditivos, con pérdidas totales de materia seca (PTMS), superiores al 29 % (Pedroso et al., 2004).

Bajos valores de etanol y PTMS, junto con un incremento en la cantidad de horas en estabilidad aeróbica (EA), fueron registrados en silajes de caña de azúcar inoculados con urea y con aditivos bacterianos conteniendo diversas cepas de Lactobacillus buchneri, según Kung (2001); Queiroz (2006); Schmidt (2006) y Pedroso et al. (2007 y 2008).

5.3.1 Experiencia del INTA

Durante la campaña 2016 y 2017 Peiretti y Navarro (2018), realizaron una experiencia en el INTA EEA Salta, sobre la influencia de la inoculación con Lactobacillus buchneri cepa NCIMB 40788 sobre el perfil fermentativo, las pérdidas de materia seca y la estabilidad aeróbica en silaje de caña de azúcar.



Caña de azúcar de la variedad Lcp 85-384 con 13 meses de crecimiento vegetativo, segundo corte, fue cosechada a mano y procesada con una picadora estática modelo JF 60 maxximum (Figura 10-71).

El material procesado fue ensilado en recipientes plásticos de 20 l de capacidad (Figura 10-72), equipados con válvulas para la liberación de gases y con dispositivos para la recolección de efluentes, según la metodología utilizada por Pedroso et al. (2007 y 2008) y Queiroz (2006). Los siguientes tratamientos se aplicaron en la caña de azúcar antes de ensilarla: 1) Control sin inoculación, 2) Urea al 1 % MV, 3) Inoculante bacteriano con Lactobacillus buchneri NCIMB 40788 (1M CFU/gr MV). Los silos experimentales fueron mantenidos a temperatura ambiente y muestreados luego de 60 y 120 días de conservación (Figura 10-73).

En esta experiencia se evaluó la estabilidad aeróbica (EA). Para ello se tomaron muestras de aproximadamente 3,5 kg de cada una de las repeticiones en los silos experimentales. Estas muestras fueron colocadas, en recipientes plásticos de 10 l de volumen, sin compactar durante 10 días a temperatura ambiente. En el centro geométrico de cada uno de estos recipientes se colocó un termómetro con datalogger que registro la temperatura del volumen de silo en condiciones aeróbicas durante 10 días. En la tabla 10-7 se muestran los resultados obtenidos al término de la evaluación.



Figura 10-70 *Picadora JF 60 maxximum utilizada para picar ca a de az car en el ensayo de (Peiretti and Navarro, 2018).*

Como resultado del ensayo se encontro que Lactobacillus buchneri NCIMB 40788 mostraba la menor producción de etanol con respecto a los otros tratamientos evaluados, con diferencias altamente significativas entre tratamientos (p<0.001). Los resultados obtenidos en estabilidad aeróbica 60 d.d.c. mostraron diferencias significativas (p<0.05) entre tratamientos, obteniendo los mejores valores con LB NCIMB 40788. Los resultados de estabilidad aeróbica 120 d.d.c. no mostraron diferencias significativas entre el tratamiento con Urea y el tratamiento con LB NCIMB 40788.

Los valores de DPDT-5 y DPDT-10 fueron también los más bajos en el tratamiento con LB NCIMB 40788 con diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos (p<0.001) en los silos abiertos 60 d.d.c., lo que indica que incluso luego de iniciada la exposición al oxígeno, la actividad microbiana fue menos intensa. La conversión de ácido láctico a ácido acético realizada por LB NCIMB 40788 y el efecto fungicida de este ácido es probablemente la principal explicación para este resultado. Los valores de DPDT-5 y DPDT-10



Figura 10-72 *Silo experimental de ca a de az car luego de la inoculaci n y previo al momento de sellado. Fuente: (Peiretti and Navarro, 2018).*



Figura 10-73 *Silos experimentales de ca a de az car, de 20 litros de capacidad cada uno, sellados y con la valvula para la liberaci n de gases colocada en la tapa, previos a ser transportados a laboratorio para su conservaci n. Fuente: (Peiretti and Navarro, 2018).*

Tabla 10-7 *Producci n de etanol, estabilidad aer bica y PTMS en silaje de ca a de az car, 60 y 120 d as de conservaci n (d.d.c.), con y sin aditivos.*

	Tratamientos[1]					
	60 d.d.c.			120 d.d.c.		
Parametros[5]	Control[2]	Urea[3]	LAB[4]	Control[2]	Urea[3]	LAB[4]
Etanol (% p/p)	9.79^{aaa}	7.21^{bbb}	0.84^{ccc}	6.93^{aaa}	6.76^{abb}	0.85^{ccc}
EA (hrs)	60^{a}	39^{b}	207^{c}	63^{a}	93^{b}	78^{b}
DPDT-5 (°C)	21.2^{aaa}	58.2^{bbb}	-0.13^{ccc}	20.9^{a}	5.0^{b}	11.8^{b}
DPDT-10 (°C)	43.7^{aaa}	65.1^{aaa}	4.3^{bob}	45.6^{a}	48.9^{b}	48.1^{b}
PTMS (%)	22.32^{aaa}	19.22^{bbb}	15.76^{ccc}	22.01^{aaa}	22.26^{aaa}	13.68^{bbb}

^{a,b,c,d} Medias en la misma fila con diferente superíndice presentan diferencias significativas (p<0.05). [1] 60 y 120 días de conservación (d.d.c.). [2] Silaje de caña testigo (control) y tratado con: [3] Urea ($CO(NH_2)_2$ - 1 % de MV) y [4] inoculada con bacterias heterolacticas Lactobacillus buchneri (LB) NCIMB 40788 (1 × 10^5 CFU g^{-1} de MV). [5]DPDT-5 y DPDT-10: diferencia diaria promedio entre la temperatura del silo y la temperatura ambiente, luego de 5 y 10 días respectivamente de exposición aeróbica, respectivamente.

no presentan diferencias significativas en los silos abiertos 120 d.d.c. en los tratamientos urea y LB NCIMB 40788.

El tratamiento LB NCIMB 40788 presento los menores valores de PTMS en los silos abiertos luego de 60 y 120 d.d.c., con diferencias altamente significativas con los otros tratamientos (p<0.001). Esto está de acuerdo con los resultados encontrados por otros autores y se apoya en la menor producción de etanol registrada en este tratamiento, lo que provoco una menor pérdida de MS en forma de gases.

Se concluye que el uso de aditivos en silajes de caña de azúcar mejora su perfil fermentativo, incrementa su estabilidad aeróbica y disminuye sus pérdidas de materia seca a lo largo del periodo de almacenaje del silo. La experiencia realizada por estos autores apunta al inoculante con Lactobacillus buchneri NCIMB 40788 como el mejor tratamiento para reducir la producción de etanol y disminuir las pérdidas de MS en silaje de caña de azúcar.

El silaje de caña de azúcar es una opción interesante para conformar raciones en provincias del noroeste de la república Argentina, en zonas donde es difícil lograr alta productividad con el maíz o el sorgo. Se deben ajustar bien cuestiones relacionadas al manejo agronómico del cultivo, las tareas mecanizadas de su picado y controlar su fermentación alcohólica mediante el uso de aditivos adecuados.

6. Anexo cuarto: Silaje de pasturas megat rmicas

- por Ing. Agr. José Peiretti

El termino pasturas mega térmicas, se refiere a diferentes genotipos aptos para crecer en múltiples ambientes, sean tropicales, subtropicales y templados.

Las pasturas subtropicales se caracterizan por tener una muy alta productividad con una muy elevada tasa de crecimiento en la época primavera/estival con precipitaciones concentradas, que puede llegar a bajar la digestibilidad hasta en un 5 % promedio diario (Luna Pinto, 2016).

Por ejemplo, en provincias del noroeste de la Argentina, es muy frecuente la práctica de clausurar los silos de planta entera de maíz o sorgo, durante toda la época estival, ya que el "monte", donde están cultivadas las especies mega térmicas, "explota" en su producción. En general, la capacidad de consumo promedio de los establecimientos ganaderos del norte del país, no llega a consumir en forma natural toda la productividad estival de estas pasturas, por lo que los productores ven desaprovechado este volumen de MS, además de que ese excedente no aprovechado genera problemas posteriores en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

Los genotipos subtropicales son los que más han extendido su frontera de cultivo tanto hacia el norte como hacia el sur de la Argentina, gracias a su gran adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas, con variados regímenes de precipitaciones, zonas con sequias prolongadas o multiples tipos de suelos. Existen experiencias de productividad y adaptación de algunos genotipos de Grama Rhodes en la cuenca deprimida del Rio Salado, por ejemplo, con suelos de alto contenido salino (donde se hace muy difícil el éxito de la

agricultura tradicional de cultivos como el maíz o el sorgo). Las especies subtropicales incluso soportan la presencia de agua en superficie durante un periodo prolongado, como es el caso de algunos cultivares de Brachiaria que pueden soportar más de 20 días de agua en superficie sin que esto afecte su supervivencia (Luna Pinto, 2016).

La mejor opción para aumentar la eficiencia en el manejo de la "pradera/monte" con pasturas mega térmicas, es sin duda la planificación integral (manejo agronómico, pastoreo dirigido, equipos mecánicos, etc.), para conservar este excedente o "explosión" productiva que no pueda ser consumida en forma natural por el rodeo, en la forma de heno (ver capítulos 5 y 9 de este manual técnico), o de ensilaje (Figura 10-74).

En zonas con precipitaciones concentradas en la época estival, como por ejemplo en la provincia de Salta, donde encontramos un mes de febrero con altas precipitaciones, la henificación de este tipo de pasturas encuentra muchas complicaciones, por lo que se opta por el silaje como medio de conservación favorito.





Figura 10-74 *Las pasturas mega t rmicas presentan muy buena productividad en un amplio abanico de zonas geogr ficas (arriba). Su productividad debe ser aprovechada mediante t cnicas de conservaci n como el silaje (abajo).*

Las consideraciones para lograr un buen silo de pasturas mega térmicas, son las mismas que para lograr un buen silo de cualquier otra especie, en cuanto a tamaño de picado, compactación, manejo del silo aéreo, manejo de la bolsa, extracción, suministro, etc., con el agregado de algunas consideraciones especiales de manejo de la pastura, planificación de tareas para no errar el momento justo de picado, e inoculación al momento de confeccionar el silo.

6.1 Factores que afectan la calidad de este tipo de silos

Los tres principales factores exclusivos del cultivo que afectan el proceso de ensilaje en todas las especies son el contenido de MS, la concentración de carbohidratos solubles y el poder buffer del forraje. Un material ideal para ensilar debe tener alto valores parametros. Generalmente, las leguminosas poseen baja concentración de carbohidratos solubles, **las pasturas gram neas una concentraci n intermedia** y el maíz posee una concentración alta. La capacidad buffer es más alta en las leguminosas, **intermedia en las pasturas gram neas** y baja en el maíz. Estos tres factores también se ven modificados por cuestiones y decisiones de manejo durante el ensilado, como la variedad, el momento y tamaño de picado, los kg de tractor/m^2 que realicen la compactación, si se aplica o no aditivos o inoculantes, etc.

El medio ambiente, el contexto económico y la aplicación correcta de diferentes herramientas de manejo afectan el potencial de producción y la calidad del silo. Precipitaciones concentradas en la época de mayor productividad de la pastura, por ejemplo, modifican el contenido de MS y aumentan las pérdidas de material si el mismo fue hilerado luego del corte. Ineficiencias al momento de construir el silo, pocos tractores y de bajo peso compactando, la arquitectura de silo (de frente amplio y de baja altura, mala técnica de tapado, etc.), también impiden el logro de una buena anaerobiosis dentro del silo y perjudican su calidad final.

6.1.1 Momento de picado en pasturas mega t rmicas

El momento de picado define la productividad de MS del silo y su valor nutricional. Se debe tener en cuenta que estas especies tienen una alta tasa de crecimiento, pudiendo alcanzar los 200 kg MS/ha día en la época de crecimiento, lo que puede disminuir marcadamente la digestibilidad y la calidad del silo resultante, si no se lo monitorea y no se ensila en el momento adecuado (Luna Pinto, 2016).

El momento de picar la pastura mega t rmica es entre el 30 al 35 % MS. En la mayor a de las especies megat rmicas, esto coincide con hoja bandera visible (Figura 10.75).

El objetivo del buen silo de pasturas megatérmicas se debe empezar a lograr varias semanas antes de la fecha planificada "en el papel" del picado. Lo primero, es comenzar a medir el contenido de MS de la pastura con antelación, ya que la pérdida de humedad puede acelerarse de golpe, nuestra pastura "pasarse" de un día para otro, y perder muchos puntos de calidad nutricional en el silo (Figura 10-75).

En caso que el control del contenido de MS, nos indique lo contrario, y que la pastura este con un bajo porcentaje de MS, desfavorable para el ensilado, se debe considerar la técnica de corte/hilerado para promover la pérdida de humedad y ensilar en condiciones óptimas. En esto no se deben perder de vista las condiciones climáticas de cada zona.

Las consideraciones para el manejo previo de la pastura, el corte/hilerado, acondicionado del material cortado y uso eficiente de los rastrillos, se aplican de igual manera en las pasturas megatérmicas que en el resto de los cultivos forrajeros. Se recomienda consultar el capítulo 5 de este manual técnico (henificación de megatérmicas), donde se habla del manejo agronómico de la pastura antes y luego del corte y los capítulos 6 y 7, referidos a corte y rastrillado respectivamente.



Figura 10-75 *Es importante cuando se piensa en silo de pasturas megat rmicas controlar diariamente el contenido de MS con bastante antelaci n a la fecha planificada de picado, ya que la velocidad de deshidrataci n es muy alta y los valores cambian muy r pidamente.*

Si la época de ensilado coincide con la concentración de precipitaciones, se desaconseja el corte/hilerado, ya que en las pasturas megatérmicas hileradas esto representaría mucha pérdida de material y se deberá optar por el picado directo en pie (Figura 10-76).

6.1.2 Tama o de picado

El tamaño recomendado promedio de partícula en silaje de pasturas megatérmicas es de 15 mm. Si las mismas, tienen un elevado contenido de humedad (menos de 30 % MS), podemos regular a un tamaño de picado mayor, para no tener tanta pérdida de hidratos de carbono solubles en forma de efluentes (Figura 10-77). Si aumentamos el tamaño de picado por sobre los 15 mm, deberemos también aumentar la intensidad del trabajo de compactación para poder extraer todo el oxígeno de la estructura del silo. Si el cultivo presenta un contenido de MS superior al 35 %, en ese caso podemos disminuir el tamaño promedio de picado hasta los 10 mm, para lograr una mejor compactación.



Figura 10-76 *Corte picado directo de una pradera subtropical en la provincia de Salta, Argentina.*



Figura 10-77 *Vista de pastura subtropical picada con menos de 30 % de MS y con la picadora regulada a un tama o de picado de 25 mm en la provincia de Salta, Argentina.*

6.1.3 Compactaci n

La causa de fracaso más frecuente en el silaje de todas las especies es la falta de compactación. En el caso de especies megatérmicas, por las características que tienen las explotaciones en el norte de la república Argentina (grandes extensiones), la distancia entre el lote donde se encuentra el cultivo y el patio de comidas o el lugar donde se emplaza el silo, suele ser bastante considerable, por lo que se presta más atención a los vehículos de transporte (camiones o carros) que transportan el material picado hasta el silo en construcción (para que la picadora no se detenga), que al equipo de compactación. Como se vio en el capítulo respectivo, debemos tener tantos Hp compactando, como tengamos picando La mejor regla es: mientras más tractores y más pesados tengamos compactando mejor. En silos aéreos, siempre el tractorista de mayor destreza, debe ser el que maneja el tractor encargado de subir y acomodar el material que descargan los camiones o carros forrajeros. Los que posean menos habilidad al volante, deberán estar avocados a la tarea de compactación en la parte superior del silo. En silos bolsa un buen consejo es no dejar la batea descargada mientras se está armando la bolsa, es decir desconectar el rodillo compactador de la embolsadora con la batea cargada, hasta que llegue el siguiente camión o carro. Esto provoca que no perdamos compactación en la bolsa y también ayuda a bajar el repicado del material.

6.1.4 Extracci n y suministro

Alrededor del 40 % MS se pierde en promedio en este conjunto de tareas. El buen sellado del silo, preservar su cobertura o la integridad de la bolsa, y cuestiones relacionadas al manejo de la pala frontal y del acoplado mixer, ayudan a bajar este porcentaje de pérdidas.

6.1.5 Factor fundamental en silos de estas especies: Inocularlos

Cuando se piensa en realizar un silo de especies megatérmicas, la inoculación bacteriana no debería ser un opcional. Los inoculantes bacterianos poseen una población de bacterias específicas que transforman el ácido acético en ácido láctico, lo que promueve la fermentación del silo de estas especies, al provocar un rápido descenso del pH. Esta baja del pH también sirve de controlador biológico contra las levaduras y hongos perjudiciales que se encuentran en la estructura del silo.

Como recomendación técnica se sugiere aumentar la dosis de inoculantes bacterianos en silos de pasturas mega térmicas.

En las condiciones de trabajo en especies megatérmicas, se debe prestar mucha atención a la viabilidad del inoculante. Como recomendación se sugiere no inocular cuando la temperatura de la mezcla de inoculante presente en el tanque de la picadora o de la embolsadora, supera los 35 ºC, ya que superado ese límite, la población bacteriana baja marcadamente y por ende la inoculación fracasa.

Los diferentes tipos de aditivos y las distintas metodologías de aplicación están explicados en los capítulos de aditivos y sus efectos del silaje (capítulo 15) y picadoras (capítulo 13), respectivamente, de este manual técnico. Lo explicado allí sobre los diferentes efectos de cada tipo de aditivo e inoculante y las metodologías de distribución de las mezclas, se aplica de igual forma en los silos de especies megatérmicas.

11 Silaje de Pasturas



Cuando se trabaja en la elaboraci n de pasturas para silajes, se deben considerar principalmente dos conceptos o metas a alcanzar:

1. *Un alimento de alto contenido proteico, sin ser la metodolog a, ni las herramientas disponibles ni tampoco la facilidad de trabajo, una excusa para modificar el estadio fenol - gico de aprovechamiento para alcanzar este objetivo, sabiendo que existe un proceso o protocolo de trabajo a cumplir.*

2. *Un forraje de alta digestibilidad de fibra e inclusi n en las dietas, determinando que su nivel de FDN no sea una limitante para el consumo, sabiendo que en la mayor a de los casos este tipo de forraje conservado puede ser destinado a categor as de poco desarrollo con un volumen ruminal, a n no del todo desarrollado.*

Estos dos factores deben ser tenidos siempre en cuenta, dado que si no, será muy fácil caer en el error que para favorecer el trabajo rápido o simplificar los procesos o protocolos de elaboración se incurra en errores, que luego compliquen la calidad final del forraje y/o su inclusión en las dietas de rodeos, en los que la proteína de alta digestibilidad es esencial para su performance productiva y económica.

Dentro del silaje de pastura debemos dividir dos grupos:

- **Leguminosas:** aquí se destaca el silaje de alfalfa pura y las pasturas consociadas de tréboles y alfalfa con diferentes gramíneas. Son principalmente una fuente de fibra y proteína bruta.
- **Cereales de invierno:** las especies más utilizadas son cebada, raigrás, trigo, triticale, centeno, avena, entre otros. También son una fuente de

fibra, pero en este caso con la posibilidad de generar un aporte energético.

El silaje de alfalfa es un forraje que está consolidado en todas las cuencas lecheras del país y tiene un alto grado de adopción en nuestros sistemas productivos, pero debe destacarse el crecimiento que se ha producido con el silaje de cereales de invierno en los últimos años, principalmente porque se integran muy bien a la secuencia de cultivos incrementado la producción de forrajera por hectárea y año, amplían el espectro de producción más allá de los tradicionales silajes de maíz y sorgo, ya que a su vez encajan muy bien en la rotación, desocupan temprano el lote y permiten la realización de doble cultivo (soja y maíz).

1. Eficiencia del proceso de ensilaje de leguminosas

Las pérdidas en el proceso de ensilaje ocurren en el campo, durante la conservación y almacenamiento del forraje.

Las pérdidas en el campo se originan de la respiración de las plantas, acción del clima e ineficiencia en la cosecha. Las pérdidas de MS por respiración constituyen, en diversas condiciones, aproximadamente del 1 a 2 % del peso seco de las plantas, por hora que permanece el forraje cortado en el campo, aúnque las pérdidas del valor nutritivo son de alguna manera mayores, ya que afectan fundamentalmente a los carbohidratos solubles en agua que son altamente digestibles.

De todos modos mediante la utilización de cortadoras acondicionadoras, estos niveles de pérdida tanto de carbohidratos solubles como mermas físicas (principalmente de hojas), se ven reducidas en gran escala, de acuerdo a ensayos realizados en INTA Manfredi y que se detalla en el capítulo 6 de corte.

Donde las condiciones agroclimáticas para el secado del forraje son desfavorables, las pérdidas en el campo se incrementan en forma marcada, particularmente si el proceso de marchitamiento es prolongado y el cultivo es afectado por alguna lluvia.

Las pérdidas en el silo se deben al metabolismo aeróbico de las plantas y de los microorganismos.

Condiciones de presencia de oxígeno del aire prolongada resultan directamente en una ineficiencia en la conservación, como resultado de la oxidación de los azúcares de las plantas, a la vez que permiten el desarrollo de los clostridios y levaduras que llevan a un proceso de fermentación con pobres características de preservación.

Otro punto a considerar es que la presencia de oxígeno permite la respiración del forraje y ésta favorece el incremento de temperatura, lo cual además hace que la proteólisis o desnaturalización de la proteína verdadera se haga presente con la consiguiente conversión de este último en nitrógeno amoniacal o nitrógeno no proteico.

Las pérdidas en la fase líquida (efluentes), pueden alcanzar valores que oscilan entre el 6 % y el 8 % de la MS del cultivo ensilado. Estas varían en cierto grado, según el método elegido, pero pueden reducirse virtualmente a cero en forrajes cuyo porcentaje de humedad oscile entre 55 % y 60 %, lo cual es fácilmente alcanzable con el método de premarchitado o preoreo.

En algunas circunstancias, luego de ser abierto el silo para su utilización, pueden ocurrir pérdidas adicionales y sustanciales del ensilaje (hasta el 10 %), debido a oxidaciones secundarias o deterioros aeróbicos debido a la acción de bacterias, levaduras y hongos. Este tipo de pérdidas se dan en su mayoría en silajes que contienen más del 70 % de humedad y un alto nivel residual de carbohidratos solubles en agua.

Se debe recordar además que un llenado lento del silo, o bien pobres características fermentativas del material ensilado (tal el caso de algunas pasturas por una relación azúcar/proteína baja como la alfalfa), generan fermentaciones de tipo acética, lo que si bien a primera vista parece favorable por la estabilidad durante la fase de extracción, genera un forraje con menor cantidad de carbohidratos disponibles y por lo tanto un menor aprovechamiento de la proteína de la pastura original.

1.1 Objetivo de la confecci n de silaje de alfalfa

Dos de los elementos que mayor importancia tienen en la nutrición animal son las proteínas y la energía. Ambos pueden ser aportados por los silajes.

Las proteínas se encuentran en mayor cantidad en silos de alfalfa o pasturas mezclas leguminosas y gramíneas; en cambio en silos de maíz, sorgos o cultivos de invierno de planta entera, o grano húmedo, el elemento que predomina es la energía.

En todos los casos, los procesos químicos que ocurren son los mismos, comenzando con una fase



Figura 11-1 *El silo de alfalfa es una excelente alternativa proteica para el balanceado de dietas.*

aeróbica en la que comienza el desarrollo de bacterias generadoras de ácido acético, para pasar luego a la fase en la que se incrementa la población de bacterias lácticas y ocurre una disminución importante del pH, para de esa forma obtener un silaje que mantiene el valor nutricional y bien conservado.

En el capítulo de silaje de maíz y sorgo, se vieron los distintos procesos químicos por los que pasa el forraje a medida que se confecciona el silo, durante su conservación y su suministro. Para el caso de silaje de pasturas hay que tener en cuenta ciertas consideraciones y factores especiales, para que estos procesos ocurran con la mayor eficiencia posible y que el forraje conserve su óptima calidad.

La primera condición a tener en cuenta cuando se confecciona un silo de pasturas es asumir que lo que se busca es proteína de calidad, por lo tanto, se debe priorizar el corte en los estadios de la planta en que exista una relación adecuada entre calidad y volumen, además de respetar todas las consideraciones mecánicas de tratamiento del forraje, que se describieron en los capítulos de henificación, como corte, rastrillado, acondicionado, etc. De igual modo, todo lo referente al Valor Relativo del Forraje (VRF) y a la obtención de fibra de alto valor nutricional que permita alta inclusión en las dietas y una digestibilidad que potencie y acelere el capital genético de los rodeos.

Otro aspecto a tener en cuenta es el sistema de alimentación que estamos utilizando y la cantidad de forraje a conservar. Estos aspectos son los que nos llevan a decidir entre la confección de silaje de pasturas o la confección de henolaje, aúnque es de destacar que este último está prácticamente en desuso en Argentina por una cuestión de practicidad, costos, volumen y calidad final obtenida (Figura 11-1).

Si el sistema de alimentación trabaja con raciones balanceadas y mixers (ración totalmente mezclada), el silo de pasturas es el complemento ideal, ya que facilita la extracción y suministro y es más sencillo de mezclar sin necesidad de un molido previo, como sería en el caso de utilizar rollos de henolaje; a menos que se cuente con mixers que tengan la capacidad de desmenuzarlos o rotoenfardadoras con sistema de procesado de fibra.

Otro aspecto a considerar es el volumen, un factor que ayuda en la toma de la decisión. Si el volumen de forraje que se va a conservar no alcanza para confeccionar una bolsa (200 mil kg MV), se debería pensar en confeccionar henolaje. Esto se debe a que las pérdidas de un silo son cuantitativamente mayores a medida que el tamaño del mismo se reduce, pero de todos modos es importante considerar que se pueden elaborar silajes más pequeños, en forma de bolsa, para hacer aprovechamientos parciales de los lotes.

1.2 Factores que determinan la calidad del silaje de alfalfa

Tal como ocurre para los silajes en general, son diversos los factores que interactúan y determinan la calidad del silo. Pero hay un denominador común para todos los silajes, es que cualquier proceso de conservación no mejorará la calidad original del forraje.

Para el caso concreto de alfalfa, como es conocido para cualquier leguminosa, la relación azúcar/proteína no es la más apropiada para que el proceso fermentativo se inicie rápidamente, por lo que las consideraciones y cuidados a tener presentes se acentúan.

Un factor fundamental a tener en cuenta para la confección de silos de alfalfa es la época del año, ya que las concentraciones de bacterias lácticas y de azúcares varían según se realice en primavera, verano u otoño. Normalmente los silos confeccionados en octubre y noviembre (primavera) tienen mayor calidad debido a que la concentración de azúcares es alta y el desarrollo de bacterias ácido lácticas se ve favorecido por las condiciones ambientales (normalmente en esta época se tienen 24 h de secado, lo que permite un buen desarrollo bacteriano).

Los silos que se confeccionan en diciembre, enero y febrero tienen calidad regular, a causa de que el pasto se seca muy rápidamente por lo que, a pesar de haber un bajo consumo de azúcares, tampoco hay tiempo suficiente para un buen desarrollo bacteriano, lo que provocaría ciertas dificultades en la fermentación y en este caso sería un poco más

necesaria la aplicación de algún tipo de inoculante para asegurar la fermentación, pero siempre sin descuidar el proceso o protocolo mandatorio para la obtención de calidad en los silos de pasturas.

Los silos de otoño son los de peor calidad, porque en esta época se combinan tres condiciones desfavorables, por un lado los porcentajes de azúcares en planta son muy bajos, por otro lado las bajas temperaturas de la época no permiten un buen desarrollo bacteriano y por último la frecuencia de lluvias y la alta humedad relativa impiden que el material se seque en forma pareja.

Un punto a considerar, es que si en el corte se utilizan cortadoras acondicionadoras, éstas favorecen el desarrollo de bacterias que van a colonizar toda la masa de silo, mejorando las condiciones fermentativas (Figura 11-2).

En el caso de las gramíneas, el factor de riesgo de una mala fermentación disminuye debido a que éstas tienen un alto porcentaje de azúcares, lo que favorece la multiplicación bacteriana y provee un mejor medio para una correcta fermentación además de un menor contenido proteico, sabiendo que altos niveles de N son perjudiciales para la fermentación láctica.

En las leguminosas, en cambio, el elevado contenido de proteínas desempeña un efecto tampón o buffer (principalmente por el alto contenido de N de la proteína), dentro del proceso de conservación, retarda la acidificación, sumado al hecho de que al contener una menor concentración de azúcares, la multiplicación bacteriana tampoco se ve favorecida, dificultándose aún más la obtención de silaje de alta calidad.

Además de las bacterias productoras de ácido láctico, otros organismos como hongos, levaduras y especialmente clostridios están presentes en el silo. Estos metabolizan los azúcares y el ácido láctico para producir butirato.

Como consecuencia, la actividad de estas bacterias retarda o invierte la normal reducción en el pH que se da en el silo y el período de fermentación se extiende y se pierde parte del forraje, con un silaje resultante que tiene bajo valor nutritivo y pobre aceptación por parte de los animales.

El forraje cuando está en pie, posee una baja concentración de bacterias lácticas, las que se encuentran mayormente en las magulladuras o laceraciones del mismo y allí también se encuentran presentes los clostridios, solo que están en forma de esporas.

AI cortar el forraje, el número de organismos productores de ácido láctico aumenta rápidamente y su multiplicación continúa durante los primero días de fermentación del silo para luego comenzar a decrecer.

La población de clostridios también se va incrementado, pero la mayor o menor multiplicación de los mismos depende de las condiciones en que es confeccionado el silo, inhibiéndose su crecimiento a altas presiones osmóticas, lo que coincide con el descenso del pH del medio.



Figura 11-2 *Cortar alfalfa con segadoras acondicionadoras favorece el desarrollo de bacterias y mejora las condiciones fermentativas*

Para que todos estos procesos de fermentación se realicen correctamente en la confección de silos de leguminosas, se debería considerar una serie de factores que son los que permitirán obtener un alimento de calidad para el rodeo, a la vez que facilitarán el trabajo, permitiendo eficientizar el aprovechamiento de la maquinaria y del forraje a conservar.

Entre los principales factores que afectan la calidad del silaje a lograr, se puede mencionar:

1. Elección del lote o pastura para confeccionar el silo.
2. Momento óptimo de corte.
3. Contenido de humedad al momento de picado.
4. Tamaño y uniformidad de picado.
5. Contaminación del forraje a conservar.
6. Correcta elección de la estructura de almacenaje.
7. Utilización de aditivos.

1.3 Factores que determinan la solubilizaci n de las prote nas

El problema más grave que se enfrenta cuando se confeccionan silajes de alfalfa, son los factores que determinan la solubilización de las proteínas dando como resultado compuestos nitrogenados y compuestos no nitrogenados.

Esto genera dos Desventajas:

- una mayor demanda energética para volver a formar las cadenas proteicas necesarias para la producción, con uso ineficiente de los recursos energéticos de la dieta o bien con mayor demanda de ellos y la consiguiente pérdida de eficiencia que algunas veces se traduce en pérdida económica.
- falta de proteína verdadera y de aminoácidos esenciales a nivel ruminal, para un correcto crecimiento microbiano.

Los factores que mayor influencia tienen en la solubilización de las proteínas son:

Temperatura del silo: un llenado rápido de los silos con una tasa de alimentación constante, además de una correcta compactación y tamaño de picado uniforme, reducirán la temperatura de los silos, principalmente por el acortamiento de la fase aeróbica, y cuando ésta existe, la tasa de respiración se reduce generando una temperatura menor, bajando la tasa de solubilización de proteínas.

Humedad: cuando se trabaja en forma eficiente en el preoreado, además de una correcta determinación del porcentaje de humedad óptimo para la confección del silo, se está bajando en gran medida la tasa de solubilización de proteínas.

A tal efecto podemos decir que deberíamos tratar de trabajar con el menor contenido de humedad que se pueda, sin afectar la compactación del forraje y por lo tanto los procesos fermentativos.

pH levemente alcalino ≥ 6: los silos de pasturas en base a leguminosas, por lo general tienden a ser levemente alcalinos y es por ello que todo lo que se pueda hacer en relación al descenso del mismo, es útil, para evitar el efecto de solubilización de proteínas. **La compactaci n por un buen tama o de picado, un momento ptimo de confecci n corrigiendo el porcentaje de humedad a los fines de concentrar los hidratos de carbono solubles, e incluso en algunos casos el uso de aditivos bacterianos, son herramientas que ayudan al respecto.**

Cabe destacar que si bien se buscan niveles de pH bajos, en las pasturas siempre habrá niveles de acidez superiores a los que se acostumbra con otros tipos de silajes, como con el maíz o sorgos (Figura 11-3).

De acuerdo a lo que se observa en la Figura 11-3 en donde la línea azul expresa la evolución del pH en un silaje de maíz y la roja en uno de alfalfa, cuando se realiza un silaje con esta última especie, por ejemplo se pueden tener un nivel de pH cercanos a 5,5 cuando los niveles de humedad alcanzan el 40 %.

1. **Tiempo de ensilado (las proteasas se inhiben luego de 15 d as de ensilado):** Siempre que se logre la estabilización de los silos lo más rápido posible, se mejorará la calidad final del mismo, disminuyendo además la demanda energética por parte de los animales que con-

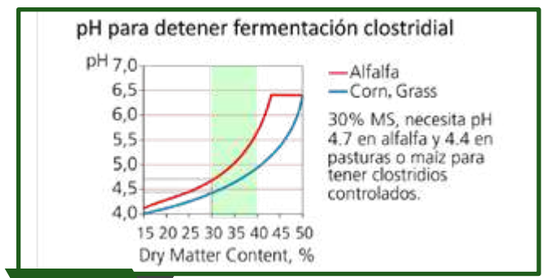


Figura 11-3 *pH comparativo entre un silo de ma z (l - nea azul) y uno de alfalfa (l nea roja)*

suman los silajes de pasturas confeccionados en forma eficiente, debido a que se disminuyó al máximo el grado de solubilización de proteína en los silajes proteicos producidos y la presencia de nitrógeno amoniacal se ve minimizada.

Un parámetro a considerar, cuando se realizan análisis de silaje de alfalfa, es el nitrógeno amoniacal sobre nitrógeno total.

Este punto nos dará una idea real de la calidad de la fermentación y el proceso total logrado, pudiendo estimar el nivel de solubilización de proteínas durante el proceso fermentativo de conservación.

Esto es importante debido a que si no, se medirá solamente el nitrógeno y se puede caer en el error de creer que todo el N presente se debe a la proteína, pero muchas veces puede no estar disponible para una producción eficiente.

1.4 Elecci n del lote de pastura para confeccionar el silo

Cuando elegimos el tipo de pastura que se destinará, para confeccionar silaje, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Calidad nutricional de la pastura.
- Volumen de MS que produce.
- Facilidad para ser ensilada (capacidad de fermentación).

En cuanto a la calidad nutricional, se debe tener en cuenta qué elemento principalmente aporta el forraje a conservar, de modo tal de ensilar el material que cubra los requerimientos del rodeo que se alimentará con el mismo.

Es importante considerar el volumen de MS producido por dicha pastura, el cual debe ser el mayor posible. Muchas veces es preferible implantar una pastura que tenga un poco menos de calidad pero que produzca un volumen de MS suficiente que justifique la confección de un silo, con una adecuada relación costo/calidad nutritiva (Figura 11-4).

Por último, saber qué tipo de pasturas son más fácilmente "ensilables", ya que muchas veces no se cuenta con la maquinaria adecuada para realizar el silo en tiempo y forma, por lo que elegir una pastura de mayor capacidad fermentativa puede ser una solución para la obtención de forrajes de alta calidad.

Las gramíneas poseen una mejor relación azúcar/proteína, facilitando el desarrollo de bacterias promotoras de ácido láctico y por consiguiente una mejor fermentación con mayor valor nutricional final, sumado a que esto trae aparejado una mayor plasticidad en cuanto a época de confección del silo.

Otro factor a considerar es el uso previo del lote destinado a silaje, ya que a veces, fundamentalmente cuando se trata de alfalfa, se comete el error de elegir el potrero con la pastura más vieja y degradada, o un potrero que ha sido intensamente pastoreado y pisoteado por los animales y en el que quedan muchos restos de broza y bosteo.

Todo esto va en detrimento de la calidad del silo, ya que implica la utilización de pasturas de mala calidad, que al cortarlas dan origen a andanas de poco volumen que resultan más difíciles de picar en forma adecuada, o lo que es peor, obligan a utilizar en forma excesiva el rastrillo para conformarlas apropiadamente, actividad mediante la cual se aporta tierra, broza de la cosecha anterior y bosteo de los animales a la andana, además de producir el desprendimiento de las hojas, que como se recuerda, es la parte de la planta con mayor valor nutricional (Figura 11-5).

Todo esto da como consecuencia un material altamente contaminado, en el que ocurren fermentaciones indeseables debido al desarrollo de bacterias clostridiales, las que producen una fermentación butírica y por consiguiente un silo de bajo valor nutritivo y alto porcentaje de pérdidas, o lo que es peor, pueden permitir el desarrollo de bacterias tipo listeria, las que son altamente tóxicas para el animal e incluso para el hombre.



Figura 11-4 *Cuando se analiza la posibilidad de ensilar un lote, unos de los puntos a evaluar es la densidad de plantas del mismo para asegurar una buena producci n de MS.*



Figura 11-5 *El cuidado en la elecci n del lote tambi n tiene que ver con la contaminaci n del material que se va a ensilar. Los restos de heces son perjudiciales para la fermentaci n.*

1.5 Cu l es el lote de alfalfa ideal para la confecci n de un buen silaje

Lo más apropiado es elegir una pastura nueva, con una alta población de plantas por m² que aporten un elevado volumen de MS/ha, lo que permite obtener andanas de mejor estructura y tamaño, disminuyendo la necesidad de utilizar rastrillos y minimizando de esta forma el riesgo de incorporar tierra.

En relación a los costos de confección del silaje, nunca se debe dejar de considerar que la maquinaria en líneas generales "cobra por superficie" y en cuanto mayor cantidad de forraje aporte la hectárea de pastura, menor será el precio del kg MS producida.

Otro factor, es que al no haber sido pastoreada, no existen restos de heces que contaminen el forraje (Figura 11-5), además de que la superficie del lote se mantiene más pareja, lo que permite un mejor trabajo de las segadoras, rastrillos y por sobre todas las cosas, los cabezales recolectores de las máquinas picadoras, evitando o disminuyendo la incorporación de tierra, materiales extraños dentro del forraje que se está picando, dando como resultante un proceso más previsible, parejo y de mayor calidad final.

1.6 Momento ptimo de corte de la alfalfa

La calidad del forraje conservado depende en un 70 % del momento en que se realice el corte. Cortando en el momento óptimo, se logra cosechar el forraje cuando éste presenta la mejor combinación entre cantidad y calidad (ver capítulo 4).

Al respecto, se debe destacar en este punto en particular, que algunas veces para simplificar el proceso de confección, se altera el protocolo de utilización variando el momento de corte con el objetivo de concentrar MS, pero eso en la mayoría (sino en la totalidad) de los casos va en detrimento del valor nutricional del forraje, ya que al cortar en un estadío fenológico más avanzado, siempre se disminuirá la digestibilidad del forraje, se resiente la capacidad de ser consumido por incremento de la FDN, además que pasada la floración o bien iniciada ésta, los niveles proteicos decaen independientemente del tipo de pastura que se trate.

Para la alfalfa, y sobre todo cuando se trabaja con variedad de genética moderna, en donde las plantas elongan lo más posible para finalmente florecer, lo ideal es aprovechar el cultivo cuando se inician los rebrotes basales, de igual manera que fue citado en el capítulo de henificación.

Cuando se observan dichos rebrotes se puede asegurar que el sistema de reserva radicular está completo y que se originará un nuevo individuo (rebrote), con lo que no cobra sentido demorar el corte (Figura 11-6).

Si se corta antes, se consigue incrementar la calidad aúnque se resigna cantidad de MS a conservar, además de producir un envejecimiento prematuro de la pastura en el caso de la alfalfa. Por el contrario, si se demora el inicio del corte, se logrará conservar mayor cantidad de MS/ha pero esta tendrá menor digestibilidad y por consiguiente se obtendrá un forraje con menor valor nutritivo. Cuando se trabaja con pasturas consociadas, se debe tomar como referencia el punto óptimo de la pastura predominante, ya que es esta la que determinará el tipo de fermentación y por ende la calidad del forraje conservado (Tabla 11-1).



Figura 11-6 *Cuando se observan los rebrotes basales, el corte favorecer el desarrollo de los mismos sin afectar la producci n de la pastura*

Tabla 11-1 *Comparaci n entre silajes seg n momento de corte. Fuente: INTA Rafaela.*

Pastura	Estadio fenólogico	MS	PB	FDA	FDN	DIVMS
Alfalfa	10 % floración	24,1	21,3	43,7	35,3	60,8
Alfalfa	50 % floración	26,1	14,3	64,7	40,5	51,8
Avena	Grano lechoso	26,5	11,9	60,9	38,2	51,2
Avena	Grano pastoso	35,0	11,6	65,8	37,1	43,8

1.7 Porcentaje de humedad del forraje a picar

El contenido de humedad al momento del picado es uno de los factores que mayor influencia tiene en el proceso de conservación. Un ejemplo de esto lo dan los altos valores de pérdidas de MS que sufre el forraje a través de efluentes, cuando se pica con humedades excesivamente altas, los que pueden alcanzar valores de 60 a 70 gramos de MS por kg de material original (6 a 7 %).

Un forraje que tenga un porcentaje de humedad mayor al 85 %, producirá aproximadamente 180 litros de efluente por tonelada, mientras que si el porcentaje de humedad está en valores cercanos al 75 %, el efluente producido oscilará entre los 20 y los 75 litros por tonelada.

Si se pretende obtener alta calidad en los silajes de pasturas, debe cortarse en el momento óptimo para cada especie.

Para que la fermentaci n se realice en forma correcta, el forraje debe picarse cuando contenga alrededor del 40 – 45 % de MS y en el caso de que se trabaje con sistema de almacenaje en bolsas pl sticas incluso se puede superar el 45 % de MS.

En el caso puntual del silaje de alfalfa, la concentraci n carbohidratos solubles es fundamental en la confecci n de silajes proteicos y el preoreado es el m todo m s eficiente para lograr dicho objetivo.

Lo más conveniente para lograr estos porcentajes de humedad en forma rápida y eficiente es la utilización de cortahileradoras provistas de rodillos acondicionadores.

Este tipo de maquinaria favorece un rápido oreo por las vías de salida del agua que provoca en los tallos, facilitando la concentración de nutrientes con mínima pérdida por respiración.

Es importarte la utilización de corta hileradoras de disco con plataforma flotante, ya que éstas copian continuamente las irregularidades del terreno y cortan la pastura a una altura regular y uniforme, permitiendo a los cabezales de recolección trabajar de manera eficiente sin riesgos de incorporación de tierra.

La utilización de este tipo de implementos permite obtener la humedad deseada en el forraje en menos tiempo que cuando se utilizan cortadoras sin acondicionador, minimizando el tiempo de permanencia del forraje en el campo, con el riesgo de que lo afecte alguna lluvia, incluso perdiendo calidad, debido a que durante la respiración dicho forraje consume los carbohidratos que le son esenciales para una correcta fermentación dentro del silo, a la vez que disminuye su calidad nutricional.

A pesar de que parezca contradictorio, una buena práctica es (en el caso que haga falta), hilerar el forraje casi inmediatamente después de cortado ya que si en algún caso se produce una demora en el equipo de trabajo, la humedad correcta del forraje se va a mantener por más tiempo pudiendo picar mayor cantidad de forraje en el momento óptimo de acuerdo a su nivel de MS. Para este tipo de material pesado, lo más correcto es utilizar rastrillos giroscópicos (Figura 11-7).

Debe quedar claro que los cabezales de corte picado directo no son los apropiados para trabajar en la confecci n de silajes de alfalfa. El argumento, muchas veces escuchado, que con estos cabezales el contratista o el productor pueden realizar silaje de maíz, sorgo o pasturas sin necesidad de disponer de dos cabezales pierde sustento, ya que por lo antes mencionado la única forma de poder cortapicar la pastura en forma directa en el momento que contenga el porcentaje de humedad apropiado (60 %), es cuando se encuentra en un estadio fenológico avanzado de su madurez, con lo que se lograría una fermentación correcta pero el valor nutricional del silo sería de regular a malo.



Figura 11-7 *La utilizaci n de rastrillos de grandes anchos, ayuda a conservar el porcentaje de humedad correcta del forraje.*

La manera más eficiente de trabajar para lograr un buen silaje de pasturas de alfalfa, es utilizando corta hileradoras equipadas con acondicionadores mecánicos, esperar a que el forraje tenga el porcentaje de humedad adecuado y luego comenzar a trabajar con la picadora con recolector de hileras (Figura 11-8 y Figura 11-9).

A los fines de hacer más eficiente el uso de maquinaria, lo ideal sería contar con corta hileradoras de grandes anchos de trabajo, para lograr hileras voluminosas minimizando la utilización de rastrillos.

De esta manera se bajan costos operativos, y se mejora la capacidad de trabajo de las picadoras sumado a que se minimiza el riesgo de contaminación con tierra del forraje.

La determinación exacta del porcentaje de humedad al momento de picado, es uno de los aspectos fundamentales de ajuste, teniendo en cuenta que el porcentaje óptimo de humedad para la confección de un silo de alfalfa, como ya fue mencionado, está entre el 60 % y 55 %. En el caso de un silo aéreo es conveniente trabajar cerca de 40 % de MS, mientras que se puede confeccionar un poco más seco cuando se ensila en bolsa por la facilidad de lograr condiciones de anaerobiosis.

La importancia de realizar los silos de alfalfa con estos porcentajes de humedad, reside en que por debajo de estos no se logra una correcta fermentación, obteniéndose un silo atabacado y con alta población de hongos y por consiguiente micotoxinas (Figura 11-10), mientras que si trabajamos por encima de estos rangos, tendremos una gran cantidad de pérdidas por efluentes, que son los que contienen todos los nutrientes digestibles de mayor calidad de la pastura que estamos ensilando, además de producir una fermentación indeseable (tiende a ser butírica en especies de alto contenido proteico).



Figura 11-8 *La forma correcta de realizar un silaje de alfalfa es realizando el corte de la pastura, preoreado y luego recolectado con la picadora equipada con el pick-up.*

1.8 Medici n de humedad a campo

Para poder estimar el contenido de humedad del forraje, existen diferentes métodos por medio de los cuales se valora la MS ó directamente el porcentaje de humedad que éste posee.

Un método práctico, es el que se describió en el capítulo de henolaje, con la utilización de horno microondas.

La utilización de humedímetros electrónicos es un sistema práctico y de bastante exactitud, además de estar ahora disponibles en el mercado a precios accesibles (también fueron descriptos anteriormente).

Un detalle a tener en cuenta es que cuando se utilicen humedímetros como los que tienen solo sensores de puntas para medir humedad en los rollos, se debe retorcer el forraje tratando de generar condiciones de compactación y luego introducir el sensor en el mismo, para realizar la lectura correspondiente (Figura 11-11).

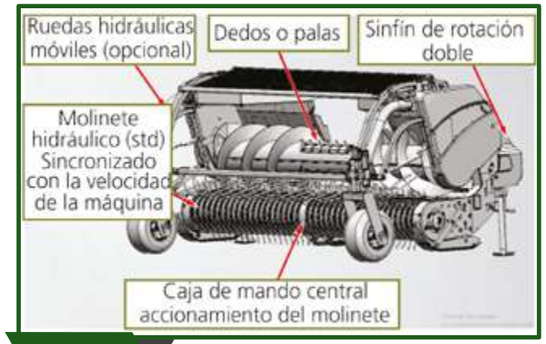


Figura 11-9 *Detalle de cabezal recolector pick-up de una picadora.*



Figura 11-10 *Silaje oscuro y con alta concentraci n de hongos, por excesivo y o falta de compactaci n*

De todos modos cabe agregar que siempre es mejor trabajar con los aparatos que miden humedad dentro de baldes con el sensor correspondiente, teniendo en cuenta siempre que los baldes o recipientes utilizados para simular las condiciones de compactación, deben ser de material plástico, para no alterar la conductividad eléctrica y por consiguiente la medición (Figura 11-12).

Cuando se confeccionan silos de alfalfa, no se deben ahorrar esfuerzos en la identificación del correcto porcentaje de humedad del material, ya que este factor es determinante para el logro de un forraje altamente digestible, con el menor porcentaje de pérdidas posible.

Un método de trabajo que ayuda a incrementar la eficiencia o ajuste de la medición de humedad, es tomar muestras de la hilera de pasto y hacer una lectura, posterior a la misma, hacer una prueba de picado y en este caso, hacer la medición con material picado.

Por lo general se establecen diferencias de entre 6 y 10 puntos de MS, lo cual se puede deber a dos factores fundamentales:

Al cortar el forraje existe ruptura de pared celular, lo cual puede liberar mayor cantidad de fluidos en la masa analizada.

El forraje picado, logra mayor contacto con los sensores de los medidores de humedad generando mayor conductividad eléctrica y por lo tanto mediciones de mayores índices de humedad.

Por esta razón, siempre es conveniente hacer un doble chequeo de la MS del forraje, y aúnque este proceso parece engorroso y poco práctico asegura que se trabaje con los parámetros más ajustados minimizando riesgos en el proceso fermentativo.



Figura 11-11 *Es importante retorcer el forraje antes de realizar la evaluaci n con humed metros electr nicos.*



Figura 11-12 *Es importante retorcer el forraje antes de realizar la evaluaci n con humed metros electr nicos.*

Una señal visual que sirve de parámetro para la estimación de MS del forraje que se ensilará, es la observación del material en la descarga de silo.

Cuando se ve que este queda formando una pared y no se desmorona, por lo general estamos en un rango de humedad adecuado para la confección de silajes, en cambio cuando está demasiado húmedo o bien, más seco que lo que corresponde, suele ocurrir también que el montón que se forma no tiene consistencia y se desmorona con mayor facilidad (Figura 11-13).

1.9 Tama o y uniformidad de picado

Este aspecto es de fundamental importancia, por cuanto de él depende la mayor o menor facilidad de compactación del material al momento de realizar el silo, teniendo en cuenta que por las características de humedad y fibra del forraje, este tiende a ser bastante desparejo. El tamaño ideal de picado para pasturas está comprendido alrededor de los 15 mm priorizando siempre la uniformidad de picado.



Figura 11-13 *Cuando se observa que quedan formadas paredes en material descargado, se puede estimar que se est trabajando en el rango de humedad adecuado.*

Una de las formas prácticas para medir si estamos picando en el tamaño adecuado es tamizar una muestra del material con un tamiz que tenga cribas de 19 mm de diámetro, una vez tamizada la muestra debe quedar sobre el mismo solo un 20 % del material.

Uno de los fundamentos para indicar este largo teórico de picado es la mayor facilidad para compactarlo o embolsarlo, ya que de esta forma el material no presenta aglomeraciones, evitando así las sobrepresiones en las bolsas y facilitando la eliminación del aire mediante la compactación del material, en el caso de ser silo Puente o Bunker (Figura 11-14).



Figura 11-14 *El picado desuniforme del material, puede ser producto de la falta de material en las hileras o del desajuste de la picadora, siendo la primera la m s com n.*





Figura 11-15 *Rodillos alimentadores trabajando incorrectamente con baja cantidad de pasto (arriba) y correctamente con mayor volumen (abajo).*

Un factor que influye en forma directa sobre la uniformidad de picado es el volumen de las hileras, ya que al ser voluminosas, el sistema de sujeción de la picadora (rodillos alimentadores) trabaja con mayor eficiencia y logra un picado más parejo, facilitando la compactación independientemente del sistema de almacenaje que se utilice (bolsa o aéreo) tal como se observa en la figura 11-15.

Para que las cuchillas realicen un corte neto y parejo contra la contracuchilla es necesario que los rodillos alimentadores entreguen una cantidad pareja de forraje, de modo tal que el material no se escape y quede bien sujeto (Figura 11-16).

Cuando las andanas no son voluminosas, los rodillos no pueden ejercer la suficiente presión sobre el forraje, por lo tanto, cuando la cuchilla pasa, arrastra y desgarra el material, dando como resultado un silo con una gran variabilidad en el tamaño de picado, además de mayor consumo de potencia para el corte y mayor desgaste de los elementos de corte.

Es por ello que resulta conveniente tener pasturas bien densas, además de juntar una buena cantidad de material. A los fines de juntar mucho material minimizando el uso de los rastrillos, se puede trabajar con nuevas herramientas presentándose dos alternativas principales:

Agrupadores de hileras adosados a las cortadoras que permiten juntar material, sin contaminarlo, gracias a un sistema de noria de accionamiento hidráulico que está montado en la parte posterior de las cortadoras acondicionadoras y que juntan hileras, a medida que se va efectuando el corte (Figura 11-17).



Figura 11-16 *Para que las cuchillas del rotor picador realicen un corte neto y parejo contra la contracuchilla, es necesario que los rodillos alimentadores entreguen una buena cantidad de forraje.*





Figura 11-17 *Sistema de agrupadores de andanas adosados a las cortadoras, que juntan dos hileras sin necesidad de usar rastrillos, mejorando la higiene del forraje.*





Figura 11-18 *Actualmente se dispone de equipos autopropulsados que trabajan con pilotos autom ticos con se al correctora RTK y permite hacer un triple andanado. El primer paso es abrir una melga tirando el material cortado al medio (arriba) y luego realizar dos pasadas paralelas a esta primera pero con el desplazador activado, para arrojar el pasto sobre hilera (abajo).*

Cabezales de recolecci n de gran ancho para poder juntar dos hileras, sin necesidad de uso de rastrillos o cualquier otro implemento para la formación de hileras más densas. De esta manera la picadora trabaja con altos volúmenes de forraje, minimizando la contaminación con tierra y el tránsito en los lotes de pasturas, con la mejora en las condiciones edáficas y disminución de costos operativos (Figura 11-19 y Figura 11-20).



Figura 11-19 *Segadora autopropulsada con sistema triple hilerador (15 m de ancho de corte en una sola andana).*





Figura 11-20 *Cabezales de gran ancho que evitan el uso excesivo de los rastrillos, para lograr volumen de carga en las picadoras, facilitando el largo de corte consistente.*

1.10 Contaminaci n del forraje a conservar

Como ya fue mencionado en repetidas ocasiones, deben extremarse los cuidados para evitar el agregado de tierra al material a ensilar. La herramienta que más contamina el forraje cortado es el rastrillo, por lo tanto debe procurarse cortar con máquinas de gran ancho de labor y pasturas de buen volumen, tratando de evitar al máximo su uso.

En el caso de necesariamente tener que recurrir al empleo del rastrillo, realizar un correcto ajuste y calibración para que mueva toda la andana sin que toque el suelo. También existen disponibles en el mercado, herramientas que no se accionan al contacto con el suelo, como normalmente ocurre con los rastrillos estelares. Estos implementos son accionados por la toma de potencia del tractor, como ocurre con los giroscópicos, o a través de motores hidráulicos como los equipos de barras laterales oblicuas.

La ventaja de este tipo de herramientas, radica en que son menos agresivos para el forraje y al no rozar con el suelo, no arrastran residuos de cosechas anteriores ni restos de tierra o heces que se encuentren en el campo (Figura 11-21).

Otra alternativa de trabajo, sobre todo en zonas donde se hace mandatorio evitar el contacto del rastrillo con el suelo, por ejemplo cuando existen riesgos de recolectar piedras, son los agrupadores de hilera o "merger", que se accionan con un mando hidráulico, recolectan el forraje y mediante una noria lo depositan junto a las hileras laterales.

De esta manera el forraje siempre está limpio y se evita casi en su totalidad la recolección de objetos extraños, preservando no solo la calidad del forraje sino también el resto del equipamiento comprometido en la confección del silaje (Figura 11-22).



Figura 11-21 *Los rastrillos girosc picos representan una herramienta muy til al momento de juntar hileras en la confecci n de silos de pasturas.*







Figura 11-22 *Merger o agrupador de hileras que favorecen el trabajo r pido y limpio en la confecci n de hileras de gran porte.*

Dadas las condiciones de trabajo y fermentación reinantes en los silajes de leguminosas, con limitantes para su fermentación (altos niveles de N, elevada MS y mayor riesgo de contaminación con tierra), resulta crucial extremar los cuidados para que los acoplados o camiones que trasladan el material del campo a la estructura de almacenaje, no contaminen con tierra las diferentes capas de forraje que se están trasladando. La forma correcta de trabajar consiste en descargar el material en la base del silo y subirlo con tractores equipados con palas frontales, que no necesiten bajar del silo para desparramar el material a compactar.

Se recuerda que en la tierra se encuentran los clostridios que producen fermentaciones del tipo butíricas, que no solo son ineficientes, ya que consumen el 24 % de los azúcares contenidos en el forraje a conservar, sino que además disminuye la aceptación por parte de los animales que lo van a consumir.

1.11 Estructuras de almacenaje

Teniendo en cuenta el reducido volumen de producción de material a picar por hectárea, en comparación con el maíz o sorgo y las dificultades en el picado que ese escaso volumen produce, es común que exista desuniformidad en el tamaño de picado, por consiguiente también problemas relacionados a la compactación.

Por otra parte, la superficie necesaria para la confección de un silo aéreo debe ser lo suficientemente grande para justificar la construcción de un puente o bunker, lo que normalmente no ocurre, confeccionándose en la mayoría de los casos silos de poca altura y con excesivas pérdidas en la superficie del mismo, en referencia a la masa total ensilada. Por esta razón, sumado a la tasa de uso o extracción diaria en los silajes de pasturas es que el sistema de embolsado, se presenta como una excelente alternativa, ya que no se necesita completar una bolsa sino que además se permiten confecciones parciales en la medida que haya disponibilidad de material y el proceso fermentativo se cumple perfectamente, asegurándose calidad en el forraje conservado.

Con respecto a la conservación en bolsas, siempre se debe ser muy cuidadoso en la confección, ya que el material que está preoreado, no "corre" con facilidad y a veces dificulta el trabajo.

El primer punto a considerar es que los camiones que se utilizan para al traslado del forraje, tenga una buena altura de descarga y que la caja no presente ningún obstáculo, como ganchos o barras internas que impidan que el forraje se deslice con facilidad (Figura 11-23).

Una de las herramientas que mejoran mucho el flujo del material y facilitan incluso la alimentación y por consiguiente formación de las bolsas, son los acoplados con sistemas hidráulicos internos, los cuales sirven tanto para pre compactar el material a campo, aumentando la capacidad de carga y haciendo más eficiente el traslado, como para la descarga, forzando la salida del forraje que de otra manera se descargaría con mayor dificultad y probablemente requiriendo más tiempo (Figura 11-24).



Figura 11-23 *La facilidad de la descarga posibilita que el llenado del silo sea m s gil.*





Figura 11-24 *Los acoplados con sistemas de precompacta i n, ayudan no solo en el traslado m s eficiente del material del campo a la estructura de almacenaje, sino que adem s agilizan la descarga del forraje.*

Cuando se elaboran bolsas de pasturas, principalmente de alfalfa, se tiene que poner especial cuidado en el llenado del túnel de compactación y la formación de la bolsa, ya que al ser la pastura un material que no fluye fácilmente, se tienden a formar zonas flojas y zonas de sobrepresión en detrimento de las condiciones de anaerobiosis y del estiramiento parejo de la bolsa (Figura 11-25).

Uno de los aditamentos de las bolsas, que ayudan en gran medida a mejorar la calidad de confección de las mismas bolsas, son los batidores superiores que están en la bandeja de descarga, los cuales ayudan a uniformar la entrada del forraje en el rotor de alimentación. Si este segundo batidor (superior), tiene un sentido de giro contrario al inferior, ayuda aún más a generar este efecto (Figura 11-26).

De acuerdo a lo citado en el capítulo correspondiente a embolsadoras, las máquinas que cuenten con túnel de compactación de mayor largo o extensible, siempre permitirán un mayor grado de compactación, con menor estiramiento de la bolsa, con las ventajas que esto trae aparejado.



Figura 11-25 *Las bolsas de alfalfa por lo general son mucho m s desparejas en su confecci n que las de ma z o sorgo picado.*



Figura 11-26 *El rotor superior ayuda a ir "enrazando" el material en la bandeja de descarga.*

Se debe tener en cuenta que no es común que los productores dispongan de superficie considerable para ser destinada a corte, ya que si se considera una producción de 2.000 kg MS/ha por corte, de los cuales se aprovecha solo el 90 %, serán necesarias aproximadamente 34 ha de alfalfa de excelente condición para completar la bolsa de 56 metros, con 200 t de silaje por bolsa.

1.12 Reglas pr cticas para lograr calidad en un silo de pasturas de alfalfa

- Realizar siempre el premarchitado de la pastura a ensilar. No es conveniente hacer corte picado directo, ya que el porcentaje de pérdidas por lixiviación de azúcares puede ser elevado, además se corre el riesgo de que se produzca una fermentación indeseable. Por ello el contenido de humedad para la confección debe ser de entre el 65 % y el 75 %.
- Evitar dentro de lo posible utilizar rastrillos cuyos dientes agreguen tierra a las andanas, por ello la tendencia marca la adopción de corta-hileradoras de mayor ancho de labor o bien con norias juntadoras de andanas.
- Utilizar cortadoras acondicionadoras para acelerar la pérdida de humedad del forraje, disminuir el tiempo de permanencia en el campo y lograr un secado uniforme de tallo y hojas.
- Trabajar con picadoras de precisión provistas de cabezal recolector de andanas y si es posible de gran ancho, para recolectar dos o más hileras en una sola pasada.
- Picar el material en un tamaño comprendido alrededor de los 15 mm, priorizando siempre la uniformidad de picado.
- Tapar el silo con nylon luego de su confección, procurando lograr hermeticidad en el mismo.
- En volúmenes que no superen los 400 mil kilos de MV, se aconseja utilizar silos bolsa, ya que las pérdidas en silos aéreos son muy elevadas, resultando más económica la contratación del servicio de embolsado.
- Cuando se trabaje con el sistema de silo bolsa, trabajar con los batidores de la embolsadora con un sentido de giro opuesto al que se trabaja en maíz, para desagregar las porciones de forraje que presentan aglomeraciones y por consiguiente sobrepresiones en la estructura del silo.
- Trabajar en lo posible con acoplados o camiones, con sistema de descarga forzada, para lograr una alimentación gradual de la máquina, evitando zonas de sobreestiramiento de la bolsa.
- Durante el suministro, utilizar un sistema de extracción que disminuya las pérdidas por remoción de la pared expuesta del silo.

2. Silaje de Cereales de Invierno

- Por Jonatan N. Camarasa

Los cereales de invierno (CI) que pueden ser usados para silajes, incluyen **avena, cebada, centeno, trigo, raigr s y otros**, siendo opciones para realizar reservas en otra época del año que no sea la estival. Algunas de las ventajas que presentan los cultivos de invierno para silaje son:

1. Fuente de fibra, energía y proteína: al igual que otros silajes, estos constituyen una adecuada opción para suplementar a los animales, cubrir déficits y para reemplazar a las pasturas cuando acontecen problemas climáticos (sequía e inundación) que impiden el pastoreo normal.

2. Práctica que posibilita la realización del doble cultivo en el año (silaje de CI + silaje /grano de maíz; silaje de CI + silaje/grano de soja, etc.), ya que se siembran más tarde en relación a los verdeos para pastoreo. Además posibilita la rotación en lotes para agricultura, con aptitud para soja, que tanto auge ha tenido estos últi-

mos años. Entrega el lote libre de malezas para agricultura.

3. Aportan más estabilidad al sistema productivo al producir silajes en diferentes épocas del año, y de esta manera se diversifican riesgos.

4. La fecha de picado y confección es un momento donde hay una gran disponibilidad de empresas que realizan el servicio, ya que las mismas tienen su época de mayor trabajo durante el fin del verano al otoño.

2.1 Momento de picado de los cereales de invierno

El estadio óptimo de corte va a estar en relación a los objetivos productivos que tengamos planteados en nuestro sistema ganadero, optando por la calidad del forraje cuando sea para categorías animales con mayores requerimientos o, en caso contrario, buscando mayores rendimientos con menos calidad.

Para el momento de la cosecha se debe considerar lo siguiente:

- Efecto en el rendimiento de MS
- Uso final del silaje. Para altas producciones animales vs. nivel de mantenimiento
- Disponibilidad de maquinaria para cosecha
- Siembra de primavera, considerar el cultivo siguiente
- Condiciones meteorológicas durante la cosecha
- Tipo de suelo y las condiciones de humedad del suelo en la cosecha

2.2 Par metros a tener en cuenta en el momento de la cosecha

2.2.1 Contenido de MS

El contenido de MS recomendada en el que se cosechan los cultivos de invierno para silaje varía, pero la mayoría acepta un rango de 35 % a 50 % de MS.

El contenido de MS en los cereales de cultivos se puede determinar mediante el uso de la técnica de microondas o estufas de secado y/o el uso de la etapa de crecimiento como guía.

1. Microondas o estufa de secado hasta alcanzar la estabilización del peso seco de la muestra de material.

2. Fase de crecimiento

En los CI a medida que avanzan los estado fenológicos la planta cambia, madura, y junto a esto hay un aumento en el contenido de MS de la planta, mayor acumulación de almidón y disminución de la digestibilidad de la fibra. Dependiendo del uso final del ensilado, los CI pueden cortarse en dos etapas de crecimiento.

1. Hoja Bandera-espiga embuchada

2. Grano lechoso-pastoso

La hoja bandera, por lo general es una hoja más ancha que la mayoría, es la última hoja en expandirse antes que la espiga comienza a emerger. Todos los cultivos de invierno pueden ser cosechados durante esta etapa, siendo la producción de energía alta (más de 2,4 Mcal EM/kg MS), pero tendrán un menor rendimiento, en comparación con su potencial, si se cosecha en las etapas de formación de grano (Figura 11-27).

Si se quiere un ensilado de alto valor nutritivo, deben ser cosechados en la etapa vegetativa a pesar de que se deberá realizar un premarchitado, para alcanzar el valor recomendado de MS antes del embolsado. Las plantas tendrán en esta etapa las hojas y tallos, suculentos y de alto valor nutritivo.





Figura 11-27 *Cuando se decide ensilar en hoja bandera la secuencia de trabajo es realizar primero un corte para generar un preoreo y luego pasar la picadora con el recolector pick-up.*

En el caso de confeccionar silaje de cereales de invierno cortando la pastura en estadios tempranos (hoja bandera), pueden utilizase segadoras con acondicionador, ya sean de rodillos o bien de dedos, pero en líneas generales y considerando el volumen de forraje que se persigue, los de rodillos suelen ser los más eficientes.

Cuando se trabaja con cereales de invierno, como cebada, trigo, avena, se debe considerar que los mismos tienen una relación grano-planta más similar a un cultivo de verano como maíz o sorgo para lo cual es fundamental considerar en primer lugar cúal es el objetivo o fin que se le dará al silaje confeccionado.

Debido a la relación grano-planta de estas especies, es que en la mayoría de los casos se considera a estos cultivos como una forraje energético y fibroso, lo mejor será realizar un corte directo con cabezales de corte adaptados a las picadoras, y aprovecharlos en estadio de grano pastosos a pastoso duro, observando siempre cuál fue el desarrollo del cultivo y las condiciones climáticas preponderantes, para evitar la caída de granos y con esto la disminución del valor nutricional de forraje conservado.

A medida que la planta alcanza la madurez, los azúcares en los tallos y las hojas son traslocados a los granos y se convierten en almidón. Estos cambios están asociados con cambios en el color de una planta totalmente verde, en las etapas vegetativas, a una planta amarilla en la etapa de grano duro. Los granos a su vez se forman y maduran, pasando por una fase líquido claro, a continuación se convierte en lechosa, en una pasta blanda, pastoso y finalmente a duro y, por último como grano seco adecuado para la cosecha de grano (Figura 11-28).



Figura 11-28 *En el caso de los cereales de invierno es recomendable aprovecharlos como un forraje energ tico y fibroso, realizando un corte directo con cabezales de corte adaptados a las picadoras aprovecharlos en estadio de grano pastoso a pastoso duro.*

2.2.2 Efecto de la MS en el silaje

H medos: si los cereales de invierno se cosechan por debajo de los niveles recomendados de MS (<35 %), el material se somete a una fermentación menos eficiente y menos deseable.

Esto provoca una cierta pérdida de valor nutritivo, ya que puede resultar en que parte de la los nutrientes se laven y se vayan con los efluentes o produce un silaje menos apetecible, todo lo cual reducirá la producción animal en diferentes grados.

Secos: si la cosecha se realiza por encima de los niveles de MS recomendados (>45-50 %), el material ensilado quedaría con un exceso de aire. Esto resulta en mayores pérdidas de MS y del valor nutritivo, debido a una prolongada fase aeróbica del proceso de fermentación y al aumento de la actividad microbiana.

Tras la apertura o perforación por rotura, el aire entra más profundamente en el silaje mal compactado en comparación con uno bien compactado. Este aire provoca el deterioro aeróbico del material ensilado, los microorganismos inactivos se reactivan y aumentan rápidamente en número, las cuales consumen nutrientes valiosos y causan la ruptura de proteínas (de proteína verdadera a nitrógeno no proteico). Debido a lo anterior se producirá rápidamente un aumento de la temperatura y crecimiento de hongos.

Esto también conduce a altas pérdidas de calidad y de MS durante la fase uso y entrega del silaje como alimento, lo que resulta en una menor producción animal.

Cuanto mayor es el contenido de MS de los cultivos de invierno en la cosecha, más rápido deberá ser el avance del frente del silo.

El picado con un tamaño de partícula corta o chica puede corregir parcialmente los problemas de silajes secos, y también asegura un mejor mezclado de espiga, tallos y hojas.

Además se produce menos desperdicio ya que los animales no pueden seleccionar fácilmente las diferentes partes de la plantas cuando (el animal) se alimentan.

El aumento de la densidad de material compactado (densidad kg/m^{-3}) también reduce la tasa a la cual se produce el deterioro aeróbico cuando se abre el silo, es un problema común aúnque no es insuperable con los silajes de cereales.

2.2.3 Implicaciones pr cticas de la poca de la cosecha

Hay algunas implicancias prácticas a considerar en el momento de corte de los cultivos de invierno.

1. **Altura de corte**

La altura de corte es generalmente entre 7-10 cm por encima del nivel del suelo. Un corte superior dará lugar a un ligero aumento en el valor nutritivo, pero los rendimientos en consecuencia serán menores.

Trabajos extranjeros han observado que en cultivos con rendimiento de 15 t MS/ha, el aumento de 10 cm en la altura de corte reduce el rendimiento en aproximadamente 1 t MS/ha y la concentración energética aumenta 50 Kcal/kg MS. Si se corta y se hace el premarchitado, la altura de corte más alta también tiende a que el contenido de MS sea mayor y que la tasa de secado sea más acelerada. También se reduce el riesgo de contaminar el material picado con tierra.

2. **Premarchitamiento**

Los cultivos de invierno en las etapas vegetativas, como ya fue mencionado, presentan un bajo contenido de MS y además una elevada capacidad de tampón, es decir, que son "reacios o difíciles" para producir niveles deseables de ácido láctico para el éxito de la fermentación del silaje.

Este problema puede ser superado cuando la cosecha se realiza a más del 33 % MS. Si no es el caso y el material tiene menos de 33 % MS se puede realizar el corte, se deja el material orear durante algunas horas en el lote (premarchitado) y luego se realiza la recolección y el picado del mismo.

Las pérdidas de grano pueden ser ligeramente mayores en cultivos premarchitados debido a la acción de la máquina y, sobre todo si se rastrilla antes de la cosecha y, como consecuencia, el rendimiento de MS y valor nutritivo también serán ligeramente menores.

3. **Efecto del clima en las velocidades de secado**

Las condiciones climáticas cuando se acerca la cosecha tiene gran influencia en la tasa de secado. La cebada por ejemplo puede estar en aproximadamente 1,5 a 2 % por día.

Sin embargo, bajo condiciones muy calurosos y secos, estas velocidades de secado aumentarán sustancialmente y viceversa.

2.2.4 Inoculantes para ensilajes de cereales de invierno

La correcta conservación del forraje como silaje, depende de la ausencia de oxígeno y de la acidificación del material, que se produce cuando hay suficiente concentración de ácido láctico, el cual es producido por la población de bacterias ácido-lácticas presentes de forma natural en la planta o con el agregado de inoculantes con bacterias homofermentativas.

Comparados al maíz y sorgo, los cultivos de invierno para silaje son recursos con menos carbohidratos solubles y, por tanto, la fermentación láctica durante el almacenamiento, aún con un compactado adecuado, es más lenta y menos estable.

Para lograr una correcta conservación del forraje, el pH que debe alcanzar la masa ensilada deberá ser cercano a 4. En los casos de los cultivos de invierno, los valores de pH están alrededor de 5,5 produciendo fermentaciones indeseables, pérdida de MS y de calidad.

En INTA Pergamino se realizaron ensayos de cebada que se cosecharon en estado de grano pastoso. Se utilizó un inoculante que contenía bacterias homofermentativas y se aplicó siguiendo las especificaciones del producto, siendo su concentración de 2,6 M células de bacterias ácido lácticas/ml. En función del presente trabajo se pudo concluir que el silaje de cebada, cuando es inoculado con bacterias homofermentativas, presenta menor pérdida de MS que el control (sin inocular), debido posiblemente a una menor respiración de carbohidratos soluble en agua y ácidos orgánicos, que se observa por una menor temperatura alcanzada por el silaje.

En ambos tratamientos se observa un adecuado valor de pH (< 4,5), para una correcta y prolongada conservación aúnque en el tratamiento inoculado lo alcanzaría antes de tiempo. No se observó que el inoculante mejore la calidad nutricional del ensilaje.

Otro trabajo realizado por Gutiérrez y Viviani Rossi (2008) en la confección de silo de raigrás anual se ha evidenciado el beneficio del uso de inoculantes cuando este es cortado y ensilado directamente con alto porcentaje de humedad (< 20 % MS). En este caso, el inoculante determina mejor calidad fermentativa (> % de MS y < pH) con respecto al material cosechado sin tratar. También se observó un incremento en el % FDN, % PB, % CHS y % de degradabilidad de la MS.

Tabla 11-2 *Calidad nutricional de distintos cultivos de invierno.*

	FDN, %	DFDN, %	DVIVMS, %	EM, Mcal kg MS
Avena	59.7 c	32.5 b	59,7 b	1.74 b
Cebada	54.5 b	46.7 a	71.1 a	2.14 a
Trigo	43.7 a	37.5 b	72.8 a	2.20 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p < 0,05).

2.2.5 Calidad nutricional

El silaje es siempre ligeramente inferior en calidad que el material original. Por lo tanto, el primer paso en la producción de silaje de calidad es la cosecha de forraje de alta calidad. Las pérdidas de los silaje se inician cuando se corta, que los azúcares y proteínas se descomponen por las enzimas y bacterias.

La calidad nutricional en los distintos cultivos de invierno es diferentes (Tabla 11-2).

El trigo y la cebada son alternativas válidas para obtener silaje de cultivos de invierno de alta calidad y posibilitaría mejores resultados productivos cuando son usados en suplementación o como única fuente energética en dietas a corral.

3. Anexo primero: Silaje de soja

Si bien el ensilado de la planta entera de soja no es una técnica novedosa, la reducida superficie destinada a eso hace que no sea muy frecuente su implementación y que muchos de sus aspectos técnicos sean todavía desconocidos. Además, por ser un cultivo contemporáneo con el maíz, generalmente se prioriza este último por la ecuación costo/rendimiento.

En ciertas ocasiones, por una coyuntura climática como una sequía, suele tomarse la decisión de ensilar un lote de soja que había sido planificado para cosecha de granos. Ante este contexto, lo primero que se debe tener en cuenta es que la mayoría de los cultivos que hayan sido pensados para grano, y que luego se deriven a reserva como ensilado, no han sido pensados para este último fin; por lo tanto es conveniente consultar con los asesores de la nutrición la factibilidad de su incorporación en las dietas, a los fines de no destinar recursos que luego no será fácil incluir en la ración.



Figura 11-29 *Silaje de soja, que ser a m s correcto llamarla "henolaje de soja" por el contenido de MS, es recomendable llevarla a cabo superando siempre el 40 % de MS.*

3.1 Consideraciones a tener en cuenta a la hora de confeccionar eficientemente un silaje de soja:

La soja, al igual que la alfalfa, pertenece a la familia de las leguminosas, lo que nos indica que poseen considerables niveles de proteínas en relación a la cantidad de azúcares fermentecibles, sumado a que en estados fenológicos avanzados, poseen altos contenidos de humedad, lo que le brinda una condición que puede derivar en procesos de fermentación indeseados (clostridiales), si no se controlan ciertas condiciones.

El cultivo de soja presenta alto poder buffer, por lo que es recomendable picarlo cuando contiene entre el 40-45 % de MS, siendo necesario y recomendable para ello, realizar un oreado previo que permita lograr dichos valores, si el cultivo en pie no alcanza tales porcentajes de MS.

El silaje de soja, como el de cualquier leguminosa, cosechado con contenidos de MS inferiores 40 %, manifiesta problemas en el proceso de conservación, que se denotan en valor de nitrógeno amoniacal sobre nitrógeno total (>10 % N-N/Nt) y pH (>4.5), Romero (2006) encontró valores de $N\text{-}NH_3$/Nt 35.4 % vs 7.5 % para henolajes con 24 y 45 % de MS respectivamente.

Esta leguminosa, al poseer un alto contenido de proteína y un bajo porcentaje de azúcares, es un cultivo con mayores dificultades para su conservación como silaje, comparada a un maíz o sorgo. El mínimo de 40 % de MS planteado, responde a un mejor control de proceso fermentativo y a la mayor capacidad de las bacteria lácticas de crecer en medios de menor humedad, lo cual es fundamental para la correcta generación de ácido láctico, logrando un rápido e intenso descenso del pH aumentando la estabilidad de conservación, y evitando el desarrollo de bacterias butíricas (clos-

tridium) que alteran la correcta conservación de la calidad del alimento y pueden, inclusive generar toxicidad. Mejorar la colonización de las bacterias deseables debe ser un objetivo primordial en este tipo de reservas.

Por esto, **el uso de aditivos que mejoren la fermentaci n** (aprobados por SENASA), como sustratos e inoculantes (a tasas mayores a 100.000 UFC/ gramo de silo), es una herramienta de utilidad a la hora de ser más eficientes en la conservación.

El principal factor que influye en la calidad del forraje de soja, es el estado de madurez fisiológica al momento de la cosecha. La concentración de proteína disminuye durante la floración y aumenta durante la formación de la vaina, mientras que la concentración de fibra evoluciona inversamente. La proporción de tallos y hojas de la planta disminuye a medida que aumentan los componentes de la vaina y la semilla.

En estadio de desarrollo R3 y R4, si bien el cultivo ya puede presentar vainas y grano en formación, la calidad del silaje está dada por las hojas verdes y tallos digeribles. Es por esto que en condiciones de picar en estados más avanzados se debe considerar que con un grano más maduro, pueden derivar fermentaciones butíricas por alto contenido oleico, sumado a que el mismo aceite tiende a recubrir la fibra en rumen generando problemas de diarrea. Por ello, se **deber a priorizar el picado previo a estados de R5.**

Como planta en pie, puede variar de contenidos de MS de 24 a 35 % en estados de R3-R5, y con PB desde máximos de 22 a mínimos de 11 %.

En términos de digestibilidad presenta menor calidad que el silaje de alfalfa, conteniendo para los estados recomendados (R3 a R5) alrededor de 50 % de FDN, 40 % de FDA, y alrededor del 9 % de cenizas, obteniéndose digestibilidades de 60 al 65 %.

- El tipo de cultivar también es importante, ya que los cultivares de maduración tardía tienden a producir mayores rendimientos de forraje, pero de menor calidad que los cultivares de maduración temprana, cuando se cosechan en la misma etapa de desarrollo (Hinz et al., 1992).
- Otro aspecto a tener en cuenta, es evitar la contaminación con tierra, favorecido por la contaminación basal de las plantas, o el acarreo desde la andana en casos de preoreo. Esto no solo condicionará la calidad por la contaminación en sí misma, sino que será inóculo de esporas de clostridios.

El tama o de picado dependerá en parte, del rol que este ingrediente cumpla en la ración. Una buena homogeneidad con una regulación alrededor de **10-12 mm de longitud te rica de picado**, facilitará un llenado efectivo y de calidad en la estructura de almacenamiento.

Un factor que influye en forma directa sobre la **uniformidad de picado**, cuando se trate de recolección con preoreo, es la **condici n de la andana,** dado que del volumen de la misma depende la eficiencia con que la picadora realiza el trabajo.

La alternativa de conservar el cultivo siempre es factible de llevar a cabo, pero debe tenerse en cuenta que en caso de no haber sido planificado con dicho objetivo, los resultados no siempre serán los potenciales. Antes de tomar la decisión del cambio de destino de la soja grano a conserva como silaje es importante evaluar con un nutricionista que su nuevo destino traerá más beneficios que problemas y seguir las recomendaciones generales de cualquier ensilaje respecto a buena compactación, tapado, suministro y extracción que se aplican en silos de especies tradicionales.

Desde el punto de vista agronómico, si se toma la decisión de ensilar un lote de soja que se había planificado con destino a cosecha, que de por sí aporta poco carbono al sistema, es evaluar la posibilidad de realizar una siembra temprana de un cultivo invernal, ya sea para grano o para cobertura, con el objetivo de reponer el nivel de rastrojos y cobertura de dicho lote.

12 Henolaje



El henolaje, tradicionalmente conocido como forraje empaquetado, ***es un m todo de conservaci n qu mica que consiste en someter al forraje a fermentaci n, despu s de un premarchitado*** *del mismo logrado por acci n de los agentes atmosf ricos, llegando a porcentajes de MS variables entre el* **40 y el 60 %,** *para luego enrollarlo y empaquetarlo o picarlo y embolsarlo, a los fines de crear condiciones de anaerobiosis que permitan generar una fermentaci n l ctica, para su correcta conservaci n.*

La conservación de forrajes bajo el principio químico de bajo ph y condiciones de anaerobiosis, se puede realizar bajo tres niveles de humedad diferentes, ensilado de alta humedad (=<32 % de MS), ensilado de humedad media (<32 % a 40 % de MS) y ensilado de baja humedad con premarchitado (40 % a 60 % MS). **El ensilado bajo en humedad se conoce como henolaje.**

Si bien el principio de conservaci n es similar al del silaje bajo condiciones de anaerobiosis y ph cido, se diferencia del mismo en que requiere un premarchitado tal que permita una mayor concentraci n de MS y de carbohidratos solubles, para lograr una correcta fermentaci n, m s controlada y m s restringida.

En estas condiciones se produce la denominada fermentación "fría", es decir que en ningún momento el proceso de fermentación debe sobrepasar los 30ºC, donde se logra la acción de los fermentos lácticos gracias a la anaerobiosis y el rápido descenso del pH que se produce.

El proceso de confección de henolaje involucra las etapas de corte de la pastura, preoreado a campo y luego la recolección del material y su empaquetado.

1. Formatos que puede adoptar

Luego del corte y marchitado parcial del forraje, el material puede conservarse en las siguientes opciones:

1. Enrollado y luego empaquetado, conocido tradicionalmente como **silopaq**. Consiste en enrollar y atar el forraje premarchitado, para luego envolverlo mediante un film plástico, por medio de maquinaria dotadas de mesa empaquetadora, hasta cubrirlo totalmente, llegando a producir su cierre hermético. Esta metodología de conservación, llegó a Argentina a mediados de la década del '90. Si bien en un principio encontró aceptación como una alternativa interesante en los lugares en los que era difícil producir heno de calidad, rápidamente se difundió al resto del país por permitir una forma de conservar la alfalfa con alta calidad nutritiva, proveyendo fibra de alta digestibilidad y nivel de consumo y proteínas (verdaderas y nitrógeno no proteico). Actualmente esta técnica también puede llevarse a cabo utilizando megafardos en vez de rollos.

2. Una variante al silopaq es la conocida como **siloline** donde, en lugar de hacer paquetes individuales con cada rollo, se realiza el empaquetado conjunto de una serie de rollos, que se van alineando y arrimando uno contra otro por sus caras planas, al mismo tiempo que se van recubriendo las superficies cilíndricas con polietileno. De esta forma van confeccionando un cilindro continuo dentro de un tubo plástico.

A fines de la década del 90, se comenzó a difundir el uso de las "embolsadoras de rollos" con alta humedad desarrollando esta técnica que no difiere mucho de la del silopaq. Según Romero (2001), básicamente, consiste en confeccionar los rollos con un contenido de MS alrededor del 50 % y colocarlos con una embolsadora en una bolsa de plástico especial. Estas tienen una longitud de aproximadamente 70 m y una cierta capacidad de estiramiento. Una vez colocado el rollo en su interior, retorna a su tamaño anterior, ajustándose bien al mismo, eliminando todo el aire.

Romero menciona las siguientes ventajas de este sistema con respecto al silopaq:

- La máquina es más rápida en el embolsado de los rollos.
- No requiere tractor para su funcionamiento (tiene incorporado un motor de baja potencia)
- Se producen menos movimientos en el campo.
- Con la "embolsadora", una vez que se terminaron de hacer los rollos, se los lleva con el tractor y un transportador hasta donde se encuentra la máquina y ésta, automáticamente, coloca el rollo dentro de la bolsa gracias a un sistema hidráulico que lo empuja hacia el interior.
- Se pueden hacer rollos más grandes (1,3 m de diámetro), esto lo que significa que hay más Kg por rollo y, por lo tanto, menos rollos por ha con menor gasto de plástico.

3. El otro camino que puede seguir el material preoreado, es una alternativa que se difundió en nuestro país a partir del crecimiento del parque de picadoras, y consiste en el picado y embolsado del material premarchitado en los conocidos silo bolsa. Al adoptar el mismo formato que un silaje embolsado, frecuentemente ocurren confusiones respecto a que se trata de uno u otro tipo de forraje conservado, debiendo considerarse para su definición el porcentaje de MS con que es confeccionado el picado y embolsado del material preoreado y así poder afirmar si se trata de silaje o de henolaje.

2. Fundamentos de adopci n

El fundamento de la adopción del henolaje como sistema de conservación de forrajes, es el de acortar el período de permanencia en el campo, cuando las condiciones para alcanzar el porcentaje de humedad en la confección del heno no son adecuadas.

Es sabido que en algunas zonas de producción la frecuencia de lluvias es bastante elevada, incrementando el riesgo de daño al forraje, impidiendo la obtención de henos de calidad por el lavado de los nutrientes y la caída de las hojas (períodos estivales de zonas templadas o zonas tropicales).

Otra de las razones que justifican la implementación del henolaje es la dificultad de secar el forraje en zonas de bajas temperaturas y/o baja heliofanía, como las que ofrece el forraje en épocas invernales, o bien zonas altas de los trópicos.

Al destinar la pastura a henolaje, se acorta el periodo de permanencia del forraje en el campo, se reducen los riesgos climáticos y el tiempo de respiración.

Por otro lado, al confeccionarse la conserva con mayor humedad, en cultivos como alfalfa, la hoja presenta menor susceptibilidad a su caída, permitiendo obtener como resultado final una mayor calidad del forraje conservado.

El henolaje comenzó a difundirse en la Argentina a mediado de los 90' con el ingreso de las primeras empaquetadoras de rollos, como alternativa para aquellas zonas donde se dificulta lograr henos de calidad, en un momento en que existían muy pocos equipos y servicio de picado para ensilaje y que solo podía hacer picado de maíz. Se presentaba como una alternativa que permitía obtener forraje de alta calidad con equipos de bajo costo y sin depender de un contratista, que muchas veces no cubre el servicio por tratarse de baja superficie.

La difusión del henolaje en nuestro país se vio limitada cuando el picado fino de forraje comenzó a expandirse en forma acelerada, a la vez que lo hacía el concepto de TMR realizada en un mixer, siendo que los mixer disponibles en aquel entonces, en general no permitían desmenuzar un rollo de heno, menos aún el de rollos de alta humedad.

A partir de la difusión en los últimos cinco años en la Argentina de las rotoenfardadoras con sistema procesador de fibra cutter, que permiten aprovechar los rollos de silopaq en un acoplado mixer mezclador, y la aparición en el mercado nacional de diferentes opciones de mixer trozadores de fibra, los equipos de henolaje vuelven a cobrar un nuevo impulso en el mercado argentino. La apertura comercial que permite el ingreso de estas tecnologías desde el exterior, es sin duda una causa más de la actual oferta de estos equipos en el país.

3. Ventajas y desventajas del tradicional Silopaq

Las mayores ventajas se relacionan con aspectos agronómicos y nutricionales:

- reduce el riesgo climático (por menor tiempo de exposición en el campo).
- al trabajar el forraje húmedo, las pérdidas de material (principalmente de hojas) en la confección, distribución y suministro, son menores.
- no son requeridos tractores de alta potencia.
- se pueden conservar pequeñas superficies de pastura, a diferencia del silo, que requiere superficies mayores.
- al crearse condiciones de anaerobiosis, el proceso de fermentación es rápido.
- posee bajo requerimiento de mano de obra para la confección.
- no son necesarias inversiones de capital muy grandes.
- no se requieren instalaciones de almacenamiento especiales.
- fácil manipulación para racionar.
- total mecanización de las operaciones.
- se producen bajas pérdidas de almacenaje, de entre el 3 al 7 %.

Las desventajas que presenta esta técnica son principalmente de tipo operativo:

- el transporte, carga y descarga, se dificultan si no se cuenta con equipos adecuados.
- exige sincronización y organización en las tareas de campo.
- es más complicado que la henificación.
- se requiere cierta práctica para determinar el nivel de humedad del pasto a campo.
- se presentan dificultades para mantener la hermeticidad de los rollos almacenados.
- en los casos en que se pierden las condiciones de anaerobiosis (por rotura de la envoltura), las pérdidas son muy importantes.
- el exceso de humedad genera una fermentación incompleta (no se crean las condiciones de acidez) y hay una tendencia a la acumulación de agua en la parte inferior.
- el déficit de humedad no crea las condiciones óptimas para que se produzca la fermentación.

4. Factores que determinan la calidad del henolaje en cualquiera de sus formatos.

1. Elección del lote
2. Especie a conservar
3. Momento y sistema de corte
4. Higiene del forraje
5. Preoreado
6. Época de confección
7. Confección o empaquetado
8. Almacenaje

4.1 Elecci n del lote

El primer factor para la conservación de pasturas en forma de henolaje es la elección del lote a conservar, el cual debe presentar una correcta implantación con alta población de plantas y un volumen de forraje que permita la amortización de la maquinaria utilizada.

Es importante cortar **un gran volumen de forraje a fin de evitar la utilizaci n de rastrillos para la confecci n de las andanas,** disminuyendo la contaminación del forraje con tierra para asegurar un paso más en la obtención de calidad, sabiendo que al ensuciar el material se promueven fermen-

taciones indeseables (butíricas), tal como se lo explicó en el capítulo correspondiente a los procesos fermentativos.

Es importante que los lotes elegidos, sean limpios libres de malezas y preferentemente que no hayan sido pastoreados, para que el valor nutritivo del forraje producido sea el mas elevado posible, el tránsito fácil y la contaminación con tierra y/o restos de bosteo sea mínima (Figura 12-1).

La importancia de la utilización de lotes nuevos y que no hayan sido pastoreados, se debe a que de esa forma existe una mayor uniformidad en el terreno, con lo que al trabajar con las corta hileradoras se evita la contaminación con tierra, además de lograr una mayor velocidad y capacidad de trabajo, incrementando la cantidad de forraje conservado en su porcentaje de humedad óptimo.

La ventaja de la ausencia de animales en el lote, es que de esa forma se evita la contaminación del forraje con restos del bosteo de animales, lo que ocasiona fermentaciones de tipo butírica con la consiguiente pérdida de calidad (Figura 12-2).

La presencia de plagas en el lote también debe ser tenida en cuenta, debido a que disminuyen la



Figura 12-1 *Lote limpio y denso de alfalfa apto para la confecci n de henolaje.*



Figura 12-2 *Restos bosteo en una hilera destinada a henolaje.*



Figura 12-3 *Lote de cebada en el momento ptimo para confeccionar henolaje. Las gram neas son muy aptas para implementaci n de este sistema de conservaci n de forrajes.*

superficie foliar, en detrimento de la capacidad de desarrollo de la pastura y el contenido de proteínas del forraje, por reducción del número de hojas.

4.2 Especies a conservar

Las especies más adecuadas para la confección de henolaje empaquetado o embolsado, son las que poseen un alto valor nutritivo, para que de esa forma justifiquen la utilización de la cobertura plástica y esta pueda ser diluida fácilmente en el costo de confección.

Dentro de las **pasturas utilizadas, las m s apropiadas** son las que presentan una **relaci n az car prote na alta** (como las gramíneas), para **asegurar la calidad de fermentaci n del material empaquetado o embolsado**, no siendo esta una característica excluyente (Figura 12-3).

Otras especies como la alfalfa, si bien posee una baja relación azúcar proteínas, pueden conservarse en forma de henolaje aplicando correctamente las técnicas agronómicas y teniendo especial cuidado en la realización del oreado del forraje. Con esta precaución las calidades potenciales a obtener son muy buenas.

Para el trabajo con pasturas consociadas, es recomendable utilizar otro sistema de conservación, teniendo en cuenta la dificultad de coordinar los puntos de madurez y secado de cada especie participante, perdiendo siempre calidad en diferentes proporciones. De esta forma la eficiencia económica del sistema se resiente, por la pérdida de calidad y aumento del costo del valor agregado a algunas de las especies que se hayan pasado en su punto de madurez o bien, se encuentren en un porcentaje de humedad que no sea el adecuado al momento de la confección.

4.3 Momento y sistema de corte

En lo referente al momento de corte diremos qué se debe hacer cuando las pastura entrega su mayor valor nutritivo, con alta cantidad de MS, tal como se explicó en cada una de las especies en la sección de corte del capítulo de henificación.

Para obtener calidad en un henolaje, es de vital importancia realizar el corte con cortadoras acondicionadoras de discos con cuchillas cortas, que ofrecen un excelente tratamiento al forraje, preservan mayor cantidad de hojas y acortan el periodo de respiración disminuyendo el riesgo climático, dando como resultado un incremento de la concentración de los hidratos de carbono solubles (sumamente importantes para la fermentación) y proteínas.

Además el acondicionado deja el material más laxo y maleable, reduciendo el riesgo de la rotura del film al momento del empaquetado (Figura 12-4), sobre todo cuando se trabaja con pasturas de tallo leñosos, como en las zonas tropicales, en donde en las épocas de lluvia, este sistema de conservación constituye una excelente alternativa para lograr una reserva de calidad.

Respecto al ancho de corte, se debería buscar el mayor ancho posible para lograr buena capacidad de trabajo y evitar el uso de los rastrillos para juntar hileras, asegurando de ese modo una excelente higiene del forraje, que dará como resultado una fermentación óptima.

4.4 Higiene del Forraje

Es muy importante que los sistemas de copiado utilizados para el corte de la pastura, funcionen correctamente para preservar la higiene del material a enrollar y que el ancho de trabajo de las mis-

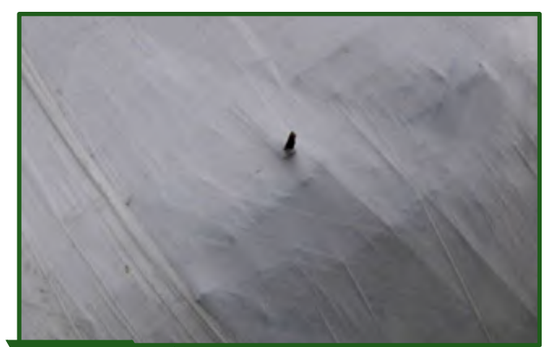


Figura 12-4 *Se observa el perforado de la cobertura pl stica, debido a un tallo en un henolaje bajo formato de rollo.*



Figura 12-5 *Es fundamental el cuidado en la higiene del forraje, para disminuir el nivel de p rdidas y maximizar el consumo del forraje producido.*

ma permita prescindir del rastrillo, o bien utilizar los desplazadores de andanas tal como se vio en el capítulo referido a silaje de pasturas, de modo de evitar el ingreso de tierra al rollo o bolsa.

Dentro de los rollos empaquetados debe producirse una fermentación, con el menor consumo posible de hidratos de carbono solubles, para que de esa manera el forraje conservado producido, tenga no solo un alto contenido proteico, sino además un buen nivel energético. Cuando el forraje que va a ser fermentado, está contaminado con tierra o con restos de bosteo, se produce una fermentación indeseable denominada fermentación butírica (Figura 12-5).

Esta fermentación butírica, consume un alto nivel de hidratos de carbono solubles en su proceso fermentativo, dando como resultado un material pobre en energía y además de muy baja palatabilidad, lo cual deprime el consumo animal, con las pérdidas económicas que esto genera.

4.5 Preoreado

El premarchitamiento o preoreado debe realizarse hasta que se logre aproximadamente el 50 % de MS (rango entre 40 y 60 %). Tal como se mencionó, tiene por objetivo lograr una concentración de carbohidratos solubles y un contenido de MS adecuados, para garantizar una correcta fermentación en condiciones controladas.

Un exceso de humedad retarda el proceso fermentativo y da lugar a la acumulación de jugos en la parte inferior del rollo. Si, por el contrario, la MS asciende a valores por sobre 60 %, no estaremos asegurando condiciones para que la fermentación se complete satisfactoriamente. El tiempo de secado dependerá de las condiciones climáticas y de la especie a conservar.

4.6 poca de confecci n

Si bien es posible confeccionar henolaje con éxito en cualquier época del año, la más recomendada es la primavera.

Esto se debe a que en esa estación se dan todas las condiciones para que la fermentación ocurra correctamente, lo que es el secreto del éxito de la obtención de calidad, con este sistema de conservación de forrajes.

En la primavera el contenido de hidratos de carbono del forraje es más elevado, por lo que las bacterias encuentran mayor cantidad de sustratos para producir una buena fermentación.

Por otro lado, cuando se corta el forraje, el tiempo de preoreado es suficiente para que toda la masa del forraje sea debidamente colonizada por las bacterias, que luego van a producir o realizar la fermentación.

Cuando el henolaje se realiza en verano se corre el riesgo que el contenido de agua del forraje sea muy elevado, dando como resultado una alta dilución de los H de C solubles, con una posible complicación en el proceso fermentativo.

Además con las altas temperaturas del verano el tiempo del preoreado del forraje se acorta y se corre el riesgo que las bacterias no tengan el tiempo suficiente para colonizar toda la masa del forraje, dando como resultado una fermentación pobre y lenta, con la consiguiente pérdida de energía del forraje y baja calidad del mismo (como se puedo observar en el capítulo 10 referido a las fermentaciones).

Uno de los conceptos que puede influir negativamente para realizar el henolaje en primavera, es que, si se desea tener el material almacenado por un período largo, se debe considerar que, al pasar todo el verano en contacto con el sol, la cobertura plástica se puede ver deteriorada en exceso, debido a las extremas condiciones de heliofanía reinantes en las áreas de producción ganadera argentinas.

En tal caso ser a conveniente aumentar las capas de cobertura del forraje de 4 a 6 capas de film, incrementando los costos de producci n como se detallar m s adelante.

4.7 Confecci n o empaquetado

E**n caso de realizarse el henolaje bajo la forma de silo bolsa** deberán tenerse las mismas consideraciones que se deben prestar al momento de picar un material para silaje, con la salvedad de que al ser más seco el material, será necesario lograr tamaños de picado fino tales que permitan garantizar una buena conformación de la reserva, con una adecuada eliminación del oxígeno y ocurrencia de las fermentaciones deseadas, así como la aplicación de inoculantes que favorezcan ocurrencia de dichas fermentaciones y el descenso del pH.

En el caso de realizar henolaje bajo la forma de rollos, es importante que transcurra la menor cantidad de tiempo posible entre la confecci n de los rollos y su empaquetado y aislaci n frente al ox geno, debido a que una vez confeccionados, empiezan a calentarse por su alto contenido de humedad produciéndose alteraciones que irán en detrimento de la calidad final del forraje.

Es importante tener presente que desde el momento en que se comienza a elaborar el rollo hasta que se finaliza, el material va perdiendo humedad, más aún si se trata de un día de alta temperatura, soleado y muy ventoso. Se debe comenzar a enrollar con menor MS (35 %) y tratar de no superar el 50 % porque a partir de allí se empieza a tener pérdidas de hojas, es más difícil la compactación y luego se producen roturas en la cubierta plástica por la dureza de los tallos, sobre todo si lo que se almacena es alfalfa.

Los rollos confeccionados deben ser de 1,2 m de diámetro por 1,2 m, de ancho, para que no tengan un peso excesivo y sean fáciles de manipular, teniendo en cuenta que al contar con un 50 % de humedad pueden tener un peso aproximado de 500 kg.

La desventaja de tener rollos que no guardan relación entre su diámetro y su ancho, es que la entrega del film de cobertura en las mesas empaquetadoras es desuniforme, generando diferencias de estiramiento y por lo tanto posibles defectos en la cobertura.

Se debe tener en cuenta que en el caso de tener rollos con la cara plana (diámetro), de 1,2 m y el lomo o cara curva del mismo (ancho) con 1,5 m, el film se estirará más a la salida de la cara curva que es la que menos cobertura presenta (solo 4 capas), mientras que la cara plana es la que más capas de cobertura presenta, debido al sistema de empaquetado de las mesas individuales.

Los rollos de 1,5 m de ancho se adaptan mejor al sistema de embolsado o embutido, o bien a las empaquetadoras lineales, debido a que permiten incrementar la capacidad de trabajo, por tener que introducir menor cantidad de rollos (con igual cantidad de forraje).

El porcentaje de humedad correcto para la confección de los rollos es de alrededor del 40-50 %, para que exista una buena concentración de hidratos de carbono y humedad suficiente y para que la fermentación láctica se inicie rápidamente con mayor eficiencia en el uso de esos hidratos de carbono.

Debido a que los rollos contienen un bajo contenido de MS respecto a que cuentan cuando se destinan a heno, a medida que el tiempo transcurre, van perdiendo su estructura original, haciendo más difícil el correcto empaquetado o embolsado, debido a que su arquitectura deja de ser perfectamente cilíndrica, ocasionando defectos en la envoltura. Esta es otra razón que exige su pronto embalaje.

Otro de los puntos a tener en cuenta es que los rollos confeccionados tengan un alto grado de compactación, ya que se deben crear las condiciones de anaerobiosis necesaria para que ocurra una correcta fermentación anaeróbica, siendo la rotoenfardadora el único instrumento de compactación del forraje.

Un efecto secundario de la falta de compactación de los rollos, es la mencionada pérdida de estructura de los rollos a medida que pasa el tiempo entre su confección y embalaje, generando imperfecciones durante su empaquetado, dejando cámaras de aire entre el forraje y el film de cobertura, demorando las condiciones de anaerobiosis en el proceso de conservación, con el consiguiente incremento del nivel de pérdidas.

Es muy importante que los rollos se encuentren bien atados sobre todo en sus extremos, para que no se pierda su forma durante el traslado hacia las unidades de empaquetado o embolsado, a los fines de evitar los problemas antes descriptos.

Al momento de empaquetar, no deben quedar restos de forraje entre una capa y otra de film, ya que de esa forma se crean galerías por donde transita al aire, con la correspondiente pérdida de las condiciones de anaerobiosis.

Otro de los aspectos a cuidar es que no queden hilos de atado entre las capas del film, ya que además del problema descrito anteriormente, se suma el inconveniente de que, por poseer características diferentes de los dos nylon, existe un efecto de tracción entre el hilo y la cobertura del rollo que produce la rotura en forma prematura del plástico que resguarda la anaerobiosis del paquete (Figura 12-6).

Debe tenerse en cuenta la dirección del viento durante el empaquetado, para que este no se introduzca dentro de la bolsa al momento de la confección y cuando se empaqueta, se debe ubicar la máquina de forma tal que el viento no forme bolsas de aire entre las sucesivas capas de film, sino que las obligue a pegarse entre sí (Figura 12-7).





Figura 12-6 *Se observan restos de hilo que en primer lugar formar n galer as de aire y luego probablemente producir n el "corte" de la cobertura pl stica*



Figura 12-7 *En el empaquetado del rollo es importante considerar que el viento deber a estar en la misma direcci n en que se observa la fotograf a, para permitir el correcto pegado de las sucesivas capas de film.*

Por último, es importante definir la mejor forma de organización del equipo de trabajo, para lograr la mayor seguridad en el sistema y la mejor capacidad operativo.

Teniendo en cuenta que los implementos para el transporte de los rollos empaquetados son más caros que los pinches normales, es aconsejable trabajar con la empaquetadora en forma estática y en el lugar de almacenaje de los rollos.

La forma de trabajo más práctica, es confeccionar los rollos en el campo y arrimarlos con un acoplado o carretón hasta la máquina empaquetadora en el lugar donde serán almacenados, para aumentar la capacidad de trabajo y evitar los riesgos de rotura del film en el traslado, desde el campo a la zona de almacenaje.

Es importante tener en cuenta, que cuando se deseen trasladar los rollos una vez empaquetados, el movimiento se debe realizar dentro de los 3 días posteriores al empaquetado, o bien esperar que transcurran por lo menos entre 30 y 35 días para no alterar las condiciones de fermentación.

4.8 Almacenaje

Para el caso de silo pack y silo line. Se recomienda tomar los siguientes recaudos:

- los rollos pueden ser protegidos de los animales rodeándolos con un boyero eléctrico y separándolos por lo menos un metro del alambre.
- ubicarlos en lugares altos, que tengan un buen drenaje
- limpiar el lugar quitando las rugosidades y puntas que puedan dañar el film
- no colocarlos debajo de árboles, ya que se producen daños por pájaros y/o ramas
- la forma de estiba más adecuada es la de tubo horizontal
- hacer recorridas periódicas con el fin de controlar posibles daños y reparar las perforaciones con trozos frescos del mismo polietileno.

La duración de los rollos dependerá del tiempo en que el polietileno mantenga sus propiedades (lo normal es de 10 a 12 meses).

5. Tecnolog as para la confecci n de henolaje

5.1 M quinas empaquetadoras individuales

Para la confección de silopaq o henolaje en formato de rollos con cubierta film individual, existen básicamente dos tipos de máquinas:

- rotoenfardadoras-empaquetadoras que permiten realizar la confección del rollo y el embalaje del mismo en una sola pasada (Figura 12-8).
- mesas empaquetadoras que recogen del suelo el rollo, previamente elaborado por una rotoenfardadora convencional y lo envuelven en film (Figura 12-9).







Figura 12-8 *Roetoenfardadoras-empaquetadoras para confecci n de henolaje en formato de rollos individuales conocido como silopaq. Confecciona y envuelve el rollo de pastura en una sola operaci n.*



Figura 12-9 *Mesa de empaquetado de rollos, previamente confeccionados por una rotoenfadadora, para confecci n de henolaje como silopaq.*

Las primeras son básicamente rotoenfardadoras con todas las características descriptas en el capítulo de confección de heno, en cuanto al mecanismo de recolección de la fibra, rotor acelerador del material, sistema de cutter para el procesado de la fibra con hasta 26 cuchillas retráctiles, sistema de compactación, sistema de atado con opción de hilo y red y sistema de expulsión del rollo.

Pero estas rotoenfardadoras, a diferencia de las convencionales poseen incorporados de serie, una mesa empaquetadora que realiza el trabajo de envoltura del rollo con film.

Las segundas consisten en mesas de empaquetado que arrastradas o soportadas en tres puntos por el tractor, realizan la recolección del rollo previamente confeccionado por una rotoenfardadora convencional, para luego realizar la envoltura con film (Figura 12-9). En todos los casos, las máquinas cuentan con una mesa empaquetadora propiamente dicha y un sistema de envoltura. Además en aquellas que toman el rollo del suelo, cuentan con un sistema de carga.

Mesa empaquetadora propiamente dicha

Esta es la parte de la máquina en donde se deposita el rollo para imprimirle movimiento rotacional. El doble movimiento de rotación, vertical y horizontal, necesario para realizar la superposición del 50 % entre las sucesivas capas de film, puede ser generado por la mesa, o bien, ésta ofrecer solo movimiento rotacional en uno de los sentidos, siendo el sistema de envoltura quien complementa el movimiento rotacional en el otro sentido para lograr así la superposición mencionada.

Comúnmente la mesa dispone de dos grandes rodillos de entre 1,30 m 1,60 m de ancho, sobre los cuales descansa el rollo al momento del empaquetado. Estos pueden o no tener montadas correas que contribuyan a su sujeción (Figura 12-10).

Estos rodillos giran sobre sí mismos, imprimiéndole al rollo un giro sobre su eje longitudinal. Este movimiento de rotación debe estar medido, de forma tal, que la superposición del film que entrega la unidad de estiramiento sea del 50 % entre cada capa (Figura 12-11).

En aquellos casos en que la mesa ofrece el segundo movimiento rotacional, manteniéndose fijo el soporte de la bovina de film, el rollo jira sobre su eje transversal, asegurando que tanto las caras planas como el lomo del rollo tengan una correcta cobertura de nylon.









Figura 12-10 *Diferentes dise os de mesa empaquetadora, con y sin correas de soporte.*





Figura 12-11 *En la fotograf a se puede observar la superposici n al 50 % de las capas del film lograda a partir de una correcta regulaci n de los rodillos que soportan el rollo y de la velocidad de giro del brazo conductor del film.*

La regulación de esta parte de la máquina se realiza mediante comandos hidráulicos y es necesario que este correctamente puesta a punto para que la superposición del film sea la adecuada, de modo que no queden sectores del rollo con menos de cuatro capas de film, y a la vez, que no existan zonas con mayor cantidad de nylon, a los fines de no excederse en los costos de confección.

En aquellos modelos que presentan correas sobre las que va montado el rollo y debajo de las cuales se encuentra la estructura de chapa de la máquina, es necesario que las correas se encuentren en correcto estado y con la tensión adecuada, siendo recomendable que cuenten con más de 2 de estas (Figura 12-12).

Esto se debe a que, si existe algún defecto en la confección del rollo o bien las correas no se encuentran en la forma adecuada, el lomo del rollo puede tener fricción sobre la base de metal de la mesa, frenándose y obteniendo como resultado un defecto en la superposición del film.

En ambos extremos de la mesa de empaquetado, comúnmente existen dos rodillos a modo de topes mecánicos, que sirven para que el rollo quede firme y no se desequilibre durante el giro de la mesa,



Figura 12-12 *Mesa empaquetadora con cuatro correas, para la correcta tracci n del rollo.*

provocando defectos en la velocidad de salida del film y por lo tanto en el estiramiento del mismo (Figura 12-13). La regulación de los topes también se debe cuidar para que el rollo quede alineado al centro de la mesa empaquetadora y de esta forma asegurar el éxito en el proceso de confección de los paquetes.

Un aditamento de mucha importancia en las mesas empaquetadoras, es la rampa de descarga, debido a que, si el rollo es lanzado desde la mesa directamente al suelo, existen grandes probabilidades que el film se resienta por la gran tensión que soporta en el golpe.





Figura 12-13 *Se puede observar contra el rollo, el tope que permite que gire sin desequilibrarse sobre la mesa.*





Figura 12-14 *Rampa e descarga de doble acci n, que permite depositar el rollo parado sobre su cara plana.*

Estas rampas son mucho más eficientes aún cuando cuentan con un doble comando hidráulico permitiendo depositar el rollo sobre el lomo o sobre sus caras planas, teniendo en cuenta que esta última es la mejor forma de almacenaje, ya que en la cara plana existe una gran cantidad de nylon, haciéndola más resistente a los daños físicos (Figura 12-14).

Sistema de atado

Consiste básicamente en un porta bobina sobre el cual se dispone de las bobinas de nylon para su estiramiento y entrega, y un mecanismo de corte y sujeción del film desde donde comienza y termina el embalaje (Figura 12-15).

En los modelos en que la mesa de empaquetado no ofrece el segundo movimiento rotacional necesario para recubrir todo el rollo con el plástico, el porta bobinas se encuentra dispuesto sobre uno o dos brazos satélites que giran alrededor del rollo conduciendo el film (Figura 12-16).

En estos modelos el rollo solo gira sobre su eje longitudinal, lo que tiene el beneficio de mantenerse más estable. Al mismo tiempo el doble brazo permite acelerar el tiempo de cobertura.



Figura 12-15 *Sistema de atado en encintadora, cuya mesa empaquetadora genera el movimiento rotacional en ambos sentidos (longitudinal y vertical).*





Figura 12-16 *Sistemas de embalaje con dos brazos porta bobinas.*

El cortador automático del film es un aditamento que suma versatilidad y velocidad de trabajo, por lo que la mayoría de las máquinas actualmente cuentan con este mecanismo. Consta de dos pinzas con accionamiento hidráulico, que sujetan el film al momento de cargar el rollo, para que se dé inicio a la operación de empaquetado y una cuchilla que corta propiamente el film (Figura 12-17).

Una vez finalizado el empaquetado las pinzas se activan cortando el film, liberando el rollo, con el nylon sujeto para dar inicio a un nuevo proceso de trabajo, logrando de esta forma una mayor capacidad de trabajo de todo el equipo.

Las máquinas cuentan actualmente con un contador de vueltas electrónico de la mesa, empaquetadora, que evita que el operario tenga que estar contando las vueltas del rollo sobre la mesa para lograr una cobertura eficiente y da más precisión al trabajo.

De esta forma se ahorra material de envoltura, se asegura que toda la superficie del rollo cuente con cuatro capas de film logrado con dos capas de envoltura al 50 % de superposición y se mejora la condición de trabajo del operador.



Figura 12-17 *Detalle del cortador autom tico del film.*



Figura 12-18 *Monitor de comando de la mesa de empaquetado, que permite variar las condiciones de trabajo dese la cabina del tractor.*

Desde la cabina del tractor pueden ajustarse distintas regulaciones, como son la cantidad de vueltas de embalaje que se desea que tenga el rollo, así como la tensión del film (Figura 12-18).

Como parámetro general, se recomienda que toda la superficie del rollo debe ser recubierta con cuatro capas de film. Esto se fundamenta en que, si el film tiene 25 micrones de espesor, al sumar las cuatro capas se consigue en promedio una protección de 100 micrones en toda la superficie del rollo, lo que permite asegurar las condiciones de anaerobiosis buscadas para que ocurra una fermentación eficiente. No obstante, la cantidad de láminas de cobertura puede elegirse de acuerdo a las condiciones del material a envolver, las condiciones de almacenaje y el tiempo de almacenamiento.

Por lo general el estiramiento del film viene con una regulación fija, pero siempre se debe cuidar que el mismo sea del 50 %. Una forma práctica de medirlo, es verificando si a la salida del portabobinas existe una reducción del 15 % del ancho del film, o bien hacer una marca de 30 cm en el plástico sin estirar y verificar que la misma haya alcanzado los 45 cm sobre la superficie del rollo, al momento del empaquetado (Figura 12-19).

Otra de las regulaciones que se debe contemplar en el trabajo, es que la parte media de la bobina esté alineada horizontalmente con el centro del rollo, para que la superposición del film y la salida del mismo desde el portabobinas sea el adecuado.

Cabe destacar que generalmente se trabaja con bobinas de 50 cm o 75 cm de ancho, pero las máquinas deben estar equipadas para trabajar con medidas de hasta 1 m, debido a que la tendencia mundial indica que este es el ancho ideal para la obtención de una excelente cobertura con máxima eficiencia en la capacidad de trabajo (Figura 12-20).



Figura 12-19 *Al momento de la salida del film se observa que el mismo se achica un 15 % en su ancho.*



Figura 12-20 *Porta bobina, para film de 1 m de ancho.*

Unidad de carga

En aquellos equipos que no confeccionan el rollo, sino que lo toman del suelo para realizar su recubrimiento con film, se dispone también de una unidad o sistema de carga. Es el componente responsable de sujetar el rollo y depositarlo sobre la mesa empaquetadora propiamente dicha, para realizar su envoltura.

En las máquinas convencionales consta de una estructura tubular, en forma de "U", para poder acoplarse al rollo y mediante un comando hidráulico realizar la carga (Figura 12-21).





Figura 12-21 *Sobre el suelo puede verse la unidad responsable de recoger el rollo y depositarlo en la mesa propiamente dicha.*

Si bien la mayoría de los rollos que se confeccionan para realizar henolaje empaquetado tienen un ancho de 1,20 m, esta parte de la máquina debe permitir la carga de rollos de mayor ancho y su correcta alineación sobre la mesa.

Para tal fin, tienen una espaldera con registro móvil, para regular el tope sobre la cara plana del rollo, a los fines de que éste no quede desplazado sobre uno de los extremos de la mesa, desestabilizándola causando velocidades diferenciales de la salida del film y, por lo tanto, defectos en la uniformidad de estiramiento del mismo (Figura 12-22).

En algunos diseños, la unidad de carga está constituida por un brazo fijo y otro accionado en forma hidráulica, que ejerce presión sobre el rollo para sujetarlo y cargarlo, haciendo más suave y eficiente la carga del misma.

En otros casos, son los mismos rodillos de la mesa de empaquetado quienes son responsables de levantar el rollo del suelo. Ambos rodillos se abren y luego de arpoximarse la máquina al rollo, vuelven a cerrarse aprisionando al rolo. Finalmente con un movimiento rotacional de los rodillos, el rollo logra ser levantado (Figura 12-23).

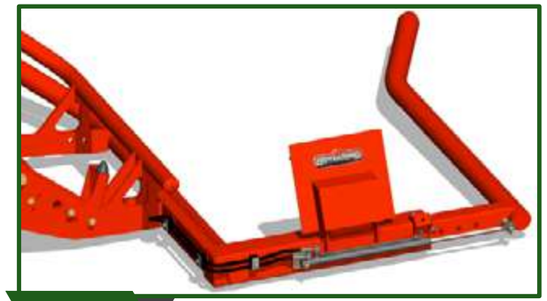


Figura 12-22 *Se puede observar la regulaci n o espaldera del rollo para centrarlo en la mesa.*



Figura 12-23 *Recolecci n del rollo mediante los mismos rodillos de soporte de la mesa de empaquetado. Los rodillos se cierran y comienzan a girar sobre si mismos hasta lograr levantar el rollo.*

En otros equipos el sistema de recolección se complementa con un brazo de mando hidráulico, que ayuda a recoger el rollo al mismo tiempo que la mesa se inclina para ofrecer rampa, para lograr subir al rollo y así poder iniciar el empaquetado (12.24).

Actualmente existen equipos que ofrecen la posibilidad de trabajar sin detenimientos, contando con precámara de compactación en diferentes diseños, que permite continuar con la recolección de pasto y su opcional procesado de fibra, mientras se produce el atado y luego la cobertura con film (Figura 12-25).

Durante el atado y empaquetado, el material recogido y procesado es acumulado en una precámara.



Figura 12-24 *Brazo de mando hidr ulico para recolecci n y descenso suave del rollo, al mismo tiempo que la mesa de empaquetado se inclina tocando el suelo.*

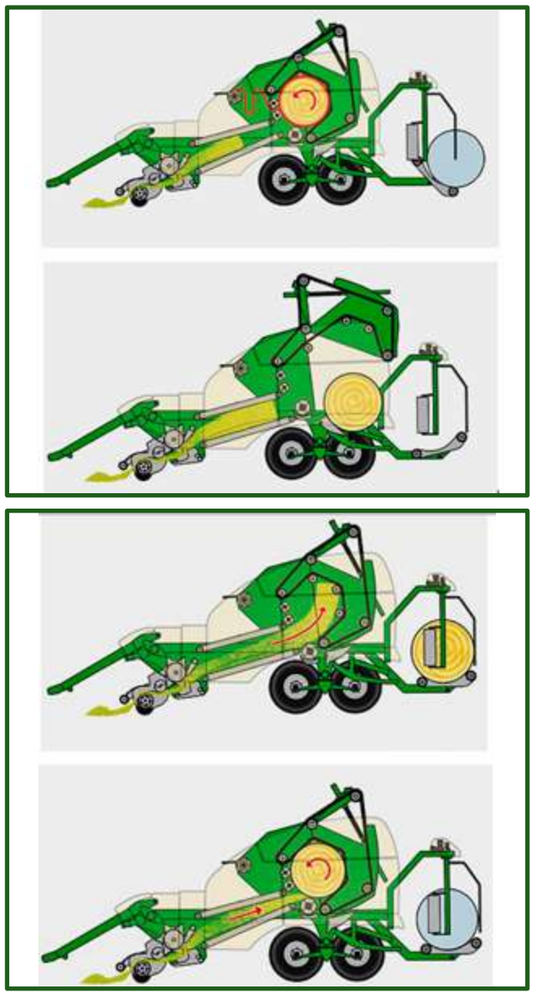


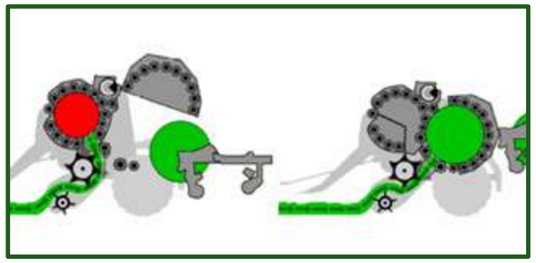


Figura 12-25 *Rotoenfardadora – empaquetadora Ultima CF 155 xc de la firma Krone con prec mara de compactaci n, que permite la confecci n y empaquetado sin detenimientos.*

Otro diseño de rotoenfardadora empaquetadora con precámara, presenta dos compartimentos de compactación similares, uno de iniciación y otro de terminación del rollo. La confección del rollo comienza en la cámara de iniciación en simultaneo con la apertura del portón de expulsión del rollo anterior desde la otra cámara de terminación, durante su atado y embalaje y cierre del portón. Una vez que esto último ocurre, el rollo en formación pasa de la primera cámara (de iniciación) a la segunda cámara o cámara de finalización del rollo, para continuar llenándose dicha cámara y terminar de formarse el rollo. De esta forma la máquina nunca se detiene ganándose capacidad de trabajo (Figura 12-26).

5.2 Encintadora de megafardos

Existen equipos diseñados para la envoltura con film de megafardos que permiten realizar el henolage bajo este formato prismático (Figura 12-27).



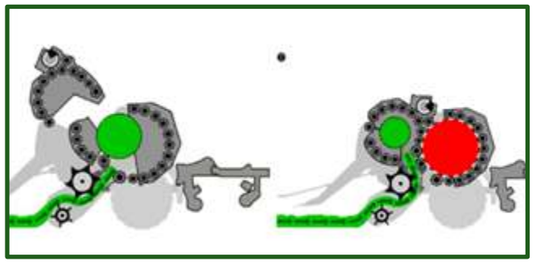




Figura 12-26 *Rotoenfardadora – empaquetadora Vicon FastBale, con prec mara de compactaci n para aumentar la capacidad de trabajo al evitar detenimientos, durante el atado y la cobertura con film.*





Figura 12-27 *Empaquetadoras de megafardos. Permiten obtener enolaj bajo este formato de forraje.*

5.3 Mesa de empaquetado para l neas de rollos

Otra alternativa similar al silopaq es la de envolver líneas de rollos donde se logra el ahorro de film en las caras planas. El equipo utilizado requiere que se le vayan cargando los rollos sobre la mesa de empaquetado, colocando los mismos de modo que las caras planas queden unidas y formen una hilera (Figura 12-28).



Figura 12-28 *Mesa de empaquetado de l neas de rollo.*

5.4 Embolsadoras de rollos

Tal como se dijo anteriormente, otras de las formas de confeccionar henolaje, es embutiendo los rollos en bolsas de 1,20 m de diámetro y 60 m de largo, con memoria de estiramiento, que les permite una excelente conservación, tanto durante el almacenaje como al momento de suministro (Figura 12-29).

La ventaja de este sistema de embolsado, al no perder tiempo ni film cubriendo las caras planas, es que ofrece mayor capacidad de trabajo y mayor eficiencia en el uso del plástico.

Estas máquinas por lo general cuentan con un motor propio, el cual acciona una bomba que impulsa el circuito hidráulico, para funcionamiento de los comandos.

La carga de los rollos se realiza generalmente en forma frontal, lo cual facilita en gran medida esta operación, debido a que a medida que son empujados por el pistón (que también se comanda en forma hidráulica), son guiados por 2 barandas regulables logrando una correcta alineación de los mismos dentro de la bolsa, evitando las zonas defectuosas de sobreestiramiento o galerías de aire, provocadas por una mala alineación de los rollos.



Figura 12-29 *Vista de la embolsadora con motor incorporado*



Figura 12-30 *Detalle de las u as que sujetan la bolsa para su estiramiento.*



Figura 12-31 *Atado inicial para el comienzo del trabajo.*

El circuito hidráulico es el que mueve los pistones que ejercen el estiramiento de la bolsa, la cual se encuentra sujeta a unas uñas que estiran la bolsa para alcanzar un diámetro máximo de 1,45 m (Figura 12-30).

Este sistema tiene gran aceptación entre los productores que deciden hacer henolaje, debido a su facilidad de operación, la alta capacidad de trabajo y la seguridad que brinda un film de mayor espesor al momento de la estabilización y almacenaje, sobre todo en zonas de alta heliofanía.

Por otra parte, se deduce que es altamente recomendable para la producción de henolaje en zonas tropicales, porque debido a la gran cantidad de forraje que producen las pasturas en dichas latitudes, se necesita un sistema de alta capacidad de trabajo.

Para obtener un buen trabajo y preservar la hermeticidad de la bolsa, se debe tener en cuenta que al inicio de la confección de la misma se realice un atado seguro y eficiente, previendo que cuando se cargan los primeros rollos se debe poner un tope en la parte posterior de la bolsa, para que ésta no se desplace, sino que el movimiento lo realice la embolsadora (Figura 12-31).

Una vez que se hayan embolsado los cuatro primeros rollos, ya se podrá quitar el tope, porque los rollos embutidos serán los encargados de ejercer el efecto de acción y reacción con la máquina, logrando una correcta alineación de las caras planas de los rollos (Figura 12-32).

Para terminar la bolsa, se debe introducir el último rollo hasta adentro de la embolsadora, para lo que se utiliza una extinción del pistón a los fines de que todos los rollos se encuentren debidamente acomodados y compactados dentro de la bolsa (Figura 12-33).



Figura 12-32 *Una vez comenzado el trabajo no hace falta contar con tope posterior.*



Figura 12-33 *Pist n extensi n para introducir el ltimo rollo en la bolsa.*



Figura 12-34 *Problemas de mal cerrado de bolsa perdi ndose la hermeticidad, ocurriendo desarrollo de hongos y otros microorganismos.*

Cuando el atado de la bolsa en cualquiera de sus extremos no se lleva a cabo correctamente garantizando la hermeticidad del siloline puede producirse desarrollos de hongos y otros microorganismos, que generan pérdidas en calidad del forraje y son fuente de micotoxinas (Figura 12-34).

Es importante planificar el lugar en donde se confeccionará la bolsa, ya que la superficie en donde se deposite la misma no debe presentar defectos que produzcan la rotura del film. Para tal efecto, es conveniente dejar el pasto alto y no cortarlo, ya que los tallos erectos y recién cortados producirán roturas en el nylon.

Otra de las prácticas utilizadas comúnmente en el campo es la de pasar una rastra liviana para emparejar la superficie, esto también es contraproducente, debido a que en el ambiente quedará mucha tierra y la misma puede ocasionar problemas en el desarrollo de una buena fermentación.

Es conveniente que las bolsas estén confeccionadas en un lugar alto, bien drenado y lejos de los árboles, ya que, si por algún motivo se produce la caída de ramas, éstas pueden romper la cobertura plástica.

En el caso que ocurra alguna rotura, es necesario parchar la bolsa en el acto y que durante todo el periodo de almacenaje se revisen las bolsas confeccionadas a los fines de detectar cualquier tipo de rotura para solucionar este inconveniente en forma inmediata.

5.5 Equipos para la recolecci n de silopaq en el lote

Cuando los rollos son embalados en el lote, resulta necesario contar con un implemento específico para manipular los rollos empaquetados y trasladarlos hasta la cabecera o el lugar definitivo de almacenaje.

Estos implementos son pinzas hidráulicas construidas con estructuras tubulares, de diámetro considerable para que no dañen la cobertura de los rollos (Figura 12-35).



Figura 12-35 *Dispositivo para mover rollos empaquetados, sin riesgo de rotura del pl stico.*

5.6 Caracter sticas del film

El film utilizado en la confección de henolaje empaquetado, tiene tres características fundamentales:

- Capacidad de filtrar los rayos UV
- Capacidad de estiramiento del 50 %
- Capacidad de "tacking" o pegado de las sucesivas capas de film.

Una de las características que no debe olvidarse, para tener real conciencia de la importancia del cuidado del film, es que el mismo tiene un espesor de 25 micrones.

De allí la importancia de que toda la superficie del rollo esté cubierta, como se dijo, con por lo menos cuatro capas, las que sumadas constituyen una barrera de 100 micrones generando las condiciones de anaerobiosis necesarias para una correcta fermentación

Para determinar la calidad del film utilizado, se pueden realizar algunas pruebas prácticas.

Una de ellas consiste en tomar 1 m de nylon e introducirle el puño hasta la altura del codo en forma suave; si no se producen roturas y la decoloración es pareja y sin vetas, se puede estimar que el nylon es de calidad (Figura 12-36).

Otra de las pruebas consiste en cortar el nylon en sentido perpendicular de como sale de la bobina, y ver, si se corta en una línea recta y sin desgarros, se estima que será resistente a la tracción cuando se ejerza el 50 % de estiramiento correspondiente (Figura 12-37).

Por último, se debe observar que el film presente una buena capacidad de "tacking", o sea que el pegamento con que cuenta el mismo en su cara interna permita un buen pegado de las sucesivas capas y que el film al salir del portabobinas no se



Figura 12-36 *Prueba del pu o para evaluar la calidad del film.*



Figura 12-37 *Prueba de desgarramiento para verificar la calidad del film.*

cargue de electricidad estática, con lo que se asegura que no queden pliegues entre una capa y otra, asegurándose una correcta hermeticidad de cada paquete.

Para preservar la calidad, es muy importante tomar algunos recaudos al momento del transporte de las bobinas, ya que el material es bastante delicado.

Se debe tener en cuenta de no tirar las bobinas sueltas sobre camionetas o acoplados, ya que si se marcan los bordes de las mismas pueden originar roturas de la cobertura al momento de la confección o almacenaje.

Otro de los aspectos a considerar es guardar el film en su caja original, de tal forma que cuando no se está trabajando, aparte de no sufrir daños mecánicos, no sea afectado por la lluvia ni los rayos solares, para que no se alteren las características de tacking ni la filtración de los rayos UV.

En lo que respecta al color del film utilizado, se han realizado diversas pruebas con materiales blancos, negros o de color sin encontrar diferencias significativas en cuanto a las calidades de los mismos ni el material conservado.

De todos modos, para nuestras condiciones de heliofanía, es recomendable utilizar materiales claros, para que el forraje empaquetado no levante temperatura al momento de la fermentación, y que ésta sea más eficiente en cuanto a la utilización de la energía.

5.7 Caracter sticas de la bolsa para henolaje

En lo que respecta a los rollos embolsados, el polietileno utilizado tiene características particulares, que le permiten una buena conservación con un mínimo nivel de pérdidas durante el almacenaje y el suministro.

Por lo general los materiales utilizados tienen un espesor de 150 micrones, son blancos por fuera para reflejar el calor y negros por dentro para filtrar los rayos ultravioletas con mayor eficiencia y presentan una capacidad de "memoria al estiramiento".

Esto significa que cuando la bolsa es estirada para la introducción de los rollos, luego se encoge durante 4 h para recuperar su diámetro original, quedando prácticamente adherida la superficie de los rollos, creando las condiciones óptimas para que ocurra una fermentación anaeróbica.

Otra de las ventajas de estas características, es que, al momento del suministro, cuando se corta el nylon para la extracción de los rollos, se impide la entrada del aire al interior de la bolsa, minimizando las pérdidas de cantidad y calidad del material conservado, haciendo el sistema sencillo y eficiente con un bajísimo nivel de pérdidas.

Si bien existen diversos diámetros de bolsa, el más utilizado es el de 1,20 m con un largo de 60 m, para trabajar con rollos de hasta 1,35 m ó 1,40 m de diámetro y diversos anchos.

En este caso es más conveniente utilizar enrolladoras de 1,50 m de ancho, para hacer eficiente el sistema introduciendo menor cantidad de rollos con igual cantidad de forraje por cada bolsa.

6. Evaluaci n a campo del sistema de embolsado de rollos para la confecci n de henolaje

El ensayo se llevó a cabo en la EEA INTA Manfredi, el día 18/12/98, sobre un lote de alfalfa pura variedad Monarca INTA, implantada en el otoño del mismo año.

El corte comenzó a realizarse a las 10 de la mañana, empleándose una cortadora de discos con acondicionador de goma de 3 m de ancho de labor.

El enrollado comenzó a las 13:40 hs, cuando el forraje en promedio contenía un 58 % de humedad, determinada con un humedímetro electrónico modelo.

Los rollos confeccionados tenían 1 ,35 m de diámetro y 1,56 m de ancho.

Para la ejecución del ensayo se tuvo especial atención en trabajar con andanas simples de buen volumen, sin necesidad de utilización de rastrillo por razones de higiene del material, tratando de cuidarlo al máximo.

La extracción de los rollos del lote se hizo con un elevador de arrastre y un carretón, para cargar 8 rollos por vez

El embolsado fue realizado empleando una embolsadora de rollos, equipada con motor propio, y la alimentación de la embolsadora se hizo empleando el mismo elevador, con el cual se cargaba el carretón para extraer los rollos del campo.

Por último, la bolsa empleada fue de origen canadiense, específica para la confección de henolaje embolsado (capacidad de memoria al estiramiento), con una capacidad efectiva de 36 rollos.

Capacidad de trabajo

Para determinar la capacidad de trabajo de la embolsadora, se cronómetro el tiempo de embutido por cada rollo y cada 5 rollos.

Esta diferencia de tiempo marcó la necesidad de establecer 2 capacidades diferentes de trabajo: la real, que fue la que realmente demoraba la máquina en embutir cada rollo, considerando el tiempo que se pierde en alimentar la embolsadora, y la teórica, que se obtuvo cronometrando solo el tiempo de embolsado, sin considerar los tiempos "muertos".

Las determinaciones se realizaron teniendo en cuenta 3 repeticiones por cada medición.

Para expresar la capacidad en kg de MV/hora, se pesaron en forma aleatoria 5 rollos antes de ser embutidos.

Determinaci n del costo por bolsa

Se llenó el depósito de combustible de la embolsadora al inicio del trabajo y se completó nuevamente, cuando se terminó de confeccionar una bolsa. La máquina estaba equipada con motor naftero de 13 HP de potencia. Durante el tiempo que la embolsadora debía esperar a que llegasen los rollos del campo, el motor se apagaba.

El costo de la bolsa y de la máquina fueron informados por el importador y fabricante respectivamente.

Determinaci n de la calidad del material conservado

A los 50 días de embolsados los rollos, se muestreó la bolsa en forma aleatoria y se envió la muestra compuesta a laboratorio para determinar proteína bruta, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y estimar digestibilidad y energía.

Con estos datos se pudo determinar el costo del kg de MS digestible, conservado por medio del sistema de henolaje enrollado y embolsado.

Tablas y resultados

Los tiempos cronometrados para las distintas repeticiones se encuentran en la tabla 12.1. Dicho cuadro presenta los tiempos totales para embutir 1 y 5 rollos en cada repetición. El tiempo indicado está cronometrado desde que el operario tomaba con el pinche el primer rollo, hasta que la embolsadora lo embutía completamente (primera determinación) y hasta que realizaba lo propio con el quinto rollo (segunda determinación) (Tabla 12-1).

Para la determinación de la capacidad teórica, se cronometró solo el tiempo de embutido, sin considerar el tiempo transcurrido para retirar el rollo desde el carretón y presentarlo en la embolsadora. Este tiempo fue de 34 segundos promedio.

Con estos datos se puede inferir que la capacidad real de trabajo fue de 3463 segundos/bolsa de 36 rollos, o lo que es lo mismo, 57 minutos con 43 segundos por bolsa.

Con el mismo criterio, la capacidad te rica con la que contar a la embolsadora es de 20 minutos con 24 segundos/bolsa.

Para determinar el costo por bolsa confeccionada, se pesaron 5 rollos elegidos al azar, los cuales arrojaron un peso promedio de 875 kg cada uno, con un contenido promedio de humedad del 48,25 %. Ésta indica que la bolsa contiene 31.500 kg de MV.

El consumo de combustible para completar una bolsa fue de 4 litros de nafta común.

Los datos de calidad se presentan en la tabla 12-2, el análisis se realizó en el laboratorio de forrajes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba (Tabla 12-2).

Tabla 12-1 *Determinaci n de la capacidad de trabajo real.*

	1ra repetición	2° repetición	3° repetición	Promedio
Tiempo/rollo	54 seg.	61 seg.	48 seg.	54,3 seg.
Tiempo / 5 rollos	373 seg.	437 seg.	634 seg.	481 seg.

Tabla 12-2 *Calidad del henolaje embolsado*

Parámetros de análisis	
Proteína Bruta	21,98%
F.D.N.	38,17%
F.D.A.	32,47%
Digestibilidad	62,10%
Energía	2,24 Mcal EM/kg MS

El procedimiento del c lculo fue el siguiente:

La bolsa tiene una capacidad de 31.500 kg de forraje con el 51 ,75 % de MS (48,25 % de humedad) y el 62, 1 % de digestibilidad; por lo tanto, cada bolsa contiene 10.123 kg de MSD.

En el presente informe no se detallan los costos obtenidos en el ensayo, debido que ya no son referenciales, pero los datos expresados, son los datos necesarios para poder arribar al costo actualizado, con los datos al kg de MSD producido con el sistema de embolsado de rollos.

Conclusiones

De los datos obtenidos en los resultados del ensayo se puede concluir lo siguiente:

- El sistema de conservación de forraje mediante rollos de henolaje embolsado es altamente eficiente, permitiendo obtener alimento de alta calidad nutritiva.
- Realizado en forma correcta, es decir, ajustando el momento óptimo de corte, evitando incorporar tierra a las andanas, determinando el porcentaje de humedad más conveniente para la confección de los rollos, embolsándolos lo más rápido posible después del enrollado y empleando bolsas con memoria (stretch), de alta calidad; es una técnica segura y sencilla que permite trabajar con bajos porcentajes de pérdidas y alta capacidad de trabajo.
- Lo más conveniente es trabajar con un cargador de rollos frontal, que agilice el trabajo y no sea limitante de la capacidad de trabajo de la embolsadora. Esto queda claramente evidenciado en la variabilidad que existe, entre las determinaciones del tiempo de embolsado de las diferentes repeticiones, y en la gran diferencia que existe entre la capacidad teórica y real del equipo.
- El costo del kilogramo de MS digestible es aceptable, si se compara con los otros sistemas de conservación de alfalfa, resultando un 45 % más costoso que el heno, igual que el henolaje empaquetado (pero más rápido y con menos riesgo de pérdidas).
- El sistema de henolaje embolsado constituye una alternativa interesante en los lugares en los que producir heno de calidad es difícil, así como en las épocas de alta ocurrencia de lluvias, en las que las mismas no permiten que el pasto alcance los niveles adecuados de humedad para hacer heno, además de la calidad y rusticidad de la bolsa.
- Otro aspecto favorable del sistema es, que puede reemplazar al silaje de pasturas picado y embolsado, para productores que trabajan con bajos volúmenes de MS y que de este modo disminuyen los porcentajes de pérdidas, así como los costos.

ALIMENTAMOS
TUS GANAS
DE CRECER.

SOLUCIÓN DE GANADERÍA Y FORRAJE

Cuando elegís John Deere elegís mucho más que un equipo. Elegís soluciones a la medida de tus necesidades. Nuestra Solución de Ganadería y Forraje une tecnología, posventa, repuestos, financiación, entrenamiento y el respaldo de una red de concesionarios especializados.

Conocela en tu concesionario John Deere.

JOHN DEERE

13 Picadoras



La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina para realizar el picado, en su mayor a es la misma ofrecida en el mercado mundial, lo cual refleja claramente la alta tecnolog a que estamos utilizando para elaborar este tipo de forraje conservado.

El parque actual de autopropulsadas pica el 92 % de la superficie destinada a silaje en Argentina y se compone de 967 máquinas, de las cuales el 62 % (605 picadoras) poseen menos de 10 años de antigüedad y el 25 % (238 máquinas), menos de 5 campañas trabajando (ver capítulo 2).

Dada la gran cantidad de hectáreas que es necesario trabajar para amortizar una picadora autopropulsada, los principales usuarios de estos equipos son contratistas prestadores de servicio, que en promedio trabajan una 2000 ha/campaña (700 h).

En los últimos años las picadoras incorporaron una serie de equipamiento hidráulico-electrónico, como así también hardware que conectados a actuadores (con software específicos), permiten la automatización del funcionamiento, mantenimiento y regulación de las picadoras en el campo.

En cuanto a las máquinas picadoras de arrastre, el parque actual posee 400 máquinas activas, las cuales son modelos de 2 o 3 hileras, traccionadas por tractores de 100 a 120 hp que poseen una capacidad promedio de 200 ha diarias; logrando procesar unas 45 t MV/h. Este tipo de máquinas permitió difundir el silaje en nuestro país, pero fue desplazada por las autopropulsadas y hoy encuentra su mayor demanda en regiones extra-pampeanas.

En este capítulo se realizará una descripción de las funciones básicas y principales características y evoluciones que poseen los equipos autopropul-



Figura 13-1 *Distintas alternativas para equipar a picadoras. Cabezal de cuchillas corta rotantes para picar ma z y sorgo, cabezal pick-up para cultivos que necesitan pre-oreo como alfalfa y cereales de invierno cortado en hoja bandera, cabezal de discos para picar cereales de invierno con grano pastoso y cabezal maicero para realizar earlage.*

sados de nueva generación. Toda la información sobre los distintos equipos de arrastre, está disponible en la primera edición del manual de forrajes conservados publicado en el año 2008 y disponible en http://www.cosechaypostcosecha.org/data/pdfs/forrajes.asp

1. Caracter sticas t cnicas de una picadora autopropulsada de actual generaci n

1.1 Cabezal de corte. Diferentes tipos de cabezales para la cosecha del forraje disponibles en una m quina autopropulsada

- Cabezal de cuchillas circulares contrarrotantes.
- Cabezal de corte directo.
- Cabezal recolector de pasturas andanadas.
- Cabezal de recolección de espigas de maíz.

La transmisión para el cabezal puede ser de tipo mecánica, mecánica con carga variable del cabezal o bien hidráulica. Los modelos actuales poseen un sistema de acople rápido (Figura 13-1).

Las transmisiones de accionamiento mecánico toman movimiento de un mando principal y desde allí es distribuido a cada uno de los rotores, los cuales cuentan con cajas individuales con embragues independientes. Este tipo de trasmisiones suelen trabajar con un régimen de revoluciones constante, conectado con un embrague de correas al acoplamiento rápido. La mecánica con carga variable es para uso con cabezal de discos o con un cabezal maicero, y su accionamiento también es mecánico con el eje del tambor de cuchillas y trabaja con un régimen de revoluciones constante.

Las máquinas de nueva generación trabajan con una transmisión hidráulica, la cual posee la ventaja de ser variable y ofrecer siempre un flujo óptimo entre el cabezal y rodillos de alimentación. La transmisión hidráulica variable ofrece una adaptación automática del régimen de revoluciones, que trabaja asociada al sistema automático de largo de corte, dado que uniformiza el flujo de material que está ingresando a la picadora. Así, por ejemplo, cuando entramos a un lote que posee un manchón de sorgo de Alepo, el cabezal automáticamente varía las rpm para uniformizar el flujo de material que ingresa a los rodillos (Figura 13-2).-

Cabezal con cuchillas contrarotantes

Este tipo de cabezal cuenta con un sistema de corte y recolección simultáneo, constituido por rotores con cuchillas circulares, dentadas, divididas en secciones para favorecer su recambio, las que permiten cortar cualquier tipo de material en pie, ya sea maíz, sorgo y hasta pastura de gramíneas. Este modelo presenta discos, con cuchillas que trabajan en un mismo sentido pero a velocidades diferenciales a los platos superiores, que hacen de alimentadores. Los cabezales toman movimiento de un mando principal y desde allí es distribuido a cada uno de los rotores, los cuales cuentan con cajas individuales con embragues independientes (Figura 13-3).

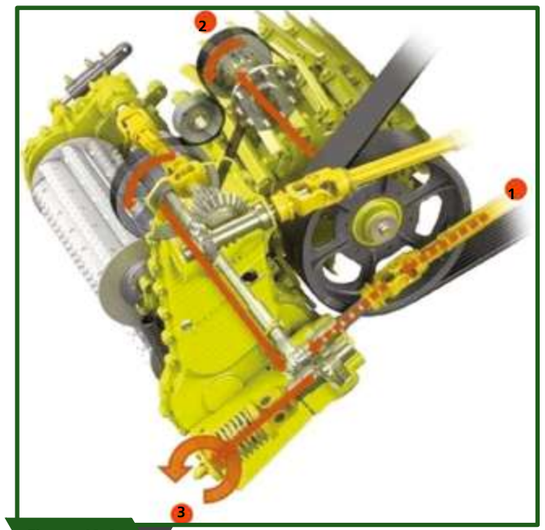


Figura 13-2 *Distintos tipos de transmisi n del cabezal: Transmisi n hidr ulica (1), transmisi n mec nica (2) y detalle de acople r pido (3)*



Figura 13-3 *Cabezal de cuchillas contra-rotantes de surcos independientes, presenta la versatilidad de adaptarse a cualquier distanciamiento entre hileras de siembra e incluso cortando en sentido perpendicular a ellas.*

Parte de la versatilidad de estos cabezales es la independencia del distanciamiento entre hileras de siembra e incluso cortando en contra del surco, reduciendo las distancias recorridas por los camiones o carros transportadores, mejorando la eficiencia de trabajo del equipo y disminuyendo el tiempo de llenado del silo.

Cabezal de corte directo

Este tipo de cabezal se compone de discos con cuchillas cortas, similar al de una segadora (ver capítulo 6), la cual entrega el forraje a un sinfín y de allí a los rodillos alimentadores del rotor picador.

Es muy utilizado para la confección de silaje de cereales de invierno picados en grano lechoso y para cuando se desea hacer suministro directo del forraje con picadoras autopropulsadas. No debe ser utilizado bajo ninguna circunstancia para realizar silaje de alfalfa, ni de soja ni de cereales de invierno cortados en hoja bandera (Figura 13-4).



Figura 13-4 *Picadora equipada con cabezal de corte directo*



Figura 13-5 *Cabezal de corte directo con discos y molinete captador que entregan el forraje a un sinf n y de all a los rodillos alimentados de la picadora.*

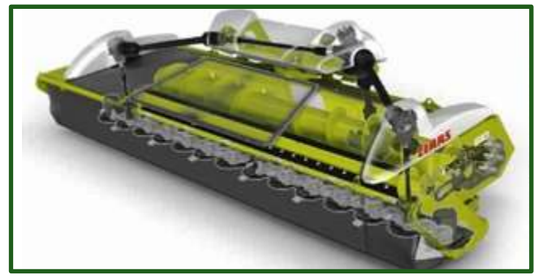




Figura 13-6 *Cabezal de corte directo con discos y sinf n alimentador (sin molinete), que entrega el material a los rodillos alimentados de la picadora.*

Cabezal recolector de pasturas andanadas

Estos cabezales poseen un recolector con dedos de acero y un sistema de copiado de altura similar al descrito en las rotoenfardadoras del capítulo de henificación, que recogen el material previamente cortado, acondicionado e hilerado, para entregarlo al sinfín y de allí a los rodillos alimentadores.

Es conveniente que el diámetro de este recolector sea reducido para facilitar un ingreso más fluido del material, disminuyendo el desprendimiento de hojas del material a picar, con lo que se incrementa la calidad del silaje.

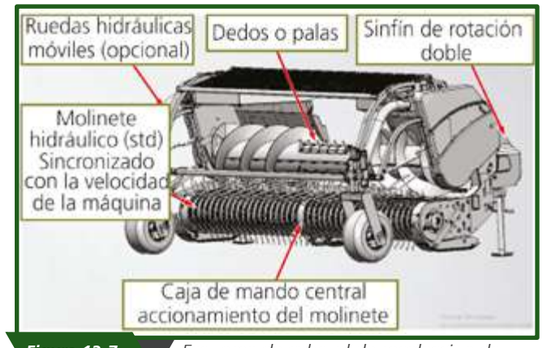


Figura 13-7 *Esquema de cabezal de recolecci n de pasturas preoreadas, con cilindro acompa- ador del ingreso del material levantado por los dientes de recolecci n y un sinf n de alimentaci n con dedos retr ctiles en el centro.*

También existen máquinas que poseen un sistema de copiado, que le permite al conjunto del cabezal recolector más los rodillos alimentadores, pivotear sobre el eje de rotación del cilindro picador logrando una alimentación más directa y uniforme de la máquina, disminuyendo el riesgo de atoramientos y las variaciones en el flujo de alimentación, mejorando la calidad de picado y optimizando la utilización de la potencia.

Los diseños de recolector deben contemplar la característica de minimizar la utilización de los rastrillos y por ello se ofrecen en el mercado diferentes anchos de los cabezales de recolección. Esto se debe a que, dependiendo del ancho de corte, se puede recoger dos hileras en forma simultánea, sin necesidad de usar rastrillos. Los mayores anchos que se están ofreciendo en este momento son de hasta 6 m.

Es importante que el recolector ofrezca la posibilidad de variar la velocidad de giro, para poder coordinarlo con la velocidad de avance de la máquina, como lo ofrecen las máquinas con transmisión hidráulica.

Para tal efecto se debe considerar el diseño y diámetro del sinfín que transporta el material hacia la garganta del embocador, para asegurarse que el mismo tendrá suficiente capacidad de trabajo como para que permita un incremento en el caudal de entrada del forraje.

Dentro de los diseños de sinfín, es importante destacar los modelos que cuentan con dedos retráctiles en la sección central (Figura 13-8), para forzar la carga del material hacia la unidad de alimentación, aumentando de esa forma la capacidad de recolección.



Figura 13-8 *Detalle de cabezal recolector pick-up de una picadora John Deere Serie 8000.*

1.2 Unidad de picado

Está compuesta por el sistema de alimentación, el rotor picador propiamente dicho, el mecanismo partidor de granos y la unidad de lanzamiento, que elevará el forraje hasta la descarga (Figura 13-9)

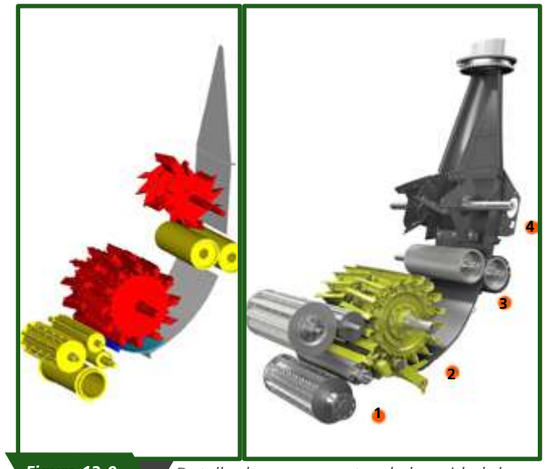


Figura 13-9 *Detalle de componentes de la unidad de picado de distintas marcas de picadoras. Todos se componen por rodillos alimentadores (1), rotor picador (2), quebrador de grano que puede estar activado o desactivado (3) y sistema expulsor (4).*



Figura 13-10 *Detalle de los 4 rodillos de alimentaci n del rotor picador. Los dos superiores son los encargados de subir o bajar seg n la cantidad de material que est ingresando a la m quina, mientras que los dos inferiores son fijos.*

La capacidad de picado de una máquina estará en función del ancho del rotor picador, determinado también por la sección de la garganta del embocador, el número de cuchillas de corte y la velocidad de giro del rotor. Sin descontar el mantenimiento del filo de las cuchillas y el ajuste de la contracuchilla, para lograr un corte neto.

1.2.1 Alimentaci n

Esta unidad se encarga de que al rotor picador llegue una capa uniforme de material firmemente sujeto, para evitar desgarros en el forraje al momento del corte, disminuyendo de esta forma el consumo de potencia e incrementando la calidad final del material picado. Estas funciones del sistema de alimentación, son realizadas por 4 rodillos horizontales que actúan de a pares (dos superiores y dos inferiores) y que poseen diseños diferentes de acuerdo a sus funciones. Los delanteros o exteriores toman el material del recolector o del sinfín (según tipo de cabezal), entregándolo a los traseros o interiores, que son los que controlan la entrada al cilindro picador, para que el material sea alcanzado por las cuchillas (Figura 13-10).

Una de las formas de modificar el tamaño de picado, es cambiando la velocidad de los rodillos alimentadores o variando el número de cuchillas del rotor picador. Con una mayor velocidad en los rodillos alimentadores se logrará un mayor tamaño de picado, porque entra un caudal de material mayor por unidad de tiempo. La velocidad del rotor picador no varía, haciendo que el forraje avance una distancia mayor, con el paso de cada una de las cuchillas.



Figura 13-11 *El material ingresa a los rodillos y estos producen una compactaci n previa constante del mismo mediante el trabajo combinado de cilindros de tiro (1), muelles helicoidales (2), un amortiguador hidr ulico (3) y rodillos de preprensado dirigidos radialmente (4) que permite que la distancia entre estos rodillos y el rotor picar sea siempre contante. Este sistema permite realizar una compactaci n independientemente de la altura de la capa, o sea del rendimiento que est teniendo el cultivo. A su vez, genera un reparto homog neo de la fuerza de compactaci n previa, con el amortiguador hidr ulico.*

Existe actualmente, un sistema inteligente que permite regular automáticamente la longitud de corte en función del contenido de humedad, combinando su detección en tiempo real con los parámetros predefinidos de largo de corte. Dicho sistema, le pide al operador establecer una longitud de corte teórica mínima y una máxima, de esta manera calculará el porcentaje de cambio de la longitud de corte, en función de la humedad.

Este sistema permite ajustar los largos de corte teóricos en segmentos de 0,5 mm (punto 4 en Figura 13-11), posibilitando ajustar automáticamente el largo de corte según variación de la MS y posee una aplicación directa con la cual se puede hacer variar el régimen de revoluciones del motor para mantener siempre contante el largo de corte (Figuras 13-12 y 13-13).

Sensor de Humedad

Informa en tiempo real en el monitor de la cabina, el valor instantáneo y promedio de humedad. Este sensor va montado en el sistema de descarga de la picadora y viene calibrado para maíz y pasturas (Figura 13.14).

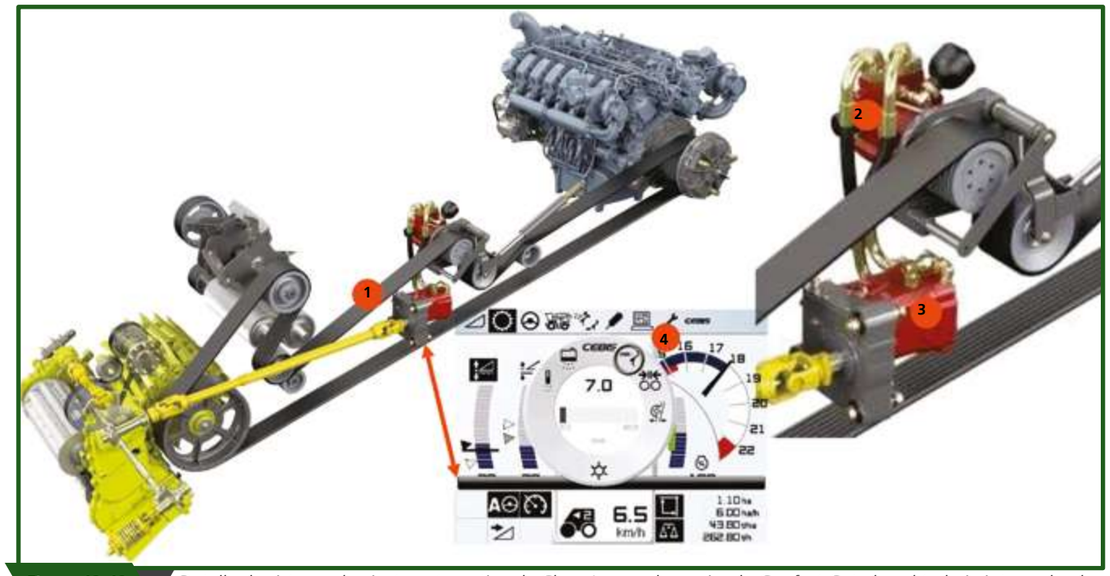


Figura 13-12 *Detalle de sistema de ajuste autom tico de Claas Jaguar denominado Confort Cut el cual trabaja integrado al accionamiento principal (1), a la bomba hidr ulica variable (2) y un motor que en las m quinas de nueva generaci n tambi n es variable (3).*



Figura 13-13 *Sistema de regulaci n autom tica de longitud en funci n de MS. Permite ajustar el largo de corte autom ticamente dependiendo del nivel de MS que le indica el sensor de humedad. En las m quinas Claas Jaguar la variaci n m xima del largo de corte de referencia +/- 3 mm en ma z.*

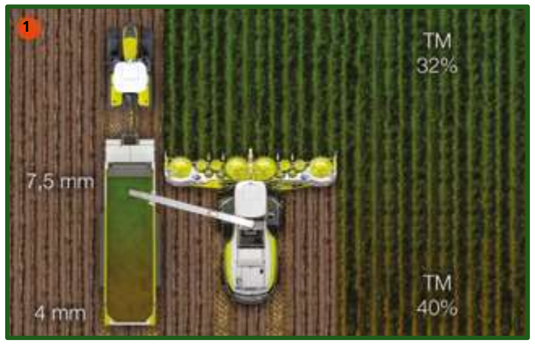




Figura 13-14 *jirafa en el modelo FR 600 de New Holland.*

Detector de metales

Es parte del sistema de alimentación y está constituido por un mecanismo electromagnético, que se activa al ingresar un cuerpo metálico extraño a los rodillos de alimentación. Este mecanismo detiene el funcionamiento del cabezal (maíz o pasturas) y de los rodillos alimentadores en forma inmediata, evitando el ingreso del metal a la unidad de picado y por consiguiente la posibilidad de roturas severas. Una vez que se detiene la alimentación (por el detector de metales), se acciona desde el interior de la cabina o del monitor de control en las máquinas de arrastre un interruptor, que invierte el sentido de alimentación, eliminando el forraje que aloja el metal. El operador puede ajustar la sensibilidad del sistema, a diferencia de cuando se trabaja con maíz y sorgo en la recolección de pasturas, este tipo de dispositivos es esencial para preservar el cuerpo picador de la máquina (Figuras 13-15 y 13-16).



Figura 13-15 *Indicador de la secci n en la que fue detectado el cuerpo met lico. Modelo FR 600 New Holland.*

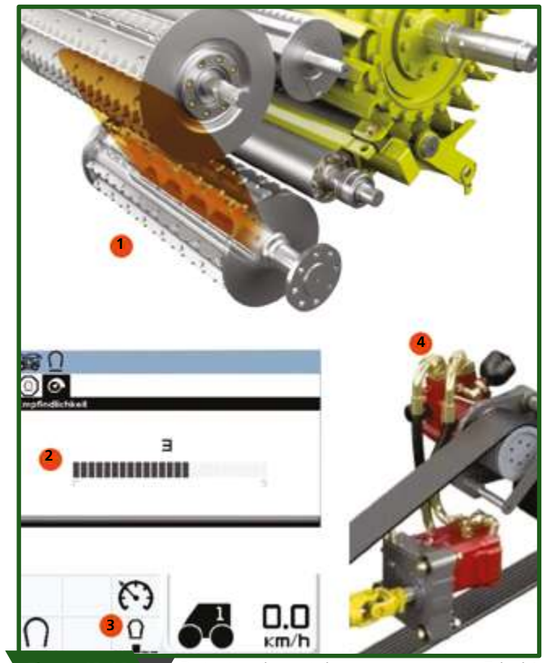




Figura 13-16 *Detector de metales compuesto por 5 bobinas magn ticas (1) con sensibilidad ajustable de 1 a 5 (2) y que indica la localizaci n en el monitor de la m quina (3). Al detectar el metal, requiere realizar una parada r pida para invertir el giro de la bomba hacia atr s (4).*



Figura 13-17 *Detalle de rotor picador con distinto n mero de cuchillas. Las cuchillas colocadas en forma de V permiten un corte que ahorra fuerza y permite realizar una entrega centrada del material picado. Las cuchillas luego del corte son las encargadas de realizar el transporte.*

1.2.2 Rotor picador

Los cuerpos de picado han ido evolucionando en su diseño para lograr una buena uniformidad de corte, tratando de que la longitud teórica, sea similar al tamaño de partícula que realmente se obtiene. A su vez se busca lograr un corte neto (sin extremos desiguales o rasgados), debido a que esto influye en la facilidad de movimiento del fo-

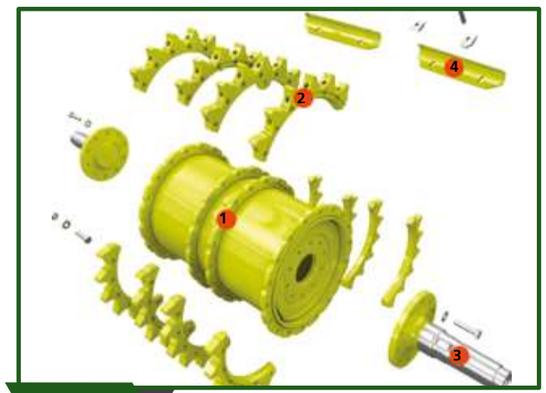


Figura 13-18 *Los rotores poseen una construcci n modular, donde todos los componentes pueden ser sustituidos individualmente. Los cuales son: Cuerpo base (1), Estrellas del cilindro en segmentos (2), Brida de accionamiento (3) y Cuchillas (4). Un detalle es que las cuchillas se montan con solo 2 tornillos para un f cil recambio.*

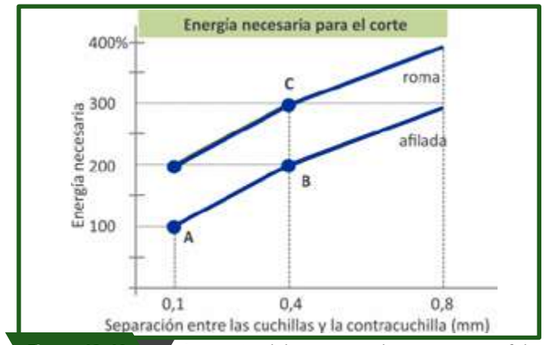


Figura 13-19 *Aumento del consumo de energ a, por falta de afilado o arrimado de contracuchilla (New Holland - Accucut Sistem, a o 1996).*



Figura 13-20 *Detalle de las cuchillas colocadas en V (1) y detalle de Cuchillas colocadas en V en combinaci n con una fase de entrada en la contracuchilla (2) que es el lugar donde se produce el corte. Cuchillas en forma de pala (3+4 que permite un eficiente transporte del material una vez que fue cortado contracuchilla. Cuchillas universales (3) y cuchillas espec ficas de ma z (4).*

rraje al momento de la expulsión, disminuyendo el consumo de potencia utilizada por la turbina o soplador, además de facilitar la descarga de los acoplados y la compactación del silo (Figura 13.17).

Un punto a tener en cuenta es que cuando se utilizan pocas cuchillas en el rotor, el esfuerzo de corte se hace mayor, ya que es más difícil mantener el momento de inercia y los esfuerzos puntuales se incrementan. Es por ello que para variar el tamaño de corte, siempre se debe evitar quitar cuchillas del rotor picador, haciéndolo solo desde las regulaciones permitidas por los rodillos de alimentación (Figura 13.18). Es posible además, cambiar las cuchillas de acuerdo al tipo de forraje que se está picando, teniendo disponibles cuchillas específicas para maíz o para pasturas, dándole mayor

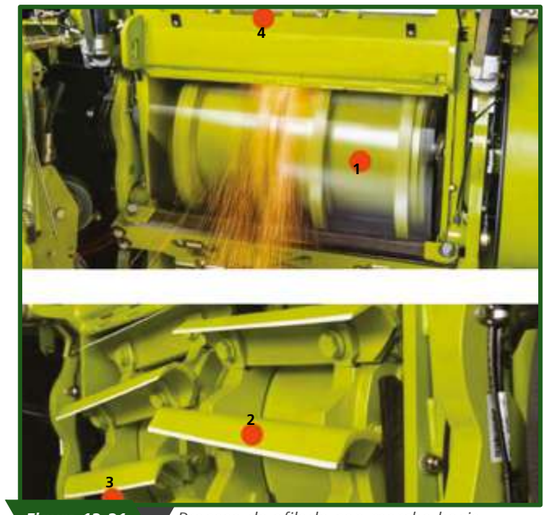


Figura 13-21 *Proceso de afilado con marcha hacia adelante (1). Las principales ventajas que ofrece este nuevo sistema es que la recepci n del calor la recibe en el dorso de la cuchilla (2) y no en el filo, no hay grietas de afilado en el canto de corte (3), la piedra de afilado (4) no se cristaliza y no se requieren accionamientos adicionales para invertir el tambor de cuchillas, pero lo fundamental es el ahorro de tiempo, ya que no se requiere invertir el rotor.*

duración al filo de las mismas y por lo tanto siendo más eficientes en el mantenimiento y capacidad de trabajo del equipo (Figura 13.20). Recordar que mantener el filo de las cuchillas y una correcta distancia con la contracuchilla; reduce el consumo de combustible, aumenta la capacidad de trabajo, disminuye las pérdidas por efluentes debido a menor ruptura de paredes celulares y mantiene uniforme el tamaño de picado (Figura 13.19).

Tener en cuenta que no existe una receta fija para la frecuencia de afilado de cuchillas, las cuales se deben hacer siempre que se observe falta de prolijidad en el corte y picado. A su vez se debe considerar que es preferible realizar varios afilados durante el día con menos pasadas de piedra, que un afilado prolongado una o dos veces al día. De esa manera, se mantiene la calidad de trabajo, se conserva la vida útil de la cuchilla, contracuchilla y piedra de afilar, además de tener un ahorro en el consumo de combustible (Figura 13-21). Uno de los factores que aumentan la vida útil de las cuchillas, logrando mayor calidad en el filo y menor desgaste, es el proceso de afilado. Estos sistemas permiten afilar las cuchillas y ajustar la contracuchilla, mediante un mando hidráulico desde la cabina donde, durante el ciclo de afilado, el picador invierte su movimiento y la piedra de afilar integrada renueva el filo de las cuchillas.

En las máquinas de nueva generación no es necesaria la inversión en el sentido de giro del rotor

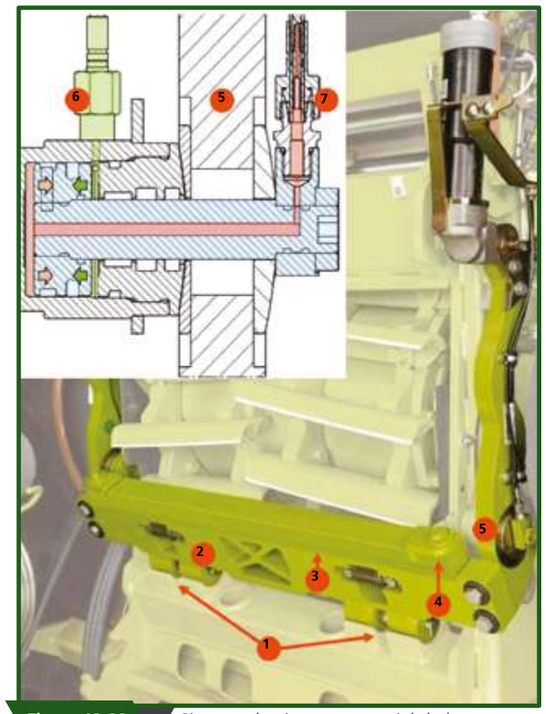


Figura 13-22 *Sistema de ajuste tangencial de la contracuchilla: soporte en dos puntos de giro (1), yunque (2), list n s ndwich (3), contracuchilla en forma de trapecio(4), palanca de ajuste con fijaci n hidr ulica (5), fijada (6, verde), suelta (7, rojo).*

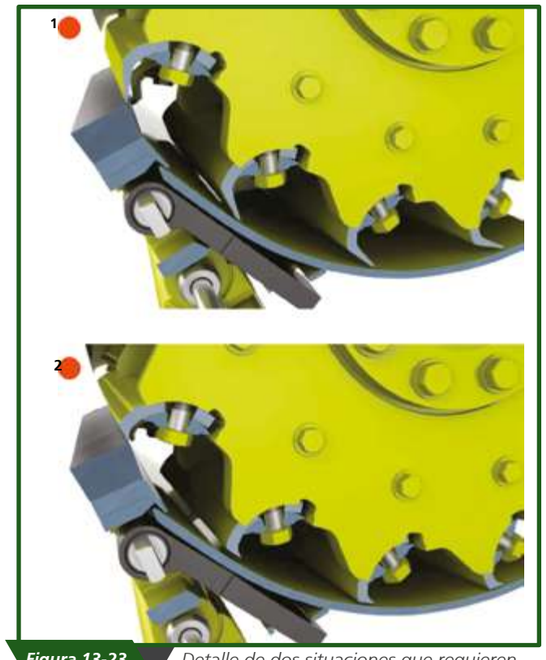


Figura 13-23 *Detalle de dos situaciones que requieren distintos ajuste: estado de cuchillas 100 %, nuevas (1) y estado de cuchillas desgastadas (2).*

picador, dado que el proceso de afilado se realiza con marcha hacia adelante.

Contracuchilla

Este elemento soporta la misma presión de trabajo que todo el conjunto de cuchillas móviles y por ello se le debe prestar especial atención, para mantener la eficiencia de trabajo de la unidad de picado. La posibilidad de utilizar todas las caras en el corte y la separación con las cuchillas, son factores que ayudan a mantener la calidad del corte. De la misma manera que existen cuchillas específicas para cada tipo de forraje a picar, también ocurre con las contracuchillas (Figura 13-22). Es de vital importancia mantener ajustada la distancia entre cuchillas y contracuchilla, de esa forma se reduce el consumo de potencia, se retarda el desgaste de las cuchillas y se logra un corte neto y más uniforme (Figura 13-23).

1.3 Mecanismo procesador de granos

Este equipamiento consiste en dos rodillos acanalados que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsión, cuya función es de quebrar y procesar los granos de ciertos cultivos como maíz y sorgo principalmente. Poseen una velocidad de giro diferencial del 20 % entre uno y otro, pero además cambiando poleas se puede hacer que esta diferencia de velocidad sea



Figura 13-24 *Detalle de rodillos quebradores de grano. El principio de funcionamiento de este mecanismo es con un perfil dentado contrapuesto (1) de los dos rodillos, los cuales trabajan a diferentes r gimen de revoluciones (2) generando un efecto de fricci n entre ellos. Entre ambos rodillos existe una grieta ajustable en mil metros (3).*





Figura 13-25 *Vista general y parcial del cracker (con detalles de sus estr as) para cultivo de sorgo que utiliza la picadora Gomselmash FS80.*

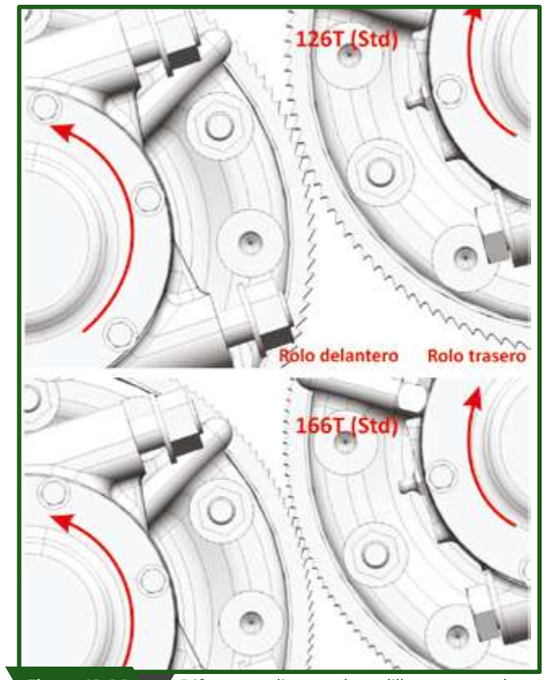


Figura 13-26 *Diferentes dise os de rodillos que pueden ser cambiables, para permitir el quebrado del sorgo. T (dientes).*

de 10 % o de 50 %. De esta forma se puede lograr una mayor o menor agresividad de procesado, según se trabaje sobre un grano más lechoso o más ceroso respectivamente, a los fines de mejorar su aprovechamiento a nivel ruminal (Figura 13-24).

En el caso de trabajar en sorgo, existe para este cultivo un modelo específico de procesador de granos que se diferencia porque cada rolo cilíndrico acanalado posee un diámetro de 250 mm, 100 dientes y trabajan con una velocidad diferencial del 20 %, a diferencia de los quebradores de granos de maíz donde el diámetro de los rolos es de 196 mm, 80 dientes y con una velocidad difencial del 30 % (Figura 13-25).

Las modificaciones realizadas en los procesadores para sorgo están hechas con el objetivo de incrementar el área de contacto.

New Holland ofrece para su modelo FR600 un quebrador de granos para maíz que presenta rolos estándar de 126 dientes, pero existe una alternativa con 166 dientes que trabajan en forma eficiente con el grano de sorgo (Figura 13-26).

El procesador de grano debe estar activado para trabajar sobre maíz o sorgo y desactivado para trabajar con pasturas o cereales de inviernos.





Figura 13-27 *Configuraci n para trabajo sobre pasturas (izquierda) y para picado de ma z/sorgo con procesado de granos (derecha). Fuente New Holland.*



Orgullo de ser grandes

Orgullo de ser CLAAS
#MiMáquinaYYo

smartfarming.com.ar
claas.com

Compartí tu argullo en nuestras redes

CLAAS

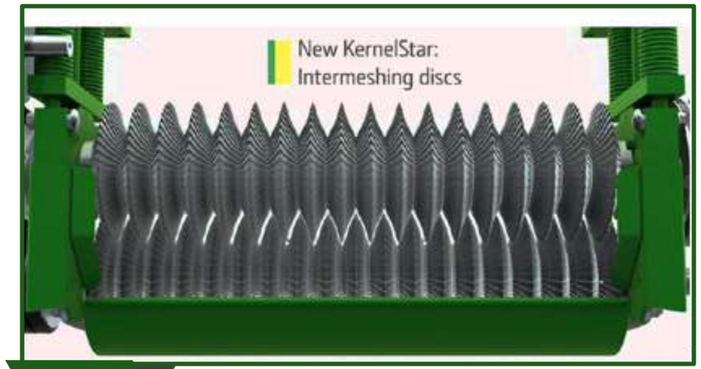




Figura 13-28 *Sistema de procesadores KernelStar que equipa la picadora John Deere 8000 y detalle de material picado con alto % MS donde se observa un correcto quebrado de los granos pero donde la fibra no est laceradas.*

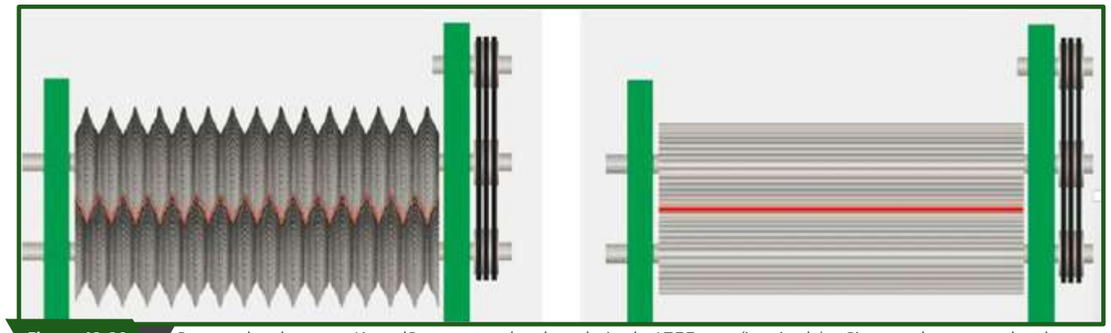


Figura 13-29 *Procesador de grano KernelStar con ancho de trabajo de 1755 mm (izquierda) y Sistema de procesador de grano tradicional con ancho de trabajo de 650 mm (derecha).*

En este último caso, la posición del soplador se sitúa 20 cm más cerca del picador, lo que según datos de fábrica permite ahorrar hasta 40 hp de potencia (Figura 13-27).

1.3.1 Procesador de grano acanalados

Como se desarrolló en el capítulo 10 de silajes de maíz y sorgo, la tendencia hacia la producción de silajes energéticos, con mayor porcentaje de MS y con granos con endosperma ceroso, está siendo acompañada por la llegada de nuevas tecnologías que incrementan la capacidad de quebrado de los granos sin modificar tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la picadora.

Un ejemplo es la tecnología, KernelStar presentada por la firma John Deere, que consiste en reemplazar los tradicionales crakers de rodillos acanalados por dos rolos con forma de platillos cónicos ranurados, con los cuales se incrementa la superficie de contacto permitiendo trabajar con mayor agresividad sobre el material, aumentando de esta forma el quebrado de los granos (Figura 13-28).

KernelStar se basa en un diseño de disco biselado que permite un tratamiento más intensivo del grano, que por su diseño de discos de forma cóncava con aletas radiales, que se ajustan exactamente entre sí, se incrementa prácticamente tres veces más a la superficie de contacto. Los procesadores de granos convencionales tienen un ancho de trabajo de 650 mm, mientras que Kernel Star presenta una longitud de 1755 mm (Figura 13-29).

La empresa Gomselmash equipa en Argentina a su picadora Gomselmash FS 8060 con un sistema quebrador de granos que opera con platillos cónicos ranurados el cual también se adapta muy bien para trabajar con granos de endosperma duro, como el que presenta cualquier cultivo de maíz con más de 40 % MS, a la vez que pica indistintamente maíz o sorgo, y afectando en muy baja medida tanto la capacidad de trabajo como el consumo de combustible de la máquina picadora.

Estos nuevos diseños indican que la tendencia mundial está evolucionando para poder producir silajes energéticos y la importancia de no tener que realizar ningún cambio de rodillos para picar maíz o sorgo (Figura 13-30).



Figura 13-30 *Procesador de grano con las distintas configuraciones posible de rolos.*

1.3.2 El Shredlage

El procesador de granos de la empresa Shredlage LLC. fue desarrollado en los Estados Unidos en septiembre de 2008 por sus socios fundadores, Ross Dale y Roger Olson, en busca de lograr un mejor partido de los granos y una mayor oferta de fibra efectiva, al momento de confeccionar los silos de maíz planta entera. Consiste en un procesador de granos cuyo diseño comprende dos rolos dentados y calados con 110 y 140 estrías dispuestas en forma transversal, respectivamente, los cuales giran a una velocidad diferencial entre ambos rodillos igual a 35 %, diferencia que es superior a la diferencia de velocidad observada entre estos en el cracker convencional, la cual es del 20 %.

La separación entre ambos rolos quebradores debe ser regulada de 2 a 3 mm, en cuanto al largo de picado la máquina debe ser regulada a un largo teórico (LTP) de entre 26 y 30 mm, valores que son superiores a los observados en el sistema tradicional, donde se busca un largo de fibra teórico de entre 15 a 20 mm (Figura 13-31).

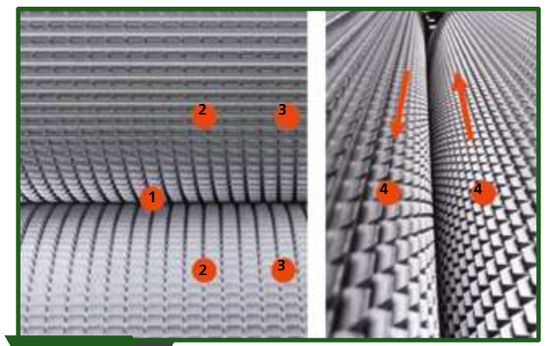


Figura 13-31 *Vista de un procesador Shredlage que realiza un gran tratamiento sobre granos con endosperma duro debido a la agresividad que le confiere su medida de grieta (1), el apareamiento de dientes (2), el efecto fricci n que genera la diferencia del r gimen de revoluciones (3) y el dise o de ranura en espiral con contramarcha (4)*

Esta innovación de la empresa Shredlage LCC fue instalada inicialmente en tres picadoras marca Claas en el año 2010 y luego en 11 máquinas más de la misma empresa durante el 2011. En el año 2012 se equiparon 49 máquinas, pero ya no solamente Claas sino también John Deere, New Holland y Krone dado que desarrollaron un kit específico que permite adaptarlo a cada modelo. Desde entonces su adopción creció en forma sostenida colocando estos procesadores a 300 máquinas durante el 2013 y otras 300 durante el 2014. Desde el año 2015 la licencia de estos quebradores fue adquirida por Claas, ofreciéndolo como opcional en toda su línea de picadoras Jaguar (Figura 13-32).

El objetivo de la implementación con que fue creado este nuevo diseño de procesador de granos fue lograr un mejor partido de Granos, dada la gran agresividad que produce sobre la fibra, al verse ésta más lacerada, obliga a incrementar el largo teórico de picado a 26 a 30 mm como se mencionó en párrafos anteriores para ofrecer un silo con fibra efectiva. Con esto se busca incrementar la digestibilidad del almidón y aumentar la fibra efectiva que ofrezca el silaje de maíz.

En la XVII International Silage Conference de 2015, se presentaron los resultados de los trabajos realizados por L. Ferrarretto y colaboradores, referidos a la utilización de Shredlage: realizaron una encuesta a 69 tambos de los estados de Minnesota, Wisconsin e Illinois de los Estados Unidos que utilizaban Shredlage desde hacía 4 meses hasta tambos que lo venían utilizando desde más de 3 años. Además se tomaron datos durante las etapas de picado y confección de los silos, relativos a las prácticas de procesado y extracción de los silos y lo concerniente al equipamiento usado.

También se tomaron muestras de material durante las etapas de extracción en los silos de estos es-



Figura 13-32 *Muestra de ma z con 51 % de MS reci n picado en prueba a campo efectuada en INTA Manfredi con una picadora Claas Jaguar 950 equipada con procesador shredlage.*

tablecimientos, para obtener datos del estado de calidad física y química del silo. La mayoría de los encuestados en la experiencia de Ferrarretto, no denuncian haber detectado cambios en la capacidad de trabajo de la picadora, ni mayor desgaste en los rotores (82 % de los encuestados), así como un 67 % de los mismos dicen no haber detectado cambios en el consumo de combustible de la máquina debido al uso del procesador para Shredlage, mientras que un 30 % de los mismos hablan de un aumento en el consumo de combustible al realizar Shredlage.

Aunque sería lógico que el mayor tamaño de picado utilizado en la técnica del Shredlage, provoque una disminución en la capacidad de compactado del silo, solo un 4 % de los relevados por Ferrarretto en su experiencia reportan haber detectado una disminución en la compactación de sus silos, contra un 51 % de los encuestados que reportan haber incluso aumentado la compactación de sus silos al usar Shredlage. Esta percepción de un aumento en la densidad de los silos, con Shredlage, podría estar relacionado a que al ser realizado con Shredlage, el material queda más entrelazado entre sí, similar a lo que ocurre cuando se realizan silos de alfalfa. De todos modos, los autores de la experiencia, corroboraron los datos de densidad lograda en la Universidad de Madison y no encontraron diferencias significativas entre la densidad lograda en silos realizados en Shredlage y silos realizados con procesadores convencionales.

Durante el XVII International Silage Conference, realizado en Piracicaba, Brasil, los mismos autores nombrados anteriormente, presentaron los resultados obtenidos en un ensayo de respuesta animal comparando el Shredlage con el silo tradicional, llevado a cabo en diciembre del año 2011, alimentando vacas en lactancia. Los resultados indican que animales alimentados con silo obtenido utilizando sherdlage, logran 0,9 l leche/animal día más respecto a aquellos alimentados con silo común. Esto se debe a la mayor digestibilidad del almidón logrado por un mejor partido del grano. En cuanto a la fibra, si bien se logra incrementar el tamaño medio de la fibra a valores entre 2,6 y 3cm, la misma no logra incrementar la rumia ni el contenido de grasa en la leche, ya que la fibra es más larga pero más digerible al sufrir un efecto de mayor raspado de la misma. La proporción de partículas de mayor tamaño fue mayor en las muestras extraídas del silo realizado con Shredlage, un 31,5 % de la muestra quedó en la zaranda superior del separador de partículas Penn State (alvéolos de 19 mm), contra el 5,6 % que quedó en los silos tradicionales. En TMR (raciones totalmente mezcladas) el shredlage observa un 16 % de partículas por encima de la primer bandeja, mientras que en las TMR de silo común este valor es del 4 %. La digestibilidad de la fibra "in situ" fue mayor en el tratamiento Shredlage que en el tratamiento silo convencional (80,8 % contra 64,2 % respectivamente). Esto se debe al mayor quebrado de los granos y al mayor lacero de la superficie vegetal que produce el procesador de Shredlage, lo que aumenta la superficie favorable para la acción de las bacterias ruminales.

Los datos de mercado que llegan desde los Estados Unidos muestran una gran adopción de estos quebradores de granos, fundamentalmente porque se los considera una gran herramienta, que genera un aumento en la digestibilidad de los granos y la energía suministrada, dado que logra un mayor quebrado de estos, aún trabajando en condiciones de 50 % de materia.

Los principales argumentos de su gran adopción se encuentran en que permite trabajar con maíces con mayor porcentaje de MS y el hecho de no tener que realizar ningún cambio de rodillos para picar maíz o sorgo (Figura 13-33).

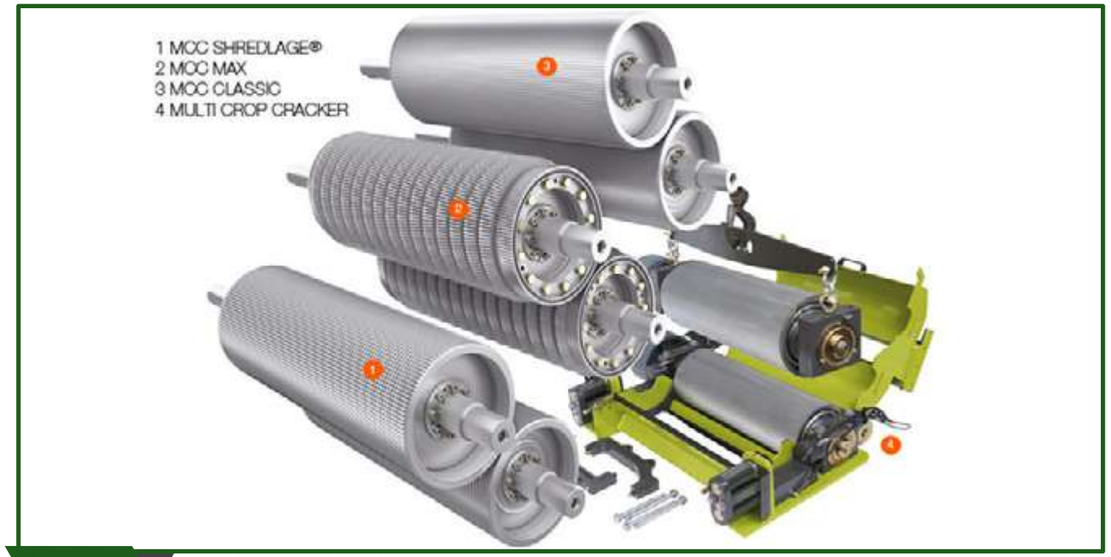


Figura 13-33 *Gama de procesadores de grano con que se puede equipar las picadoras CLAAS Jaguar. 1: Multi Crop Cracker Shredlage que son rolos con un perfil de dientes de sierra con una ranura espiral que marcha en direcci n opuesta y con una diferencia del r gimen de revoluciones del 50 %. 2: Los rodillos MCC MAX han sido desarrollados para el acondicionado de ensilado de ma z con longitudes de corte entre 7 y 22 mm y est compuesto por 30 segmentos anulares perfilados en forma de dientes de sierra. La colocaci n y la especial geometr a de los segmentos anulares hacen que el material sea trabajado no solo mediante un aplastamiento y fricci n, sino tambi n por fuerzas de corte y desgarre. Esto permite un acondicionado m s intensivo de los granos de ma z con endosperma cerosos y adicionalmente una abertura de las fibras del material de los tallos. 3: El convencional MCC CLASSIC est equipado con el acreditado perfil de dientes de sierra y trabaja de serie con una diferencia del r gimen de revoluciones del 30 %. Este sistema es utilizado en picado de ma z con fibra de entre 14 y 20 mm y nieveles de MS de ente 34 y 38 %. 4: versi n MULTI CROP CRACKER espec fica para sorgo, que en el caso de Jagual solo requiere cambiar un solo rodillo.*

1.4 Lanzador, soplador o acelerador del forraje

Una vez realizado el picado del forraje, lo toma un lanzador que normalmente está diseñado con tres hileras de 6 paletas, el cual procede a la elevación del material a través de un tubo curvo y orientable desde la cabina de comandos, para el llenado del camión o acoplado forrajero (Figura 13-34).

Los diseños de sopladores o aceleradores de forraje tienen un rotor con paletas, que en sus extremos cuentas con un suplemento parecido a los de las cuchillas de corte.

Es necesario que el ajuste de esos suplementos sea preciso y esté bien arrimado al fondo del alojamiento del rotor, para evitar pérdidas por fricción de material con el fondo o bien turbulencias que incrementen la demanda en el soplado o aceleración del forraje.

El soplado y expulsión del material demandan alrededor del 30 % de la energía de todo el sistema, por lo que existe la posibilidad de variar la velocidad de soplado según los requerimientos de potencia que demande cada cultivo.

1.5 Monitor de rendimiento

Mediante un sensor de flujo de forraje y corrigiendo con el porcentaje de humedad, se puede hacer a través de un sistema de posicionamiento global (GPS), un mapa de rendimiento del forraje para cada lote cosechado. Esta es una herramienta que constituye un adelanto sustancial para el cálculo de raciones, presupuestación forrajera y el cobro con un método sencillo y justo del trabajo, cuando se contrata con terceros.

El sensor de flujo de forraje envía la información al monitor, el cual también recibe además la georreferenciación exacta mediante una antena satelital y los datos de humedad que proporciona el sensor ubicado en el tubo de descarga, permitiendo de esta manera elaborar mapas de rendimientos tanto de MV como de MS.

Los sensores de flujo de masa, son los encargados de analizar la cantidad de forraje que está recolectando la máquina y están ubicados en el enganche de los rodillos de alimentación de la picadora (Figura 13-35).

Estos sensores convierten el movimiento del vástago del émbolo, en un impulso electrónico el cual indica la apertura (altura) que sufre el sector de alimentación de la picadora, por el material que está ingresando a cada instante. Este dato se combina con el ancho de los rodillos (dato constante), resultando de esta forma un dato de superficie, que combinado con la velocidad de giro de los rodillos de alimentación delanteros (sensor que se encuentra ubicado en la transmisión) permite estimar el volumen de material que ingresa a la máquina por unidad de tiempo, en un momento determinado (Figura 13.36). Uno de los equipamientos incorporados, es una impresora que entrega ticket con la información de superficie trabajada y rendimiento de material picado, para hacer de esa manera el cobro del servicio, lo que

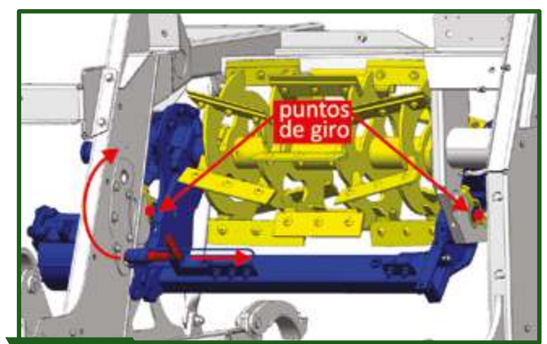


Figura 13-34 *Esquema del acelerador o soplador de forrajes de las m quinas picadoras*



Figura 13-35 *Esquema de funcionamiento del sensor de flujo.*

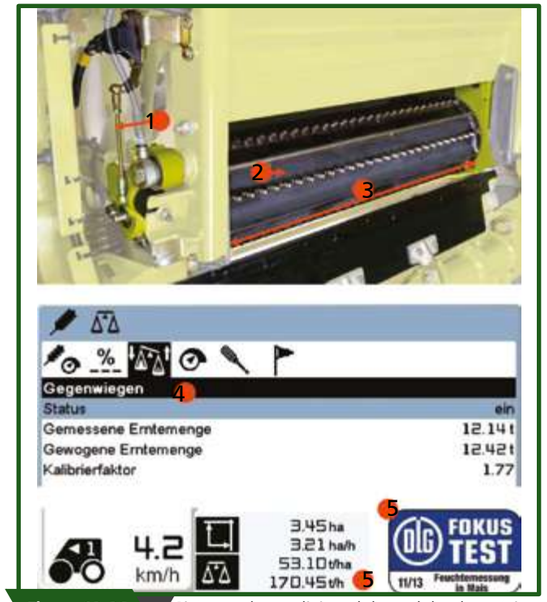


Figura 13-36 *Sistema de medici n del caudal volum trico (m^3) x peso espec fico del fruto (g/l) = t/h o t/ha. Es sistema trabaja detectando la inclinaci n del rodillo de compactaci n previa superior trasero (1), la velocidad de la alimentaci n (2) y el ancho de la alimentaci n (3). Seg n datos de Claas el sistema necesita un caudal >50 t/h y el calibrado se realiza mediante contrapesado (4).*

agrega agilidad y transparencia al negocio del picado (Figura 13.37). Otro adelanto tecnológico, es un sistema que se basa en una cámara 3D, que detecta automáticamente el borde de la batea del camión o carro forrajero, controlando de manera automática el movimiento del tubo de descarga para llenar el remolque hasta los bordes sin generar pérdidas (Figura 13-38).

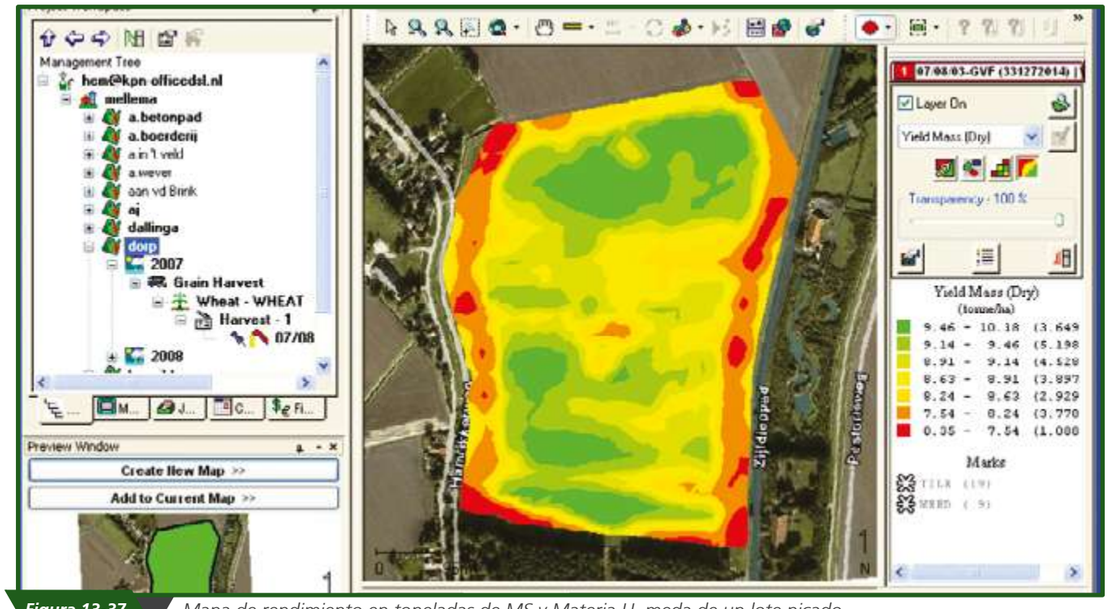


Figura 13-37 *Mapa de rendimiento en toneladas de MS y Materia H meda de un lote picado.*

1.5.1 Medici n de porcentaje de MS

El equipo encargado de determinar el porcentaje de MS es un Sensor NIR que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa, el cual trabaja con un espectrómetro de infrarrojos cercanos con el cual mide la reflexión de longitudes definidas de ondas, realizando 20 mediciones por segundo (Figura 13-39).

Una evolución de estos sensores Nirs (infrarrojo cercano) es que, además de MS, puedan brindar información sobre la calidad del forraje que se está picando, midiendo parámetros como Fibra de Detergente Neutro y Ácido (FDN y FDA), Proteína y Almidón entre otros.

Estos nos brindan información para la toma de decisiones en agricultura de precisión, al tener la posibilidad de delimitar ambientes según rendimientos y también conocer y estimar en tiempo real la producción y calidad que obtendremos con el silaje que estamos confeccionando, permitiendo planificar su uso nutricional. Además es un comprobante fidedigno, a la hora de cobrar o pagar un servicio de picado (Figura 13-40).

Ante la llegada de estas tecnologías a nuestro país, INTA recomienda conocer el grado de precisión que tienen estos equipos para nuestros cultivos y realizar una labor de validación de estos sensores sobre los cultivos que se va a analizar como por ejemplo maíz, sorgo y alfalfa locales.

El proceso de validación, para cada uno de los cultivos, consiste en realizar con el Sensor Nirs la lectura de un mínimo de 30 muestras patrón sobre las que se determinarán los parámetros MS, FDN, FDA y Proteína. En el caso de las muestras de maíz y sorgo se incorpora el parámetro Almidón. Las muestras recolectadas deben ser analizadas por métodos convencionales de laboratorio (química





Figura 13-38 *Sensor NIR HarvestLb que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa de las picadoras John Deere 8000 y que mide en tiempo real MS, FDN, FDA, Prote na y Almid n. Este sensor se puede remover de la picadora y utilizarlo como una unidad fija en una oficina para medir no solo materiales reci n picado, sino tambi n silajes ya estabilizados.*



Figura 13-39 *Sensor NIR que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa (izquierda). Indicaci n continua en CEBIS de los equipos Claas (1), donde se tienen en cuenta continuamente los valores de MS en la determinaci n del rendimiento (2).*



Figura 13-40 *Sensor NIR que va ubicado en el codo de descarga de la jirafa (arriba). Indicaci n continua en CEBIS de los equipos Claas (1), donde se tienen en cuenta continuamente los valores de MS en la determinaci n del rendimiento (2).*

húmeda) y serán la referencia para indicar el grado de precisión que posee el Sensor. Es recomendable que las 30 muestras se presenten dentro de un rango heterogéneo de humedad y varien entre un 25 % y un 45 % MS. John Deere es la primera empresa en Argentina en incorporar un Nirs en su línea de picadoras 8000, el cual es denominado HarvestLab, que permite medir además de MS y verde, FDA, FDN, proteína y almidón.

Este equipo que va montado en la jirafa de la picadora, posee la característica de analizar en tiempo real el material que se está picando, pero también la posibilidad de removerlo de la máquina y utilizarlo como una unidad fija en una oficina para medir no solo materiales recién picados, sino también silajes ya estabilizados.

1.6 Aplicaci n de aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos

Los aditivos e inoculantes pueden ser distribuidos de múltiples maneras sobre el material picado. Todas las metodologías de distribución esta explicadas en el capítulo específico sobre aditivos de este manual (capítulo 15). A continuación, se detallan los mecanismos presentes en máquinas picadoras autopropulsadas para la aplicación y distribución de aditivos e inoculantes sobre el material picado.

Los componentes clásicos del sistema de aplicación de aditivos e inoculantes en las máquinas picadoras autopropulsadas están descriptos en la figuras 13-41 y 13-42.



Figura 13-41 *Equipo de inoculaci n en picadoras autopropulsadas. (1) Deposito de mezcla (375 litros en esta figura, CLAAS modelos 930 al 980). (2) Unidad de bomba con filtro(ver Figura 13-42). (3) Indicador de nivel de relleno en el acceso. (3) Indicador de nivel de relleno en el acceso y en CEBIS®. (4) Bocas de llenado y vaciado de alta capacidad.*



Figura 13-42 *Detalle de la bomba del sistema de inoculaci n, con vista del filtro (1). Fuente: CLAAS Argentina.*

que en la panoja está el grano, el cual es altamente digerido por los rumiantes, es fácil deducir que el material para ensilar puede competir con el contenido de almidón que ofrece el maíz. Esto no significa que el sorgo en todos los casos sea mejor que el maíz, sino que tiene la ventaja sobre el maíz de que es más resistente a la sequía y, por tanto, puede ser más estable en la producción de grano. Esta característica, sumado a que tiene menor costo de implantación, hacen que el sorgo pueda ser una alternativa interesante para la obtención de silajes, sobre todo donde el crecimiento del maíz está limitado por precipitaciones o condiciones edáficas, o bien donde hay sequías periódicas en la época de floración (Di Marco, O. 2006).

La calidad nutritiva del silaje de sorgo depende del contenido de grano y de la digestibilidad del resto de la planta o "stover".

Es conocido que el grano, al igual que en el maíz, es el componente de mayor calidad por su alta concentración de energía, mientras que el "stover" es de limitada calidad nutritiva, por tener baja digestibilidad. Por esta razón la calidad del silaje depende fundamentalmente del índice de cosecha del cultivo. Esto es, en la proporción del grano en el material a ensilar, que a su vez determina el contenido de almidón del silaje, por lo tanto, hay que tener presente que en una determinada zona, el cultivo que tenga mayor producción de MS/ha y más proporción del grano en la planta es el más adecuado para ensilar. (Di Marco, O. 2006)

Según ensayos llevados a cabos en la Estación Experimental del INTA Rafaela, donde se comparan parámetros productivos y de calidad de materiales de sorgo, obtenidos en tres diferentes momentos de cosecha, la producción de MS se incrementó en alrededor del 30 % cuando el corte se efectuó al estado medio o al tardío. El aporte de los distintos componentes del rendimiento presentó una clara tendencia a una disminución del tallo y de la hoja y un aumento de la panoja, con el avance del estado de madurez del cultivo. (Romero, L. 2014)



Figura 13-52 *Picadora Gomselmash FS 80 trabajando sobre el cultivo de sorgo.*

Con el avance de la madurez, el valor nutritivo de la planta y de los silajes manifiesta una tendencia al aumento de la calidad. Cuando se trabaja con sorgos de alta producción de granos (más del 50 % de la MS total), se mejora la calidad del forraje y se mantiene la del resto de la planta. (Romero, L. 2014)

Es importante destacar que si bien al picar más tarde se logra mejorar la calidad medida a nivel de laboratorio, puede ocurrir que luego, al ser utilizada por los animales, no se logre la respuesta esperada. Esto se debe a que las máquinas picadoras no procesan el grano y, al quedar entero y más duro, es menos digerido por los animales. A su vez, al atrasar la fecha de cosecha, se produce un aumento de la cantidad de MS cosechada. (Romero, L. 2014)

En este mismo ensayo se demostró que también hubo diferencias en el consumo según el momento de picado, siendo éste levemente superior en el tratamiento que utilizó el silaje de grano duro, respecto al silaje con grano pastoso (7,8 versus 6,5 Kg MS/vaca día). A pesar de un consumo total de alimentos, el tratamiento que utilizó el silaje de grano pastoso a la producción de leche de los animales, fue levemente superior con respecto al de grano duro (22,3 y 21,4 l/vaca día respectivamente). En consecuencia se logró una mayor eficiencia de conversión (l de leche/kg de alimento)(Romero, L. 2014).

De este ensayo se concluye que en la práctica, dependerá del productor tomar la decisión de picar en estado de grano pastoso para evitar la aparición de granos en las heces, con un menor almacenamiento de MS o, por el contrario, acumular más MS, con una mayor posibilidad de perder granos en las heces.

Quebrar o dañar el tegumento del grano de sorgo aumenta su digestibilidad en el rumen y esto es clave para lograr una alta conversión a carne o leche y para cosechar lotes con mayor proporción de MS.

Desde mediados de los años '90, las picadoras que se comercializan en nuestro país comenzaron a venir equipadas con sistemas procesadores de granos para maíz, con los cuales se logra una muy alta eficiencia en el quebrado, especialmente cuando se pica con contenidos de MS superiores al 35 %, pero que pierden muchísima eficiencia cuando trabajan en cultivo de sorgo.

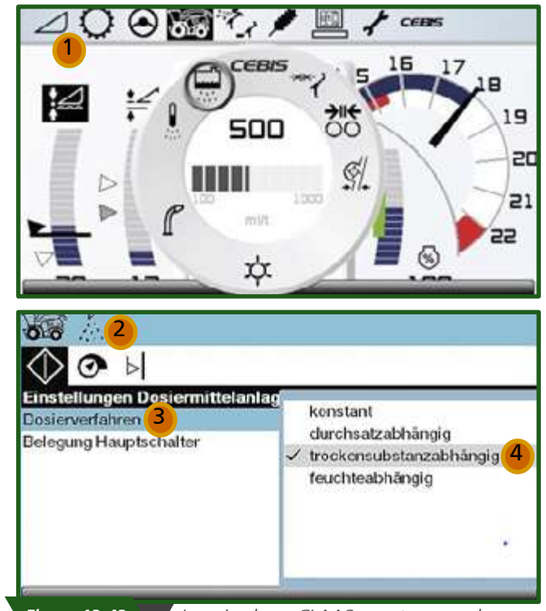


Figura 13-43 *Las picadoras CLAAS cuentan con el sistema CEBIS® el cual consiste en una pantalla t ctil a color de 12 pulgadas la cual re ne las funciones de todos los sistemas de asistencia actuales de la m quina (1), permitiendo al operador mantener un control total del funcionamiento de la misma desde un solo terminal y ajustar todas las funciones del sistema de asistencia seg n sea necesario, simplemente tocando la pantalla. En la pantalla de inoculaci n (2), se puede por ejemplo varia la dosis de inoculante (3), seg n el contenido de MS del material que est siendo picado (4). Fuente: CLAAS Argentina.*

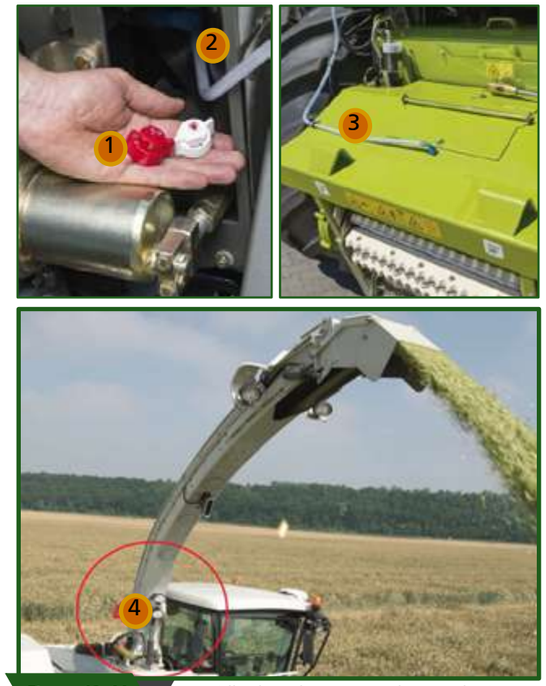


Figura 13-44 *pastilla de pulverizaci n de inoculante para diferentes rangos de inoculacion(rojo bajo volumen y blanco alto volumen) y diferentes lugares de trabajos. Linea de inoculante que lleva la mezcla al sector del rotor acelerador(2). linea de inoculantes que lleva la mezcla al sector alimentacion(3). Linea de inoculaci n de ultra bajo volumen ubicada en el tubo de descarga(4).*

En la actualidad, al igual que pasa con otros equipos agrícolas, la tendencia es disponer de una unidad de control integral de todas las funciones de la maquina en cabina. Por ejemplo, en el caso de CLAAS, los equipos disponen del sistema CEBIS®, el cual también controla totalmente la tarea de inoculación e incorporación de aditivos (Figura 13-43).

Este tipo de equipo, permite además regular la dosificación del inoculante según las horas operativas (desde 30 hasta 400 l/h), según las toneladas de material verde procesado o el contenido de MS de ese material verde y según el contenido de humedad de la materia verde procesada (0,5 a 2 l/t MV). Para estas últimas opciones la picadora debe estar equipada además con un medidor de caudal y con sensores complementarios como el NIR.

La bomba (Figura 13-42), que impulsa la mezcla desde el tanque de depósito, lleva la mezcla hasta las pastillas de aplicación que según el modelo de maquina picadora puede estar ubicada en tres lugares: El rotor acelerador del material picado, el sector de alimentación y el codo de descarga (Figura 13-44). La tendencia actual es que las picadoras modernas este equipadas con líneas de inoculante de volumen de aplicación tradicional en el rotor acelerador y la alimentación, y que varíen su uso según el tipo de dosis que se quiera aplicar y que posean la línea de aplicación en el codo de la descarga para ser utilizada con los equipos de ultra bajo volumen para inoculantes bacterianos de alta concentración (Figura 13-44).

La línea de aplicación ubicada en el rotor acelerador, se utiliza para altas dosis, en general para las dosis del tipo volumétricas en el tiempo, que pueden ir de 30 a 200 l/h (con pastillas de bajo volumen, como la de color rojo en la figura 13-44), hasta los 200 a 400 l/h (con pastillas de alto volumen, como la de color blanco en la figura 13-44).

La línea de aplicación montada en el sector de alimentación de la picadora, es para trabajar con dosis de bajo volumen y variables según el flujo de material verde, con dosis que pueden ir desde los 0,5 hasta los 1,2 l/t MV (pastilla de color rojo en la figura 13-44), o hasta los 1,2 a 2 l/t MV (pastillas de color blanco en la figura 13-44).



La FR600 cuenta con una gran capacidad de picado, aumentando la productividad sin perder calidad. Conocé más sobre todos los atributos y beneficios que New Holland tiene para ofrecerte.

www.newholland.com.ar

NEW HOLLAND AGRICULTURE
CADA VEZ HAY MÁS

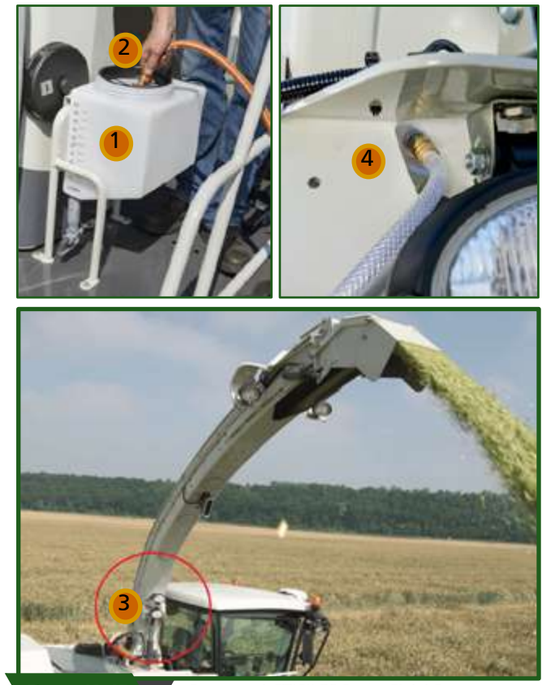


Figura 13-45 *Sistema ACTISILER® de CLAAS para aplicaci n de concentrados biol gicos a ultra bajo volumen y alta velocidad. El equipo consta de un tanque de 20 litros de capacidad (1); un indicador de relleno que es visible desde la cabina (2); La tobera de aplicaci n est ubicada en el codo de la descarga (3); lo que permite la aplicaci n del concentrado biol gico con una alta velocidad de aire (4). Fuente: CLAAS Argentina.*

En la actualidad, la tendencia tecnológica en la aplicación de inoculantes, es trabajar con productos de alta concentración, como es el caso de la tecnología H2C® (ver capítulo 15 de este manual), que mantengan la uniformidad en la cantidad de bacterias ácido lácticas aplicadas durante toda la aplicación de ultra bajo volumen, lo que además permite trabajar a alta velocidad con la picadora para no perder capacidad de trabajo. Estas tecnologías están diseñadas para trabajar con equipos de aplicación de ultra bajo volumen en las picadoras (Figura 13-45), con dosis que pueden ir desde los 10 hasta los 30 ml/t MV, o desde los 0,2 hasta 7 l/h trabajada.

2. Recomendaciones de uso en picadoras para confeccionar silajes de ma z de alta calidad

El contenido de humedad en el cultivo es un factor clave para lograr calidad en el material ensilado. En el caso de silaje de maíz o sorgo el contenido de MS % óptimo se encuentra entre el 35 y el 40 %. Valores inferiores a los mencionados pueden derivar en una fermentación butírica o en un exceso de lixiviación de azúcares, mientras que niveles superiores pueden retrasar e incluso impedir que la fermentación se lleve a cabo. Los valores de MS % comprendidos en esta ventana, resultan esenciales para asegurar que la fermentación se realice en forma correcta, además de facilitar la eliminación de oxígeno durante el proceso de llenado y compactado.

Tradicionalmente se ha considerado que el momento óptimo de picado de maíz se produce cuando el grano presenta entre media y un cuarto de endosperma líquido, ya que se correlaciona este estado con un nivel de MS del resto de la planta del 35 %. A su vez se considera que en este estado se ha alcanzado un alto grado de concentración de almidón en el grano y que aún presenta facilidad de ser partido por efecto mecánico de la picadora (Figura 13-46).

Este concepto surgió en los años 90 cuando se comenzó a trabajar con el picado de precisión, fundamentalmente con máquinas de arrastre, en las que en busca de logar un mayor aprovechamiento del grano en el rumen, se requería que estos no presenten un endosperma duro, dado que no se utilizaban procesadores de granos.

A su vez, se buscaba no exceder estos niveles de MS, dado que con el tamaño y la uniformidad de picado que se lograba no era tan preciso como en la actualidad, lo que dificultaba alcanzar una buena densidad en el silo a medida que se superaba, valores mayores al 35 %MS.

Con esta tecnología que presentan las máquinas en la actualidad, respecto al tamaño y uniformidad de picado, sumado al trabajo que realizan los procesadores de granos, es posible trabajar sobre cultivos con estado de madurez más avanzados, cercanos al 40 % MS, y con granos que presenten un endosperma más ceroso.



Figura 13-46 *Ventana de picado en cultivo de ma z en funci n de la MS de la planta entera.*

Al momento de tener que determinar el momento para picar un lote de maíz, no podemos seguir observando el grano, sino que debemos determinar el porcentaje de MS que tiene el cultivo. Se ha demostrado que no existe una correlación marcada entre la línea de leche de los granos y el porcentaje de MS de la planta.

Una forma simple y objetiva de determinar el momento óptimo de picado, es cortando algunas plantas de distintas partes del lote, picándolas y determinando mediante microondas o estufa el contenido de humedad de las mismas.

A medida que avanza el estado fisiológico del cultivo, la capacidad de trabajo de la picadora disminuye y el consumo se incrementa. Esto se debe a que las plantas con mayor porcentaje de MS poseen tejidos con mayor resistencia al corte, lo cual demanda un mayor esfuerzo del rotor de picado.

Una prueba a campo llevada a cabo por INTA, consistió en realizar una evaluación de una picadora de última generación modelo New Holland FR600, bajo distintas condiciones de cultivo y con distintas configuraciones, para determinar los parámetros a tener en cuenta en el momento de picado y realizar los ajustes necesarios para lograr un silo de alta calidad. En esta prueba se determinó que al pasar de un cultivo de 30 % MS a uno similar con 40 % MS, la caída en la capacidad de trabajo representó un 20,4 %, cuando se trabajó con el craker desactivado y un 31,3 % cuando se procesaron los granos. A su vez el consumo se incrementó un 17 % cuando se trabajó con el craker desactivado y un 46 % cuando se procesaron los granos (Figura 13-47).

En cuanto a la máquina picadora se observa en líneas generales que al usar el cracker, disminuye la capacidad de trabajo (t MV/h) y aumenta el consumo de combustible, pero debemos tener en cla-

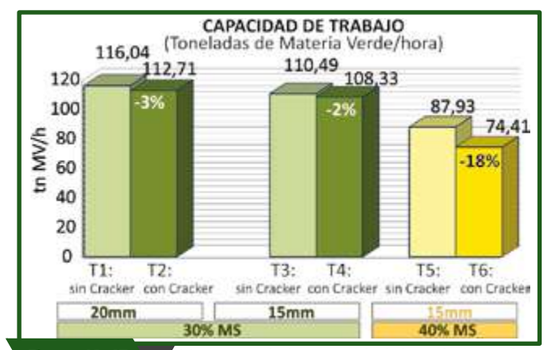


Figura 13-47 *Variaci n de la capacidad de trabajo en funci n MS y el uso de procesador de granos.*

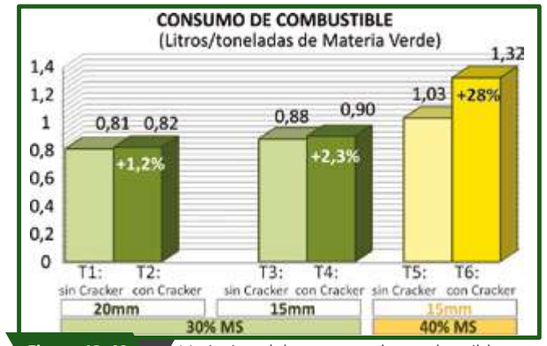


Figura 13-48 *Variaci n del consumo de combustible en funci n MS y el uso de procesador de granos.*

ro que el quebrado de los granos es un proceso indispensable para incrementar su aprovechamiento a nivel ruminal, fundamentalmente cuando estos presentan mayor porcentaje de endosperma duro, permitiendo de esta forma que el silo que estamos suministrando sea además una fuente energética.

En esta prueba quedó establecido que en los tratamientos con 30 % MS, el hecho de utilizar o no el cracker, no produjo diferencias significativas en el consumo de combustible, debido a que el grano se presentaba pastoso-lechoso y el cracker, regulado con una separación de 15 mm, no generaba una demanda extra de potencia (Figura 13-48).

En el caso de realizarse el picado sobre un cultivo húmedo (30 % MS), donde los granos se encuentran en estado de endosperma líquido (lechoso), el hecho de procesar los granos genera una disminución en la capacidad de trabajo que no supera el 3 %, respecto al picado sin procesado de granos. Esto también se ve reflejado en cuanto al consumo, dado que la diferencia con o sin cracker no supera el 2,3 %. En este caso, la velocidad de avance prácticamente no varía, debido a que el material que se está procesando es frágil y no demanda un torque extra por parte del procesador de granos. Por este motivo las vueltas de motor no se reducen significativamente, variando muy poco la capacidad de trabajo.

Cuando se picó sobre un cultivo que presentaba un 40 % MS y el grano con 2/3 de endosperma sólido, fue más notable la disminución de la capacidad de trabajo al picar con el cracker activado, produciéndose una caída de un 15 % y el aumento del 25 % en el consumo de combustible, respecto a cuando no se procesaron los granos. En este caso, al picar un cultivo en condiciones óptimas, donde el grano se presenta con una consistencia más dura, procesarlos demanda un torque o par motor mayor a cuando se trabaja sin el cracker activado, por lo que se disminuye la capacidad de trabajo

de la picadora debido a una baja en la velocidad de avance.

Al momento de picar un cultivo nos encontramos con dos desafíos opuestos. El primero es lograr un tamaño de partículas sumamente pequeño para no dificultar el compactado, lo cual es factible con la tecnología de picado actual, y el segundo es de lograr un tamaño lo suficientemente grande como para proveer al animal fibra efectiva (FDNef), asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando consume ese forraje. Recordar que el tamaño teórico de corte del forraje para ensilar, está en relación con la regulación de la picadora y normalmente difiere del tamaño de las partículas resultantes del procesado.

Para un largo de picado con partículas entre 15 mm y 19 mm, lo correcto es encontrar sobre la primera bandeja del Penn State´s entre un 7 y un 12 % de partículas de más de 25 mm de longitud, pero nunca mayores de 80-100 mm.

Este porcentaje de partículas es necesario para estimular la rumia, pero nunca debe excederse dado que puede limitar el consumo del bovino. Las partículas de fibra que pasan a través de la segunda bandeja (> 8 mm), presentan una elevada tasa de pasaje a nivel ruminal, ocasionando falta de eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.

Esta prueba llevada a cabo por INTA fue realizada en un establecimiento de producción de carne, cuyo silo era destinado a las dietas del Feed Lot, cuyos animales poseen un sistema digestivo con tránsito de partículas más lento con menor tasa de pasaje.

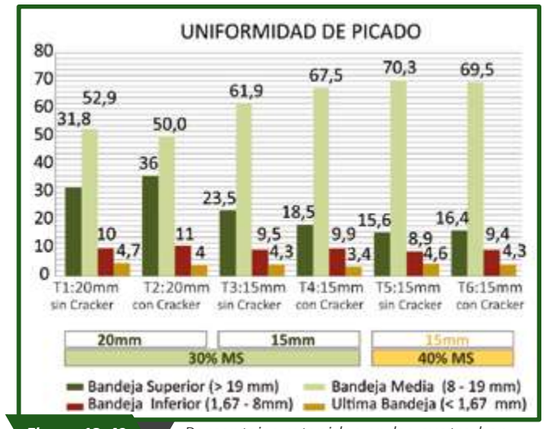


Figura 13-49 *Porcentajes retenidos en las cuatro bandejas de Penn State´s en los distintos tratamientos.*

Analizando los tratamientos realizados a 40 % MS, si este silo hubiese estado destinado a un sistema lechero, la máquina debería haberse configurado para que en la tercer bandeja (columnas color bordo) logre una mayor participación, llegando aproximadamente a un 30 % y no al 10 % como ocurrió. Esto se debe a que en esta fracción se deberían encontrar los granos partidos que pasen a través del orificio de 8 mm, dado que los rodeos lecheros poseen un tránsito de partículas más rápido por un retículo masal de mayor tamaño que los novillos. Ello determina mayor tasa de pasaje de los alimentos, decayendo la eficiencia metabólica de los nutrientes suministrados, lo que obliga a tener que ejercer un mayor partido sobre los granos (Figura 13-49).

El aumento de esta tercer bandeja es en detrimento de la segunda bandeja, la cual no debería haber superado en 50 %.

El hecho de haber confeccionado un silo destinado a producción de carne a corral, explica por qué se trabajó con un menor partido de los granos; respecto a si se hubiese trabajado para un sistema lechero, lo cual redunda en una menor demanda de potencia al utilizarlo con una mayor apertura del cracker (15 mm).

A medida que se avanza en el rango óptimo de picado hacia valores cercanos al 40 % MS, crece el porcentaje de endosperma sólido y para lograr mejor aprovechamiento de grano no hay otra opción de la utilización del cracker.

Cuando en los ensayos a campo se picó con 40 % MS sin cracker, el 27,7 % de los granos quedaron sin dañar, los cuales al ser consumidos, por un bovino lechero no serán aprovechados y pasaran indefectiblemente a las fecas, con pérdidas casi totales del almidón contenido en ellos (Figura 13-50).

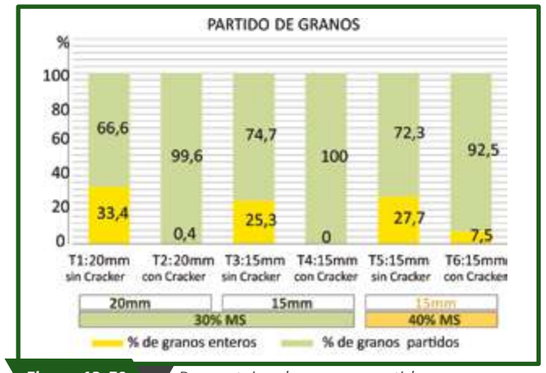


Figura 13-50 *Porcentajes de granos partidos.*



En caso de haber realizado un silo con destino a tambo, en el caso de los tratamientos con 40 % MS, el sistema procesador de granos (cracker) debería haber presentado una distancia entre rolos de 8 mm.

Cuando se pica a humedad óptima, con una proporción de MS cercana a 40 %, el largo teórico seleccionado en la máquina se asemeja al largo de picado real obtenido. En condiciones de mayor humedad de cultivo se observa un corte más neto, pero con un largo de picado real mayor al teórico, debido que el material con menor proporción de MS % (más turgente) se desliza con mayor facilidad entre los rodillos alimentadores. Se recomienda disminuir la velocidad de giro de los rolos alimentadores, para acercarse al largo teórico.

Si se observan los datos obtenidos en esta prueba, cuando se trabajó con 40 % MS a 15 mm la bandeja superior de Penn State´s presentó una proporción de aproximadamente un 16 %, mientras que con el mismo tamaño de picado, pero al 30 % MS, ese porcentaje se elevó a valores que promediaron a 21 %.

A la hora de determinar el momento de picar un lote de maíz, considerando la prueba que se realizó en esta oportunidad, se debe tener en cuenta que cultivos con 30 % MS presentan plantas muy digestibles, producto de la fibra de muy buena calidad, pero con mucha agua y poco almidón. A medida que avanzamos hacia valores de 40 % MS, las hojas se van secando y la lignina tiene un papel más protagónico en la estructura fibrosa de la planta, pero a pesar de la pérdida de calidad, no se evidencian cambios en la digestibilidad debido a que el llenado de grano actúa como compensador.

Normalmente ocurre que se pican maíces con valores de 30 % MS, debido a la necesidad de anticipar el picado por miedo a no llegar a tiempo, o bien elegir una máquina con capacidad de trabajo muy limitada y sin cracker, o porque no se logra que el contratista llegue en el momento oportuno, como ocurre en zonas más alejadas de la zona núcleo donde no hay gran oferta de maquinaria.

La primera pérdida que ocurre cuando se trabaja con 30 % MS es el incremento de los costos en que incurre el transporte de agua desde el lote al lugar donde se confecciona el silo. En el caso de esta prueba, donde se trabajó con camiones que poseían una capacidad de 15.000 kg, para trasladar el material picado en 1,8 ha, se necesitaban 4 camiones cuando se realizaron los tratamientos con 30 % MS, mientras que para trasportar el material picado en los tratamientos con 40 % MS se necesitaban solo 3 camiones (Figura 13-51).



Figura 13-51 *Chorreado de jugo sobre la jirafa de la picadora al trabajar con un material con 30 % MS.*

A su vez, se debe tener en cuenta que cuando se confeccionan los silos esa agua tiende a salir, y cuando se confeccionan bolsas es necesario eliminarlo para que el material no se deteriore, teniendo en cuenta que los efluentes eliminados en el silo contienen entre un 6 y 8 % de nutrientes solubles de alta calidad. Además, uno de los factores que influye en fermentación butírica es el excesivo contenido de agua en los cultivos. Dicho de otra manera, la dilución excesiva de los azúcares solubles es responsable de la buena fermentación de los silos.

Cuando se trabaja con material cercano al 30 % MS, el largo de picado debe cambiarse de 15 a 20 mm, con el objetivo de evitar la producción de efluentes. A su vez al aumentar el largo de picado es necesaria menor entrega de potencia al rotor picador, con la consecuente disminución de consumo de combustible de 0,88 l/t MV a 0,81 l/t MV.

Debemos recordar que el silaje de maíz es el forraje más importante del mundo, dado que es un alimento que nos ofrece altos rendimientos de MS por ha, con buen valor energético, alta palatabilidad y que posee bajos costos de almacenamiento. La tecnología de picado hoy disponible nos permite realizar una cosecha rápida y eficiente, pero debemos tener en cuenta los puntos críticos revisados en este trabajo para tomar las decisiones correctas, en el momento oportuno, que nos permitirán sacar el mayor provecho de ella, logrando un ensilado de maíz de alta calidad y que tendrá una incidencia directa en el resultado productivo de los sistemas ganaderos de carne y leche.

3. Recomendaciones de uso en picadoras para confeccionar silajes de sorgo de alta calidad

La planta de sorgo, por su composición morfológica, es muy interesante para ensilar porque tiene alta proporción de panoja. Teniendo en cuenta

Frente a esta situación, INTA realizó un trabajo de prueba a campo con una picadora Gomselmash FS 80-2, equipada con un procesador de granos específico para cultivo de sorgo, el cual utiliza rolos de mayor cantidad de dientes, menos profundos y con un mayor diferencial en las velocidades de giro respecto al utilizado para procesado de granos de maíz. El ensayo se llevó a cabo sobre un cultivo de sorgo híbrido granífero, en condiciones de elevados niveles de MS en la planta entera (43 %). Estas condiciones permitieron evaluar las prestaciones del partidor de granos específico para sorgo, en condiciones extremas (Figura 13-53).

El silaje como alimento estratégico de los sistemas pecuarios argentinos, ha permitido el aumento de la eficiencia productiva, brindando mayor competitividad a los productores ganaderos del país. La importancia de lograr un buen picado alcanzando el tamaño de fibra deseados, uniformidad de picado y un correcto partido de granos, para su mayor aprovechamiento por parte de los animales, es clave para confeccionar silos de alta calidad nutricional.

La evaluación llevada a cabo por INTA permitió constatar las prestaciones que una máquina picadora puede ofrecer actualmente al productor y contratista, al momento del picado de un cultivo de sorgo para la confección del silaje. Estas máquinas permiten lograr un correcto picado de la fibra, con un excelente procesado del grano aún en estados fenológicos tardíos, como el efectuado en esta prueba a campo.



Figura 13-53 *Vista de las condiciones del lote de sorgo, parejo pero seco.*

Es importante tomar conciencia del efecto que ofrece el partidor de granos en la digestibilidad de los silos de sorgo, permitiendo la mejor expresión de la calidad de potencial de los mismos, al momento de ser aprovechado por los animales. El grano de sorgo, posee más del 70 % de su MS como almidón, pero su aprovechamiento por parte del animal, se ve afectado por la forma en que el grano se presenta al momento de la alimentación.

Cuando el grano no ha sido partido o molido, el silo de sorgo no expresa su potencial nutricional, ya que no puede ser aprovechado por el animal y se pierden estos granos en las deposiciones fecales.

Para evitar este problema y lograr el máximo aprovechamiento, es fundamental lograr el quebrado de los granos al momento de realizar el picado de la planta entera, en vistas a la confección de un silo de alta calidad nutricional. De esta forma se logra romper la matriz proteica que posee en su superficie y que impide la acción de las enzimas digestivas, logrando una buena exposición de los nutrientes para su aprovechamiento por parte de las bacterias ruminales. Los granos que no son partidos pasarán en un alto porcentaje por el tracto gastrointestinal sin digerirse.

Además, el uso del procesador de granos específico de sorgo genera pequeñas lesiones a las partículas de fibra, aumentando su superficie de ataque por las mencionadas bacterias, aumentando su digestibilidad. En el caso que se observara una reducción del tamaño de fibra objetivo, por efecto del procesador de granos, es necesario aumentar en la misma proporción el tamaño de picado teórico en la máquina.

Esta tecnología se vuelve fundamental, cuando el contenido de MS del forraje al momento de ser picado, se encuentra por encima del 37 %.

El análisis económico del empleo del partidor de granos nos muestra los mayores costos directos: aumento en el consumo de combustible y la reducción en la capacidad de trabajo de la picadora.

La capacidad de trabajo de la picadora, también se vio afectada por la acción del procesador de granos. Mientras que en la versión standard (T1) la máquina procesó 79,6 t Mv/h, al actuar con el procesador de granos activado logró procesar 73,7 t MV/h (Figura 13-54). La mayor demanda de potencia, que implicó la utilización del procesador

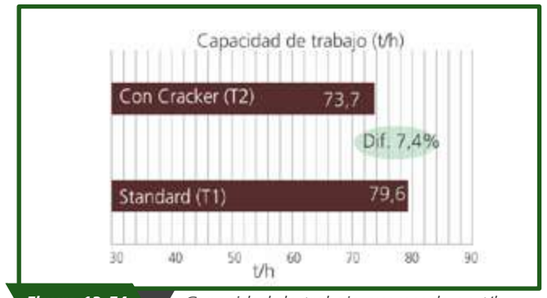


Figura 13-54 *Capacidad de trabajo expresada en t/h.*

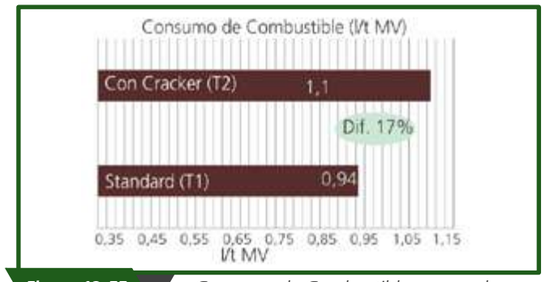


Figura 13-55 *Consumo de Combustible expresado en litros por tonelada de materia verde.*

de granos produjo una caida en la capacidad de trabajo igual a 5,9 t MV/h que representa una reducción del 7,4 %.

Tal como puede verse en el gráfico, el consumo de combustible por tonelada de materia verde (MV) se incrementó en T2 respecto al observado en T1, ya que al utilizarse el sistema procesador de granos, aumentó la demanda de potencia del motor (Figura 13-55). El incremento de consumo que se observó, fue 0,16 l/t MV, pasando de demandar 0,94 l al trabajar sin el cracker, a 1,1 l al trabajar con el mismo. De esta forma se determina que, el incremento de consumo por la utilización del procesador de granos en cada tonelada de MV picada, fue de un 17 %.

La cantidad de grano sin procesar utilizando el procesador de granos, se redujo en un 83,4 % respecto del tratamiento sin cracker. De los granos "enteros" recolectados en T2 (Figura 13-56), se observó que mas del 50 % estaban fisurados o dañados (partes aplastadas). Esto es promisorio dado que luego en condiciones de fermentación, dentro del silo y posteriormente durante el proceso de digestión en el rumen, estos granos (aparentemente sanos) serán digeridos y no representarán pérdidas en las heces. La meta para un correcto funcionamiento del cracker es lograr pérdidas de granos sin quebrar, por debajo del 10 % (Figura 13-57). Por otra parte para un productor nos muestra, que aún en condiciones de silaje algo pasadas por el excesivo contenido de MS total de la planta en pies, el cracker utilizado trabajó eficiententemente, logrando partir y/o fisurar casi el 90 % de los granos secos de la panoja, condicionando entonces al productor a obtener mayor productividad en el sistema, con aumento de la capacidad de conversión en kg de carne o litros de leche.

A partir de la evaluación global del sistema llega a comprenderse que, un buen partidor de granos aporta grandes beneficios, por lo tanto,hay que saber invertir al momento de realizar el picado.

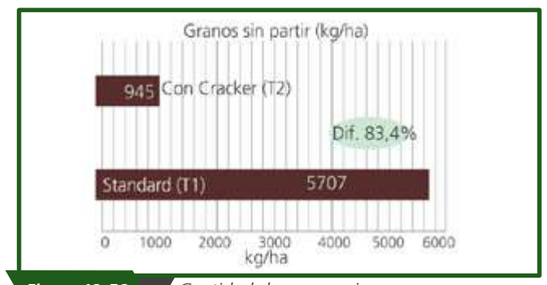


Figura 13-56 *Cantidad de granos sin procesar.*



Figura 13-57 *Granos da ados por el sistema procesador.*

Tanto el productor como el contratista tienen que lograr acuerdos que permitan aprovechar los beneficios de estas nuevas tecnologías. El contratista deberá ofrecer este equipamiento, que permite lograr una alta eficiencia en el quebrado de los granos de sorgo y el productor deberá pagar por este servicio, que demanda un mayor consumo de combustible pero que es una inversión (no un gasto), que permite que el silo que se está confeccionando sea además una fuente energética que incrementará nuestra producción de carne y leche.

14 Embolsado



Dentro de los sistemas de conservaci n de forrajes, uno de los que ha causado mayor impacto en la producci n ganadera de la Argentina es el silaje.

Si bien esta pr ctica es milenaria y desarrollada en nuestro pa s en diversos estadios, en los ltimos a os el sistema de almacenamiento de silaje en bolsa ha permitido avances significativos, en cuanto a la adopci n masiva de esta t cnica de conservaci n en nuestro pa s y a la posibilidad de mejorar detalles que aumenten productividad y reduzcan costos productivos

El hecho de controlar el tamaño y tipo de picado (partido de los granos), marcó el primer paso hacia la evolución de la calidad de los forrajes ensilados. La organización de las estructuras de almacenaje de acuerdo al tamaño de explotación y tipo de forrajes a conservar, (pasturas, sorgo, maíz, grano húmedo), marca el segundo paso hacia la evolución de la cantidad y calidad de forrajes ensilados, con el firme objetivo de hacer los recursos económicos y técnicos mas eficientes, para aumentar los márgenes de rentabilidad de las empresas ganaderas.

Para analizar el sistema de almacenaje de ensilados en bolsa se deberían considerar dos premisas, que a primera vista parecen contradictorias:

- No siempre es necesaria la confección de bolsas, para la conservación en forma de silaje.
- Cualquier condición de trabajo es apta para la confección de bolsas de silaje, independientemente del material que se esté ensilando o el tamaño de la explotación que se analice.

Aúnque estas afirmaciones parezcan un contrasentido, es importante tenerlo en cuenta para la toma de decisiones al momento de la elección del

sistema de almacenaje de los silos, ya que siempre y cuando se respeten las condiciones fermentativas (influida muchas veces por el contenido de MS del material a ensilar), los silos serán de calidad.

En este último aspecto es donde la bolsa presenta su gran ventaja, ya que acorta los tiempos de respiración de los forrajes ensilados y facilita las condiciones de anaerobiosis de la masa de forraje ensilada, haciendo más eficientes los procesos fermentativos, así como el uso de energía para la fermentación y favoreciendo el incremento de la calidad final de los silos confeccionados.

Uno de los detalles que juegan en contra de la adopción de este sistema de almacenaje de forrajes ensilados, es que deberían consumirse dentro de un período que no supere el año desde su confección, ya que si bien los plásticos utilizados pueden resistir mas de ese tiempo en condiciones de campo, el riesgo de rotura y por consiguiente pérdida de condiciones de anaerobiosis, se incrementa con el paso del tiempo, sobre todo en zonas con alta heliofanía (radiación solar).

Esto se debe a que a partir de ese tiempo, el material utilizado para la confección de las bolsas aumenta su permeabilidad y los riesgos de rotura de la bolsa se incrementan.

Una de las mayores pérdidas, del sistema de ensilado, ocurre cuando hay un excesivo tiempo de respiración de los forrajes picados y la importancia del sistema de embolsado radica en que el período de respiración del forraje es casi nulo, por la barrera que represente el film plástico al fenómeno de ósmosis del oxígeno (intercambio gaseoso de mayor concentración de oxígeno en el exterior a menor concentración de este gas en el interior del silo (Figura 14-1).

Si bien será analizado con mayor detenimiento en los capítulos respectivos, se debe destacar que los forrajes a conservar pueden presentar dificultades para su correcta o eficiente fermentación tales como:

- Baja concentración de carbohidratos solubles o baja relación azúcar proteínas (como los silajes de pasturas).
- Bajo porcentaje de humedad, como cultivos de maíz o sorgo de alto nivel de MS o con alta concentración de grano (muy ventajoso para una dieta energética).
- Forraje con dificultades en su tamaño de picado, por defectos de las picadoras, mala regulación, forraje demasiado seco.
- Forrajes con baja producción de MS (pasturas o cereales de invierno) que presentarían un nivel de pérdidas excesivas por superficie expuesta.



Figura 14-1 *El sistema de embolsado representa una excelente alternativa estrat gica de almacenaje.*

Bajo estas condiciones el sistema de embolsado siempre presenta una ventaja comparativa significativa, con respecto a los silos aéreos, debido a su facilidad de lograr anaerobiosis rápidamente, menor superficie expuesta y por lo tanto las siguientes ventajas.

- Menor tiempo de respiración, que se traduce en mayor concentración energética final del silo confeccionado.
- Un descenso de pH más rápido, con una fermentación acética más corta y una estabilización láctica más rápida, dando un silaje de mayor concentración energética
- Menor desarrollo de hongos y micotoxinas (por su mejor condición de anaerobiosis), en los materiales que presenten dificultades fermentativas o con altos porcentajes de MS.

En líneas generales diremos que cuando existen buenas condiciones fermentativas y de anaerobiosis cualquier sistema puede ser bueno, pero cuando hay posibilidades de que se presenten dificultades, el sistema de embolsado tiene más ventajas por la mejora de las condiciones fermentativas de material, debidas principalmente a la facilidad de compactación y aislamiento inmediato del oxígeno del aire, reduciendo a su mínima expresión la capacidad de intercambio gaseoso (oxígeno), del forraje, con la atmósfera.

1. Ventajas del sistema de silo embolsado durante el per odo de utilizaci n

Es sabido que las mayores pérdidas que ocurren en el sistema conservación y utilización del silaje, son debido a que puede existir una excesiva superficie expuesta del material, en el momento de abrir el silo para extraer el forraje (lo cuál será explicado en el capítulo 17).

Cuando el material ensilado toma contacto con el oxígeno del aire, se va deteriorando por un proceso de oxidación.

De acuerdo al frente expuesto de los silos y de la compactación de los mismos, el aire puede penetrar en la masa ensilada en mayor o menor medida causando daños a la calidad de material que será suministrado en los comederos, es por eso que siempre se aconseja remover de la superficie expuesta del silo una capa de entre 30 y 40 cm, para asegurar la llegada de material fresco a los comederos.

Cuanto menor sea la superficie expuesta de silo que toma contacto con el aire, mayor espesor se removerá a igual tasa de extracción en kg y menor deterioro se verá en el forraje suministrado, por lo tanto mayor será la energía disponible y la producción lograda por kg de forraje suministrado.

La escasa superficie expuesta del material ensilado en bolsa presenta la ventaja de poder remover mucho material del frente del silo (aún con bajas tasa de extracción o consumo), manteniendo la calidad del material mayor cantidad de tiempo.

Otra ventaja que presenta el sistema de embolsado, es cuando se confeccionan silos de pasturas.

Independientemente del porcentaje de humedad que puede ser variable o de la baja relación azúcar/proteína (deteriorando las calidades fermentativas), es importante destacar que cuando se confeccionan silos de pasturas e incluso de cereales de invierno, por lo general no se cuenta con gran cantidad de hectáreas además de menor producción de MS por ha, teniendo una mayor proporción de superficie expuesta con respecto al material ensilado, aumentando los porcentajes de desperdicio o pérdidas.

En zonas en donde las lluvias son frecuentes en el periodo de confección de silos, la confección de bolsa permite interrumpir el trabajo en cualquier momento, sin riesgo que el material se moje perdiendo calidad, además de una ventaja adicional que es la confección parcial de silos de menores dimensiones sin incremento de la superficie expuesta y por lo tanto manteniendo estables los niveles de deterioro y pérdidas

Es sabido que cuando se terminan de confeccionar los silos, por lo general (y dependiendo de las características del material y condiciones agroclimáticas), se tapa el material con polietileno, representando un gasto también, por lo que el insumo de la bolsa no debe tomarse como un gasto sino como una inversión a los fines de impedir que la lluvia no deteriore el forraje ensilado, al igual que como se hace con los silos aéreos que se tapan para mejorar su conservación.

1.1 Elasticidad de planeamiento

En los establecimientos que se incorporan los "cultivos forrajeros" (maíz o sorgo), dentro de los planteos alimenticios, se necesita la rotación de potreros.

La posibilidad de poder hacer el silo cerca de los lugares donde será aprovechado, ofrece una ventaja operativa de costos. Lo que me permite el sistema de embolsado, es diagramar la ubicación de los silos cada año, dándole a todo el sistema mayor elasticidad, bajar los tiempos operativos y posiblemente los costos en el suministro del forraje.

La suplementación sobre pasturas con forraje energético (maíz o sorgo), es una excelente combinación para aumentar la carga animal y las producciones individuales.

En estos casos la confección de bolsas en potreros que irán a pastoreos es una decisión de planeamiento estratégico, que produce grandes ventajas sobre todo en campos ganaderos de grandes dimensiones o con baja infraestructura.

2. Recomendaciones a tener en cuenta al momento de realizar el embolsado

2.1 Lugar de confecci n de las bolsas

Es aconsejable que las bolsas sean confeccionadas en un lugar alto y bien drenado del establecimiento, para de esa manera evitar anegamientos que impidan el acceso al forraje en el periodo de utilización.

Algunas veces coincide la época de utilización del silaje con las lluvias, por lo que es aconsejable buscar un sitio que drene bien el agua de lluvia para evitar encharcamiento y formación de barro en la boca de los silos, a los fines de facilitar la extracción diaria del material durante el uso.

Previo a la confección del silo, no se debe cortar la cobertura vegetal para que los tallos que quedan erectos y duros no dañen la base de la bolsa.

Tampoco pasar un arado o cualquier implemento de labranza, porque esto dificultara el tránsito durante la confección y favorecerá la voladura de

tierra, siendo esta un elemento negativo al momento de la fermentación.

En caso de haber pasado algún implemento de labranza y si ocurren precipitaciones durante la extracción del silo, esta operación se verá claramente perjudicada por la acumulación de barro en la boca del silo.

Lo mejor al momento de confección de las bolsas es dejar el material de cobertura verde como está (sin tocar), que con el tránsito de los carros camiones se irá aplastando, formando una cama suave y limpia para las bolsas que se confeccionen (Figura 14-2).

En algunos casos en que la cobertura sea excesiva se puede transitar en forma repetida con algún vehículo sobre la zona en donde se confeccionara la bolsa, a los fines de armar la cama respectiva.

Otra de las recomendaciones a tener en cuenta es que las bolsas no se ubiquen debajo de los árboles, ya que la caída de ramas puede provocar perforaciones en el plástico, con la consiguiente entrada de oxígeno y deterioro del material ensilado, sobre todo teniendo en cuenta que la superficie superior de la bolsa, es la zona que presenta mayor estiramiento (generalmente tres veces más que la basal) y por lo tanto es más susceptible a roturas.

Para darle mayor durabilidad a campo y generar un deterioro uniforme de toda la bolsa, las mismas deberían estar en lo posible ubicadas en dirección Norte - Sur, para que el sol que se traslada de Este a Oeste ataque con sus rayos ultravioletas ambas caras de la bolsa y de esa manera no se genera una zona de sobreexposición al sol.

Cuando se confeccionan varias bolsas en el mismo lugar, se tiene que tener la precaución de dejarlas suficientemente apartadas, para que cuando se transite con los tractores durante la extracción no



Figura 14-2 *Confecci n de silos bolsa, sobre un manto de cobertura verde para preservar la base de la bolsa.*



Figura 14-3 *Es necesario prever el espaciamiento entre las bolsas para evitar da os durante el la extracci n.*

se causen daños en las bolsas contiguas a las que se están extrayendo (Figura 14-3 y 14-4).

En cuanto a la ubicación, siempre es conveniente que estén apartadas de las viviendas, para evitar el daño por parte de gente que desconozca la importancia de ese material y en lo posible que no estén sobre alambrados perimetrales del establecimiento.

Resulta fundamental realizar una revisión periódica del estado de las bolsas, reparando las perforaciones o daños ocurridos con la cinta adecuada para tal fin, con el objetivo que estos daños no se agraven y evitar el ingreso constante de aire a la masa ensilada.

En el caso, que se encuentren en un lote donde pueden entrar animales, se debe establecer una barrera a los animales para que estos no causen daño a las bolsas en el afán de llegar al alimento que los mismos contienen (Figura 14-5).

Se debe tener presente que la rotura de una bolsa de silaje de maíz o pastura es más grave que en el caso de bolsas de grano seco, ya que el mate-



Figura 14-4 *Bolsas rotas por rozamiento con los tractores o implementos, al momento de la extracci n; en ese caso se debe parchar en forma urgente.*



Figura 14-5 *Caso extremo de rotura de bolsas por causa de animales y mal cuidado.*

rial fresco se deteriora, no existiendo como en el caso del grano (seco) la posibilidad de reembolsar al material sin pérdidas de calidad del material ensilado.

2.2 Inicio de la bolsa

La forma más sencilla de iniciar las bolsas, es realizando un nudo en uno de los extremos de la misma, asegurando que el mismo esté bien fijado y tratar de dejarlo por debajo de la formación de inicio, para asegurarse que no se desate, durante el periodo de estabilización, almacenaje y utilización del silaje.

Poner la red de sujeción de la embolsadora inclinada hacia delante con el mayor ángulo que ésta permita, lo que impedirá que cuando se comienza la bolsa el material "se monte" sobre la red, dificultando la extracción de la misma cuando haya que realizar el cambio de bolsa para iniciar otro silo (Figura 14-6).

Una de las técnicas que da excelente resultado es iniciar las bolsas con una presión de compactación mínima. Se pueden cargar uno o dos camiones con mínima presión, para facilitar el inicio y posteriormente ir aumentando el frenado (compactación), hasta llegar a la presión adecuada de acuerdo al material ensilado y su nivel de MS (Figura 14-7).

Con este procedimiento de inicio lo que se busca es:

- Asegurar el nudo inicial, para evitar accidentes, como la apertura de la bolsa durante la estabilización y aprovechamiento del silo.
- Facilitar el cambio de bolsas evitando que la red trasera (en el caso que el modelo de la embolsadora lo tenga) quede apretada por el inicio de la bolsa, evitando roturas y haciendo más eficiente el tiempo de cambio de bolsa.
- Mejorar el inicio de formación de la bolsas sin zonas de sobreestiramiento (Figura 14-8).





Figura 14-6 *Inicio de la bolsa con la red inclinada para facilitar el cambio de las mismas.*



Figura 14-7 *Inicio de la bolsa con m nima presi n.*





Ejemplo de confecci n defectuosa: zona de sobreestiramiento en el inicio de la bolsa. Esto puede hacer peligrar la permanencia de la bolsa durante el per odo de almacenaje.

2.3 Presi n de compactaci n y estiramiento de la bolsa

Las bolsas comúnmente comercializadas, vienen con una marca lateral impresa, la cual sirve de medida para calcular el estiramiento durante la confección (Figura 14-9).

Se debe destacar que este estiramiento nunca debe superar el 10 %. Cabe decir que las bolsas que tienen una marca de 18 cm no deben llegar nunca a los 20 cm, cuando ya están utilizadas (estiradas).



Figura 14-9 *Marca de la bolsa para medir estiramiento.*

Teniendo en cuenta que las bolsas en su parte basal prácticamente no se estiran, que en la parte superior se estiran por lo menos el doble que en su parte media, es importante que la marca de estiramiento de la bolsa este ubicada a un costado de la bolsa aproximadamente a una altura de entre 1,5 m de altura respecto del piso, lo que además facilita el control de estiramiento durante la confección.

Además si en algún momento ocurre un fallo en el freno, como por ejemplo, desnivel en el piso o que se afloje algunos de los malacates que fijan la embolsadora, este fallo no se detectará hasta que no se mida el estiramiento de la bolsa.

Lo mismo ocurre por lo general en la confección de silos de pasturas, el cual es un material que "corre" con menos facilidad dando bolsas mas desparejas, con riego de presentar zonas de sobreestiramiento como así también "bolsas de aire".

Una forma fácil, práctica y segura de calcular el estiramiento de la bolsa, es ir observando la salida del material sobre el túnel de compactación.

Si se ve que el material sale "inflando" la bolsa por sobre el nivel del túnel de compactación, indica que la presión de frenado es excesiva y puede haber problemas de sobreestiramiento, con el consiguiente riesgo de rotura o bien mucha permeabilidad del film (Figura 14-10).

Por el contrario, si la bolsa o material sale por debajo del nivel del túnel de compactación, esto indica que no hay presión suficiente, que pueden quedar cámaras de aire dentro de la bolsa, habrá una fermentación más lenta, además de incrementar el costo por mayor consumo de material plástico (Figura 14-11).



Figura 14-10 *Es importante observar la bolsa a la salida del t nel de compactaci n, para estimar el estiramiento de la bolsa.*



Figura 14-11 *Zona de exceso y luego de falta de presi n de compactaci n en la confecci n de una bolsa.*

Una de las maneras mas eficientes de tener una bolsa pareja y utilizar al máximo la capacidad de almacenaje de cada bolsa incluso cuando se trabaja con pasturas que es el material mas "complicado" para embolsar, es tratar de trabajar siempre con la bandeja de recepción de material llena y nunca dejar que esta se vacíe.

Cuando falta material en la bandeja de recepción (noria de alimentación), el caudal de forraje disminuye y por lo tanto la presión de trabajo varía (disminuye).

2.4 Confecci n de silaje en condiciones de sequ a

En años donde el escenario climático es complicado y donde la oferta forrajera sea crítica, puede suceder que la fibra pueda ser un bien escaso.

En este contexto, es probable que al momento de confeccionar los silos nos inclinemos más que en otras campañas por sistemas de menor volumen y más cuidado como puede ser el sistema de embolsado de forrajes, además que el mismo nos permite lograr más estabilidad y seguridad cuando trabajamos con niveles de MS más elevados, como es característico en temporadas de sequía.

En año de escasez de precipitaciones, donde el clima nos juega en contra y no tenemos mucha oferta de forrajes fibrosos para lograr una buena motilidad ruminal, debemos tener especial cuidado al momento de manejar la embolsadora, ya que en múltiples casos se suele ver que por errores en el manejo de la misma estamos disminuyendo en gran medida el tamaño de partícula de picado, lo que dará como resultado menor fibra efectiva en rumen con los inconvenientes nutricionales que esto acarrea (Figura 14-12).

Dada la baja producción de forraje que nos ofrecen los lotes, suele suceder que cuando se procede a la carga de la embolsadora no es continua, sino que generalmente se descarga cada acoplado o camión, material que seguramente se vaciará hasta que llegue el siguiente camión.

El error es que en este tiempo de espera no se interrumpe el accionamiento del rotor de compactación, agravando la situación que se da por contar con un volumen de forraje escaso y donde el llenado del silo es más lerdo de por sí.

Cuando la batea o bandeja de descarga de la embolsadora decrece en volumen o flujo de forraje, el rotor comienza a trabajar repetidamente sobre una porción del forraje embolsado generando un repicado del material, achicando su tamaño de partícula y en algunos casos generando humedad excesiva por ruptura de pared celular (Figura 14-12).

Al tener un forraje más molido, se afectará la rumia de los animales que consuman esa porción del silo, afectando sus índices productivos.

Por esta razón se recomienda, en todos los casos y no solamente en épocas de sequía, que cuando el flujo de material decrece en la bandeja, noria o batea de la embolsadora, se interrumpa el accionamiento del rotor de la misma para evitar el trabajo de los álabes sobre una misma porción del forraje embolsado.

De esta manera se evita el efecto repicado y se logra un forraje más consistente en tamaño de partícula, similar al que se reguló con la picadora.



Figura 14-12 *Sobre la izquierda se observa material sobreamasado" por el rotor de compactaci n de la embolsadora, mientras que a la derecha se compara con el material original.*

La forma adecuada de operación, es cargar material de un acoplado o camión hasta que éste se vacía, pero cuando el flujo de material que queda sobre la bandeja de la embolsadora comienza a decrecer en volumen; interrumpir el accionamiento hidráulico de la batea primero para liberar el rotor de alimentación y posteriormente interrumpir la toma de potencia (TDP) de éste para evitar un "sobre amasado" del forraje logrando que el tamaño de partícula no se altere. De esta manera se hará un trabajo más racional, se consume menos combustible, se logra un llenado más parejo de la bolsa, una compactación uniforme y por sobre, todas las cosas un tamaño de partícula similar al escogido al momento del picado.

La técnica adecuada, es no vaciar la bandeja cuando no hay más flujo de material, sino parar la noria de alimentación, el rotor de compactación y esperar la entrada de otro acoplado para hacer uniforme el flujo de forraje y de esa manera lograr un embolsado parejo y uniforme en toda la bolsa (Figura 14-13).





Figura 14-13 *Manteniendo siempre la bandeja de descarga llena de material, la compactaci n es pareja y constante. El vaciado de las norias genera puntos de baja presi n.*

Otro de los errores comunes que se pueden observar es que salgan dos pliegues de la bolsa al mismo tiempo.

Esto se puede deber a que existan errores en el plegado o manipulación de la bolsa al momento de la instalación de la misma en la máquina, pero eso es poco frecuente.

Lo más común es que se deba ajustar la tensión de la cuerda elástica, que sujeta a la bolsa sobre el túnel de compactación en su salida, o que las cadenas que sostienen la bandeja en donde apoya la base de la bolsa deba ser acortada.

Es importante tener en cuenta que una de las razones más comunes de la rotura de la bolsa es el mal manejo por parte de los usuarios, pero existen dos razones fundamentales para que ocurra sobreestiramiento.

- Cuando se trabaja con temperaturas extremadamente altas.
- Cuando se trabaja con material excesivamente húmedo, que cuando se acomoda durante el periodo de almacenaje tiende a estirar excesivamente la bolsa, sobre todo en la porción media alta de la misma.

Se debe tener en cuenta que cuando se observa que el forraje posee un nivel excesivo de humedad es aconsejable prestar especial atención y reducir levemente el nivel normal de estiramiento de las bolsas o suspender el picado, esperando que el material tome el nivel de MS adecuado, no solo para la confección de las bolsas sin también para una correcta fermentación.

2.5 Caracter sticas, cuidados y mantenimiento de las embolsadoras

La descarga del material se realiza sobre una bandeja o batea de gran capacidad de recepción, la cual tienen una cinta accionada por un motor hidráulico.

Esta cinta continua al no tener cangilones en su gran mayoría, presenta la ventaja de servir de "fusible" cuando el material tiene exceso de humedad, ya que el material tiende a resbalar y dificulta la carga evitando o demorando la carga de material con exceso de humedad.

Este sistema de alimentación, facilita la uniformidad de todo tipo de material que se pretenda ensilar, debido a que no esfuerza la entrada del forraje, cargado al rotor alimentador, sino que en la medida que éste "traga el forraje" va recibiendo más material para compactar, sin generar zonas desparejas desde el punto de vista de la compactación (Figura 14-14).

Otra de las características de la batea es un batidor (simple o doble dependiendo del modelo), que tiene como función desagregar el material alimentado y enrazar el forraje alimentado por lo acoplados cuando el rotor lo va captando, para que la alimentación y por consiguiente la compactación sea, lo más uniformes posible.

Se debe destacar que para el trabajo con pasturas pre oreadas, es de suma importancia contar con doble batidor en la batea de recepción y alimentación, al igual que con materiales secos, ya que la pastura es un material que tiende a aglomerarse generando puntos diferenciales de estiramiento dentro de la bolsa, por lo que el primer paso, es una carga pareja, constante y continua al rotor de la embolsadora, para uniformar la carga (Figura 14-15).

La mayoría de las máquinas que embolsan forraje picado, realizan la compactación mediante un rotor horizontal y perpendicular al sentido de entrada del forraje, equipado con álabes de perfil curvo que introducen el forraje a través de un peine, para compactarlo dentro del túnel (Figura 14-16).



Figura 14-15 *M quina con doble batidor de material para uniformar la carga.*

El principio de acción y reacción se lleva a cabo con el efecto del rotor más dos cables de acero que se liberan (en forma controlada), desde los laterales de la embolsadora y que están unidos a una red colocada al inicio de la bolsa.

Estos cables se enrollan en dos tambores, los cuales se frenan mediante un sistema hidráulico con discos de freno de carga variable. De esa forma, el frenado de los tambores y la tensión de los cables serán los que determinen el grado de compactación logrado dentro del túnel (Figura 14-17).



Figura 14-14 *M quina con cinta continua que mejora la uniformidad de la carga.*



Figura 14-16 *Detalle de dientes con frente cambiable para mejorar y reducir costos en el servicio.*



Figura 14-17 *Rotor con el cable de acero que se fija a la red para ejercer el "freno" de la m quina.*



Figura 14-18 *Correcto mantenimiento de los discos de frenos.*



Figura 14-20 *Detalle de los labes del rotor con el peine de alimentaci n al t nel de compactaci n.*

En los sistemas de trabajo con discos de freno, es importante realizar un correcto mantenimiento de los mismos, para que actúen en forma constante, paulatina y uniforme, a los fines que la compactación dentro de la bolsa sea pareja, sin zonas de sobrepresión o con cámaras de aire que deterioren el proceso fermentativo.

Cabe destacar que cuando no se mantienen correctamente los discos de freno puede presentar óxido y luego cristalizarse las pastillas, realizando un frenado desparejo con los consiguientes errores en la formación de la bolsa (Figura 14-18).

En estos diseños, es muy importante mantener la calidad de los filos de los dientes del rotor y los peines, debido a que si existe una excesiva luz entre ambos bordes por el desgaste, el forraje picado se introduce entre ellos, frenando al rotor e incrementando el requerimiento de potencia, razón por la cual, estos álabes tienen un borde o filo cambiable para reducir los costos de reparación y mantenimiento (Figura 14-19).

Otro de los inconvenientes de este efecto es que el material se aplasta y/o tritura provocando la rotura de las paredes celulares, con la consiguiente liberación de jugos celulares, los cuales quedan dentro de la bolsa, pudiendo llegar a ocasionar fermentaciones defectuosas de tipo butíricas, por un exceso en la presencia de líquidos y dilución de los azúcares solubles.

Para asegurar la calidad de los filos de los dedos o álabes, deben ser revisados antes del inicio de la campaña y en el caso de que no estén en condiciones, tienen que ser reparados o reemplazados debidamente (Figura 14-20).

Con el objetivo de que la bolsa se inicie sin ningún inconveniente, es necesario que la red que la sujeta en la parte posterior se halle bien tejida y con todas las sogas tensas para que no quede apretada por la bolsa de cuando se confecciona el silo, ni se corran riesgos que se desate el nudo inicial (Figura 14-21).

Si la tensión de la red no es la adecuada, se deben tensar en primer lugar las sogas que están en posición vertical y luego las horizontales, y en el caso de reemplazar toda la soga, se debe proceder de igual forma (Figura 14-22).

El bastidor en el que se teje la red, se halla unido a los cables de acero por dos riendas, las cuales



Figura 14-19 *Es importante realizar un correcto servicio y mantenimiento, ya que deriva en la mejora de la calidad del silo.*



Figura 14-21 *La red debe estar bien tejida al inicio de la bolsa.*





Figura 14-22 *La red debe ser tejida primero en sentido vertical y por ltimo en forma horizontal.*

deben tener una diferencia en el largo de entre 40 y 50 cm, siendo las inferiores más largas que las superiores, para permitir que se acomode la red con cierto grado de inclinación al inicio del trabajo, evitando defectos al comienzo de la confección del silo y facilitar la reposición de la bolsa cuando se finaliza la confección de la misma (Figura 14-23).

T nel de compactaci n

El túnel de compactación es la parte de la máquina que sostiene la bolsa, para permitir la entrada del material, recibiendo la presión de compactación ejercida en mayor o menor medida, de acuerdo al freno de la embolsadora y el diseño, principalmente del largo del túnel.

Del diámetro del túnel de compactación, depende la capacidad de carga y trabajo de la embolsadora y cuanto mayor sea el diámetro del túnel, mayor será la capacidad de carga de las bolsas.

Es por ello que en el mercado actual se pueden encontrar embolsadoras y bolsas que varían en su diámetro, desde los 9 a los 12 pies de diámetro. Otro de los puntos en que se mejoró es la fabricación de bolsas con 75 m largo, para disminuir el cambio de bolsas, que se hace durante la campaña aumentando radicalmente la capacidad de trabajo total, permitiendo captar mayor cantidad de material en su momento óptimo de confección.



Figura 14-23 *Se observa la diferencia de largo de la rienda inferior que sujeta la red, para facilitar su posici n al inicio de la bolsa, y su movimiento cuando se finaliza la confecci n de la misma.*

Eso viene acompañado en la embolsadoras, con tambores de enrollado de cables de acero, con mayor diámetro además de cables más largos. Una de las características destacables de las embolsadoras es el largo del túnel, ya que cuando más largo es, se permite una mayor presión de compactación.

Esto se debe a que el material se presiona contra la pared del túnel y no contra la bolsa permitiendo material más compacto con mayor densidad por metro cúbico y menor estiramiento de la bolsa (Figura 14-24).

Dentro de las múltiples opciones que se presentan en el mercado, se encuentran máquinas con túnel de mayor largo, que además de mejorar el índice de compactación sin aumentar el estiramiento de bolsa, permite montar dos bolsas para utilizarlas consecutivamente sin necesidad de cambio de las mismas, disminuyendo aún más los tiempos muertos durante la campaña (Figura 14-25).

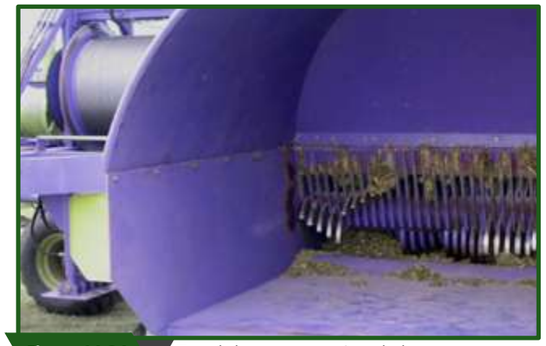


Figura 14-24 *T nel de compactaci n de largo considerable, que permite incrementar la densidad del silo, con igual estiramiento de las bolsas.*



Figura 14-25 *Embolsadora con el t nel 70 cm m s largo.*

Se trabaja en primer lugar con la que monta primero, y cuando esta está por finalizarse, se comienza a desplegar la segunda bolsa, pudiendo llegar a trabajar hasta 140 m en forma continua, sin necesidad de parar, incrementando la capacidad de trabajo de todo el equipo (Figura 14-26).

Debido al estiramiento que sufren las bolsas, no es necesario unirlas ni sellar las uniones de éstas, dando como resultado un excelente silo de grandes dimensiones y un incremento de la capacidad de trabajo total del equipo (Figura 14-27).

Otra de las características destacables que incrementan la capacidad de trabajo de los equipos, es la fabricación de una máquina con transmisión hidráulica en las ruedas para que sea "autotransportable" al momento del cambio de la bolsa.

Incluso en la actualidad ya existen modelos de máquinas que utilizan el mismo motor y transmisión para poder circular (si bien a baja velocidad y por caminos vecinales), haciendo los traslados cortos y/o internos mucho más ágiles y flexibles, sin la necesidad de un tractor o camión para su traslado en distancias cortas (Figura 14-28).

De esta manera además, se independiza del uso de un tractor y se facilita el cambio de ubicación de la embolsadora para dar indicio a la confección de una nueva bolsa. En las máquinas que no cuentan con un sistema que ayude al autotransporte, es importante contar con un sistema que facilite el giro de las ruedas de la posición de transporte a la de trabajo. Estos sistemas además sirven como gato hidráulico, en el caso que sea necesario cambiar un neumático por roturas durante el trabajo (Figura 14-29).

En algunos casos también existe una regulación de la altura de las ruedas, para modificar la altura de la máquina a los fines de elevarla durante el trasporte, para facilitar éste hasta que se llega al lugar donde serán confeccionadas las bolsas.



Figura 14-28 *Embolsadota autotransportable, con cuatro ruedas m viles y transmisi n hidr ulica en las mismas.*



Figura 14-26 *M quina con dos bolsas montadas en el t nel de compactaci n.*





Figura 14-27 *Uni n de las bolsas en el momento de trabajo.*



Figura 14-29 *Sistemas de levante hidr ulico para el cambio de posici n de transporte y trabajo de las ruedas de la m quina.*

Una de las características destacables y que no muchas veces se presta atención en las máquinas embolsadoras, es que el puesto de operador y todos los comandos se encuentren en el lateral opuesto al que se halla ubicado el motor.

Además de la ergonomía y menor nivel de ruido, debido a las altas temperaturas que se sufre en la temporada de trabajo y que obviamente incrementa el agotamiento de los operarios expuestos a ellas, es de notar que la ergonomía y confort de los operarios siempre influye de manera positiva en la calidad y capacidad de trabajo de la maquinaria agrícola (Figura 14-30).



Figura 14-30 *Embolsadora con el puesto de comando ubicado en el lateral opuesto al motor.*

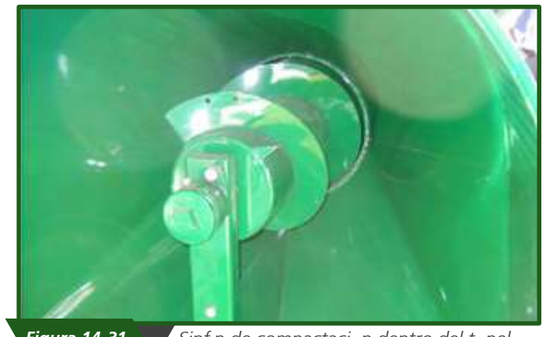


Figura 14-31 *Sinf n de compactaci n dentro del t nel.*



Figura 14-32 *Sistema de ajuste de los rodillos quebradores de granos.*

Desde el punto de vista de la tracción o motor de las máquinas embolsadoras, cabe señalar que desde hace varios años, prácticamente se dejaron de usar las máquinas accionadas con la TDP (toma de potencia) del tractor. Esto se debió principalmente a que el sistema de ensilaje se siguió haciendo en forma casi exclusiva por contratistas.

En los últimos tiempos y debido a que la ganadería se está atomizando en diferentes puntos geográficos, en donde el acceso de los contratistas en algunos casos se demora o bien se está necesitando una mayor cobertura, se comenzó a ver una nueva demanda de maquinaria de menor costo, sin motor y accionadas con la TDP del tractor, para contratistas locales chicos o bien para producciones particulares, que deciden confeccionar sus propios silos embolsados.

Cabe destacar que es una importante alternativa para las fábricas de embolsadoras y el mercado de exportación a otros países, en donde las escalas son menores o bien no está desarrollada la figura del contratista y los productores independientes desean confeccionar sus propios silos en bolsa.

Otros sistemas de trabajo

Cabe destacar que el sistema de peine con rotor y freno por discos con cables de acero, no es el único sistema de embolsado.

Los orígenes del embolsado fueron dados también por máquinas con un sinfín que introduce el material dentro de la bolsa y un freno en la rueda que ejerce el efecto de acción y reacción (Figura 14-31).

En la actualidad, ese sistema de trabajo, quedó casi 100 % delimitado a la confección de silos de grano con alto contenido de humedad y máquinas que pueden ir desde los 5 a los 9 pies de diámetro y en vez de estar equipadas con una noria frontal de recepción del material, lo hacen con una tolva superior que toma el grano de tolvas autodescargables (el mismo sistema tienen las embolsadoras destinadas a la conservación de grano seco).

Este grano pasa por un sistema de dos rodillos acanalados que tienen una velocidad diferencial (similares a los que poseen las máquinas picadoras), que parten los granos con mayor o menor intensidad, para luego introducirlo dentro de la bolsa (Figura 14-32). El freno de estas embolsadoras se realiza mediante un freno en la rueda, que puede ser mecánico o bien con un freno a discos, con el cual se debe tener las mismas recomendaciones de cuidado que se detallaron anteriormente.

Se debe destacar que cuando se trabaja con máquinas que poseen frenos en la ruedas hay que ser especialmente cuidadoso en la elección del terreno donde se confeccionará la bolsa, para evitar que las ruedas patinen, disminuyendo la compactación dentro de la bolsa, con los problemas que esto origina (Figura 14-33).

Una precaución que por práctica no deja de ser interesante, es que cuando hay pendiente, es conveniente confeccionar siempre las bolsas cuesta arriba para favorecer el freno de la máquina (Figura 14-34).



Figura 14-33 *Regulaci n del freno hidr ulico en las ruedas.*





Figura 14-34 *Embolsadoras de grano h medo, con tolva de recepci n y sistema de freno en las ruedas.*

2.6 Finalizaci n de la bolsa

Todas las bolsas tienen una marca que indica la proximidad del final de la misma, independientemente del diámetro y el tipo de forrajes con el que se esté trabajando, la cual debe ser respetada para poder cerrarla con facilidad, de lo contrario faltará nylon para atarla en el final, ocasionando pérdidas de material por tener que retirar forraje del interior para realizar el sellado, o bien correr el riesgo de un cierre defectuoso, lo cual ocasionaría inconvenientes al momento de la fermentación (Figura 14-35).

Es importante que en los días de mucho viento se finalice la bolsa uno a dos pliegues antes de la marca fijada, debido a que por lo general resulta bastante complicado cerrar la bolsa porque el film flamea y el plegado no se realiza en forma prolija.

Un aditamento con el que cuentan algunas embolsadoras, es un doble fondo, con un sistema hidráulico que permite introducir todo el forraje que se encuentra en el túnel de compactación dentro de la bolsa, para evitar desperdicios de material y pérdida de tiempo en el cambio de la bolsa (Figura 14-36 y 14-37).



Figura 14-35 *La marca roja es la que indica que no se debe seguir llenando la bolsa para realizar un correcto cerrado de la misma.*



Figura 14-36 *Vaciado del t nel de compactaci n.*

Una forma práctica para cerrar el final de la bolsa es plegar el film al medio, envolver una tabla con las láminas de plástico y luego clavar otra tabla encima para asegurar el cierre (Figura 14-38).

También existe sistemas de termofusión, accionados de manera eléctrica y con la posibilidad de tomar corriente desde cualquier vehículo que pueden hacer más sencillo, práctico y rápido el sellado de las bolsas (Figura 14-39).

Una vez que se finaliza con la confección del silo, en algunos casos este comienza a emanar gases, los cuales deben ser eliminados para evitar el sobreestiramiento de la bolsa.



Figura 14-37 *Sistema de doble fondo que facilita el vaciado del t nel, dentro de la bolsa.*



Figura 14-38 *Cierre de las bolsas con tablas de madera.*



Figura 14-39 *Sistema de termofusi n el ctrica para sellado de bolsas.*

Es por ello que cuando se cierra la bolsa y si se observa que esta comienza a hincharse, se deben realizar dos cortes en forma de cruz, de una longitud de aproximadamente 10 cm, en la parte final de la misma para permitir el escape de los gases, ya que sino se corre el riesgo de romper el film por un excesivo estiramiento del mismo (Figura 14-40).

No debe temerse por la anaerobiosis del material, ya que mientras exista presión positiva de adentro hacia afuera, estará saliendo gas y no entrando aire, pero cuando las presiones se equiparan, lo que generalmente ocurre entre las 24 y 48 h después de haber realizado los cortes, los orificios deben ser sellados con la cinta especial que trae la bolsa en su caja original.

Como norma de seguridad, se debe instruir al personal que realiza este tipo de tareas, para que eviten inhalar los gases emanados del silo, ya que pueden ser tóxicos.

Debido a que la parte final de la bolsa confeccionada no contiene mucho material, es probable que en los días de viento el film flamee en exceso, corriendo el riesgo que se produzcan roturas por resquebrajamiento del mismo, por lo que se debe poner peso para evitar este efecto (Figura 14-41).



Figura 14-40 *Bolsa inflada por emanaci n de gases.*







Figura 14-41 *Es importante sujetar el extremo de la bolsa para minimizar roturas del film.*

3. Utilizaci n correcta de las bolsas

3.1 Apertura de la bolsa

Una vez que el material se estabilizó dentro del silo lo cual puede variar sustancialmente dependiendo del tipo de material, contenido de humedad y uso o no de inoculantes ya se puede proceder al suministro del silaje resultando esencial ser cuidadoso en este proceso, a los fines de resguardar la calidad lograda y evitar las pérdidas de MS y energía que elevan el costo de la ración no solamente por las mermas físicas sino también por la pérdida de digestibilidad y por consiguiente energía aportada a la ración.

La forma mas eficiente para realizar la apertura es cortando el film a 45º, mirando la bolsa de costado, haciendo que el mismo plástico haga de bandeja para que no caiga material al suelo (Figura 14-42). Este corte siempre debe iniciarse desde la base del silo y seguir cortando hacia arriba y con una dirección de 45º tal como se expresó anteriormente.



Figura 14-42 *Forma correcta de abrir las bolsas:*

Esto se debe a que como la parte menos estirada de la bolsa siempre es la que está más cerca del suelo, iniciando por esa sección se reducen los riesgos de rotura de la bolsa, en el caso que la misma haya tenido algún defecto durante la fabricación.

Una vez que se terminó con la operación de extracción, es conveniente tapar la sección abierta, rebatiendo una porción de nylon correspondiente al piso o con otro pedazo de bolsa, para evitar que el material restante se seque, ya que debido a esto podría desagregarse facilitando el ingreso de oxígeno a la masa ensilada.

Además siempre se asegurará que ante la ocurrencia de lluvias, el material no se va a deteriorar en demasía, mejorando el balance nutricional y económico del forraje confeccionado.

Otra de las ventajas de abrir las bolsas de la manera indicada, es que al momento de extraer el material con palas cargadoras, se evita que el forraje se caiga al piso y se ensucie con tierra, generando en algunos casos pérdidas y en otros cierto rechazo por parte de los animales cuando se les ofrece material contaminado.

No se debe olvidar que todos los detalles que se cuiden a los fines de potenciar el consumo, se traducen en mayor productividad y por consiguiente menor costo (Figura 14-43).

Cuando se procede a abrir las bolsas por lo general se incurre en errores innecesarios, muchas veces motivado por el afán de aprovechar las mantas plásticas. Uno de ello es cortar las bolsas por la parte superior, para formar una manta larga que sea utilizable con algún fin posterior.



Figura 14-43 *Las bolsas mal abiertas generan que el forraje se ensucie con tierra en detrimento de aprovechamiento del mismo.*

Ese error tan común puede ocasionar que al cortar la bolsa por la parte en donde sufre mas estiramiento (parte superior), la misma pueda llegar a rajarse longitudinalmente exponiendo todo el material ensilado al oxígeno del aire (Figura 14-44).

Otro punto a tener en cuenta, es que cuando sopla el viento y las bolsas se ubican en dirección Norte Sur, el viento (que suele ser predominante del Sur) puede generar tensiones en las bolsas mal cortadas o abiertas aumentando el riesgo de roturas.



Figura 14-44 *Las bolsas cortadas por tu parte superior y en forma longitudinal tienen mayor riesgo de rotura.*

3.2 Recolecci n de bolsas

Para finalizar este capítulo, diremos que es necesario, no solamente una correcta confección de las bolsas y su utilización, sino también conciencia en el cuidado del ambiente, teniendo en cuenta que el trabajo diario debe incluir una correcta recolección de los trozos de polietileno utilizado.

Es posible ver en los establecimientos o zonas en los que no se presta atención a este detalle, cómo a lo largo de los años se va acumulando plástico en los lotes y/o zonas aledañas, que es bastante complicado eliminar en su totalidad.

Por ello el trabajo diario tiene que incluir la recolección del plástico que fue utilizado.

Ya hace unos años que existen empresas dedicadas al la recolección y reciclado, del plástico que fue utilizado, lo que facilita en gran medida esta tarea (Figura 14-45).





Figura 14-45 *Los restos de polietileno, deben ser recolectados en tiempo y forma para evitar que la contaminaci n se propague por todo el campo.*

15 Aditivos - Efectos en el Silaje



Los aditivos para silaje se pueden clasificar o dividir en dos diferentes grupos:

- **Estimulantes:** que promueven el desarrollo de bacterias lácticas y la formación de este tipo de ácidos que disminuyen el pH.

Dentro de este grupo, los más comúnmente utilizados son los inoculantes bacterianos, que mejoran la velocidad de fermentación y la disminución del pH; y los "sustitutos del sustrato", que incluyen enzimas y azúcares, constituyendo la base para una buena multiplicación de la colonia bacteriana.

Las enzimas rompen los carbohidratos complejos como pectinas, hemicelulosa o celulosa, transformándolos en azúcares simples, para que los puedan emplear mas fácilmente las bacterias lácticas.

Inhibidores: que retardan el proceso de degradación, actúan en forma selectiva sobre los procesos indeseables como sobre los microorganismos aeróbicos, impidiendo el desarrollo o la solubilización de proteínas. A estos se los puede dividir entre aquellos que actúan sobre los procesos anaeróbicos y los que lo hacen sobre los procesos aeróbicos.

Dentro del primer grupo, se encuentran los que restringen a las bacterias indeseables, como el género *clostridium o listeria*, y sobre las enzimas de las plantas, como las proteasas.

Pueden clasificarse en ácidos, que trabajan por reducción del pH desde el momento en que son agregados y en inhibidores que protegen las proteínas vegetales de la solubilización.

Los inhibidores aeróbicos como por ejemplo el ácido propiónico, suprimen el desarrollo de levaduras, hongos y demás bacterias aeróbicas y son utilizados en la confección de henos con alto con-

tenido de humedad (hasta el 25 %), con el objetivo de que conserven mayor cantidad de hojas, sin ser afectados por procesos indeseables ni aumento de la temperatura, lo que podría derivar en una reacción de Mayllard.

Cuando se toma la decisión de utilizar un aditivo, es importante saber de qué tipo es. Esto se debe a que cada aditivo trabaja en forma diferente, afectando las pérdidas de MS en el almacenaje, calidad del forraje y respuesta del animal. En consecuencia, dependiendo del problema en particular de silaje, condiciones y/o metas, un tipo de aditivo puede ser más beneficioso que otro (Figura 15-1).

De todas formas se presume que cada uno de los productos que se describirán, se utilizan acompañando y no reemplazando a un buen manejo en la confección del silo.

1. Inoculantes bacterianos

Son los aditivos o inoculantes m s utilizados y difundidos.

Este producto consiste en un cultivo de bacterias ácido lácticas (BAL), que suplementan a la población bacteriana natural de un cultivo, y ayudan a garantizar una rápida y eficiente fermentación en el silo. La mayoría de los productos que existen en el mercado aplican entre 90 billones y un trillón de bacterias por tonelada de cultivo a ensilar.

Estos pueden incluir una o más especies de bacterias lácticas cuyos nombres científicos son *Lactobacilus plantarum*, otras especies de *Lactobacilus*, varias especies de *Pediococcus y Enterococcus faecies*.

Estas bacterias han sido encontradas en cultivos y silajes y fueron elegidas por:

1. Crecer rápidamente bajo un amplio rango de humedades y temperaturas.

2. Producir mayormente ácido láctico cuando crecen en los azúcares del cultivo.

1.1 Efectos esperados de los inoculantes bacterianos

El principal efecto en la adición de bacterias ácido lácticas al cultivo, durante el ensilado debería ser una mejora en la fermentación que ayude a preservar el cultivo durante su almacenaje en el silo y acelerar los procesos fermentativos, además de un rápido descenso del pH. Por ello, se han elegido inoculantes cuyas bacterias desarrollan rápidamente el ácido láctico, que además son las que menos cantidad de hidratos de carbono soluble consumen para la formación de ácidos.

Esto debería producir una rápida fermentación y, por lo tanto, una reducción en el pH del silo. Las bacterias típicas de cada cultivo no solo producen ácido láctico, sino que también producen ácido acético y alcohol (etanol), mientras que las bacterias de los inoculantes producen mayormente ácido láctico.

Debido a que el ácido láctico es un ácido más fuerte que el acético, el pH del silo debería ser mas bajo cuando se aplican inoculantes.

La velocidad y tipo de fermentación debe tener un número de efectos deseables.

Una rápida disminución del pH ayuda a limitar la actividad de las enzimas de la planta. Un punto principal, es el de impedir que las proteínas se transformen en NNP (nitrógeno no proteico), principalmente si el silo se va a suministrar a vacas lecheras, por lo que el rápido descenso del pH ayudaría a disminuir la pérdida de proteínas.

El cambio en los productos de la fermentación debería mejorar la cantidad de MS en aproximadamente un 1 a un 2 %.

Esto a su vez debería mejorar la digestibilidad del silo en un porcentaje similar.

Una rápida caída del pH y un bajo pH final debería ayudar a minimizar la población de microorganismos perjudiciales, que producen altos niveles de ácido acético y butírico.

La estabilidad aeróbica, es decir, la tendencia del silo a calentarse cuando está expuesto al aire durante la extracción y suministro, es un área en

Tabla 15-1 *Clasificaci n de los diferentes tipos de aditivos.*



donde el uso de inoculantes ha tomado relevancia en los últimos años con la incorporación de *Lactobacillus buchneri*, ayudando a mejorar dicha estabilidad al momento de la apertura (se define como estabilidad aeróbica a la cantidad de horas necesarias para que la temperatura del silo supere en 2ºC a la temperatura ambiente; el dato de estabilidad aeróbica es un indicador de la calidad de conservación del silo, mientras más alto sea su valor, significa que más se retarda el comienzo del deterioro del material expuesto al oxígeno: la cara expuesta de un silo aéreo, por ejemplo, permanecería más fría en el tiempo en un material con alta estabilidad aeróbica).

1.2 Efectos observados de los inoculantes bacterianos

En diferentes estudios realizados en EEUU y Europa entre 1990 y 1995, utilizando alfalfa (*Medicago sativa sp*.), tréboles, verdeos de invierno y silajes de maíz (*Zea mays sp*.), se comprobó que los inoculantes trabajaban eficientemente en la reducción del pH y la conversión a ácido láctico dentro de la fermentación (60 % de los casos positivos).

La efectividad varió con el cultivo. Los inoculantes actuaron mejor con gramíneas, alfalfa y tréboles (el pH disminuyó en el 64 % de los test) y no actuaron tan bien con silo de maíz (bajas de pH en el 44 % de los casos). Los niveles de amoníaco disminuyeron en un porcentaje similar, induciendo una mejor preservación de la proteína, en silajes inoculados.

Los inoculantes no tuvieron tanto éxito en otras áreas del silo. El contenido de MS mejoró en menos del 50 % de los casos. De todas maneras, en los casos en que hubo mejoras, estas fueron en promedio de un 6 % superior, comparado con los testigos sin tratar.

Esto es más alto de lo esperado e indica que los inoculantes redujeron pérdidas, debidas a actividad microbiana y a la fermentación.

La vida del silo se mejoró en un porcentaje menor al 30 % de los casos. Hubo también un porcentaje similar de casos en los que el inoculante causó una tasa significante de calentamiento. La disminución de la vida del silo fue mayor en silos de maíz y granos. Finalmente, la inoculación incrementó la digestibilidad de la MS en por lo menos un tercio de los casos, aproximadamente en el mismo porcentaje en que se recuperó la MS del silo, lo que era de esperar.

Una opción no tradicional en la república argentina pero que presenta una alta productividad de MS en zonas donde las especies tradicionales no llegan a expresar toda su capacidad productiva, es el ensilaje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum sp*). Uno de los factores que todavía inhibe la expansión de este tipo de silaje (Figura 15-1), en el Noroeste argentino es su fermentación alcohólica debido a la actividad de levaduras que transforman su azúcar en Etanol, CO_2 y agua. Esto es un proceso indeseable, ya que la generación de Etanol puede llegar a consumir hasta el 17 % de la MS total del silo, y promover pérdidas totales de hasta el 29 % de la MS en forma de efluentes y gases durante el proceso fermentativo. (Peiretti and Navarro, 2018) en un ensayo realizado en la provincia de Salta, lograron los valores más bajos de etanol en silos de caña de azúcar (0,97 % de la MS), frente a tratamientos control (9,79 % de la MS), y tratamientos tratados con Urea (7,21 % de la MS), mediante la inoculación al momento del picado de la caña con *Lactobacillus buchneri* cepa NCIMB 40788. También en la misma experiencia, (Peiretti and Navarro, 2018), lograron valores de estabilidad aeróbica de 207 horas en silo de caña inoculado con esta cepa de *Lactobacillus buchneri* frente a la estabilidad aeróbica de 60 horas del silo testigo y las 39 horas del silo tratado con Urea. Estos determinaron que el uso de este tipo de aditivos, permite considerar al silo de caña de azúcar como una opción viable (Figura 15-2) y aumenta el abanico de opciones nutricionales en zonas extra pampeanas de la Argentina (esta experiencia está más ampliada en el anexo 3 del capítulo 10 sobre silajes de este manual).



Figura 15-1 *Picando ca a de az car en la provincia de Tucum n, Argentina. En zonas donde los cultivos de ma z y sorgo no llegan a expresar todo su potencial, el cultivo de ca a de az car con destino de silaje es una interesante opci n por su alta producci n de MS/ha*



Figura 15-2 *(arriba) Ca a de az car picada e inoculada al momento de ensilar; (abajo) Silo de ca a de az car luego de 120 d as de almacenaje.*

1.3 Cu ndo son efectivos los inoculantes bacterianos

Los inoculantes no siempre tienen éxito y para que se justifique el gasto adicional de su uso, es importante entender porque estos no siempre son útiles.

Existen varias explicaciones posibles para la falla de los inoculantes: población natural de bacterias ácido Lácticas, bajo contenido de azúcares en el cultivo y bacteriofagia, es decir, bacterias Lácticas que pueden ser comidas por otros organismos.

De todos estos, la mas plausible es la competencia de las bacterias ácido Lácticas naturales del silo.

Normalmente se espera que las razas de inoculantes utilizadas, sean superiores al haber sido seleccionadas para cada cultivo y silaje, sin embargo, esto no quiere decir que puedan superar todas las dificultades.

Los inoculantes típicos aportan 100 billones de bacterias ácido lácticas por tonelada de material húmedo, mientras que las poblaciones naturales tienen un rango de 100 millones a 100 trillones de bacterias por tonelada.

En un estudio del US Dairy Forrage Center (Wisconsin -EE UU), se midió la población de bacterias ácido lácticas naturales resistentes a ácidos en cultivos y en silos debido a que estas son las que compiten mayormente con las bacterias inoculadas.

Si el inoculante esta por lo menos en una relación 10 a 1 con las bacterias naturales resistentes a ácidos, es factible que superen la acción de la población natural y mejoren la fermentación.

Con respecto a la respuesta animal con silajes inoculados, fue difícil poder evaluarla. Solo se vio mejoría en la producción de leche utilizando inoculantes en silos de alfalfa cuando la relación fue de por lo menos 10 a 1 superior a la población natural de bacterias lácticas tolerantes a ácidos.

El contenido de azúcares del cultivo puede afectar el efecto de los inoculantes.

Los azúcares son el principal alimento de las bacterias ácido lácticas; por lo tanto, si este es bajo, las bacterias inoculadas se pueden ver limitadas en su potencial efecto sobre la calidad del silo (de allí la marcada diferencia que el tratamiento con inoculantes presenta en silajes de cultivos como la caña de azúcar).

Normalmente el contenido de azúcares no es un problema cuando se trabajan los cultivos con los porcentajes de humedad adecuados (60 a 70 %), siendo la única excepción posible la alfalfa.

Estudios hechos sobre alfalfa mostraron que la velocidad de reducción de pH causada por el inoculante con un contenido de humedad del 70 % se duplicó con el agregado de azúcares.

Con una humedad del 50 %, el agregado de azúcares no tuvo efecto sobre la acción de los inoculantes, lo que sugiere que con los porcentajes de humedad recomendados para silo bunker, el contenido de azúcares puede afectar el efecto de los inoculantes en silos de alfalfa.

Otro factor es el cultivo sobre el que se va a aplicar el aditivo ya que cada cepa se aísla de un cultivo en particular.

En un estudio realizado en el que se aplicaron tres cepas diferentes de Lactobacillus plantarum en silos de maíz, alfalfa y sorgo, después de 30 días se comprobó que en cada cultivo predominaba la cepa originalmente aislada en el mismo. Esto sugiere que cada cepa crece mejor en el cultivo en la que fue encontrada, mayormente debido a que cada una se desarrolla mejor con los nutrientes específicos de cada cultivo en la que se encontró.

1.4 Cuidados en la aplicaci n de inoculantes bacterianos

El primer punto a tener en cuanta es adquirir inoculantes debidamente registrados de empresa que cumplan con establecimientos elaboradores registrados para tal fin.

Es importante que el producto adquirido sea el adecuado. En primer lugar, que dentro de lo posible sea un producto específico para el material que se va a ensilar.

En el caso de no existir un producto ideal para el cultivo que se está por ensilar, se debe elegir un producto para un cultivo similar.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la concentración del producto sea de por lo menos 90 billones de bacterias ácido lácticas vivas por tonelada de cultivo, teniendo en cuenta que las bacterias a aplicar deben incluir una o más de las siguientes cepas: *Lactobacilus plantarum*, otros *Lactobacilus, Pediococcus y Enterococcus.*

Si aparece algún otro nombre se debe sospechar del producto, ya que no serán bacterias ácido lácticas, salvo que el producto contenga especies de *Propionibacterium,* las que producen ácido propiónico, mejorando la estabilidad aeróbica al momento de la apertura del ensilado.

Por último, es recomendable aplicar productos líquidos (soluciones) antes que productos secos. Las bacterias ácido lácticas no se mueven dentro del silo sino que actúan en donde fueron aplicadas y con un producto líquido se logra mayor uniformidad.

Por otra parte, cuando el inoculante se aplica sobre un cultivo seco, las bacterias comienzan a trabajar más fácilmente si se las aplica con un medio líquido.

Una última razón para aplicar productos líquidos es que son más fáciles de guardar, ya que vienen en pequeños paquetes que ocupan poco espacio y se pueden guardar en la heladera mientras que los productos secos normalmente son más abultados, ocupan más espacio y es más difícil mantenerlos frescos y secos (condición esencial para que las bacterias se mantengan con vida).

Hay varios aspectos a recordar cuando se aplican inoculantes: Uno de ellos es el lugar de aplicación, de acuerdo al tipo de silo que se está confeccionando.

Siempre la aplicación más efectiva será en la picadora de forrajes (ver capítulo 13 de este manual), las cuales vienes preparadas para tal fin. En algunos casos podrá hacerse la inoculación en la embolsadora.

En cualquiera de los dos casos se deberá prestar atención al volumen de solución (agua más inoculante) en donde no se deberá aplicar menos de 300 cc de agua por tonelada de forraje tal cual. Idealmente utilizar un rango de 300 a 500 cc de agua por tonelada de forraje tal, con la dosis de inoculante recomendada por el fabricante.

Otro de los puntos a considerar, es que si existen fallas en el mecanismo de aspersión en la picadora, es difícil de identificarlo, mientras que cuando el mismo problema ocurre en la embolsadora este problema se identifica con facilidad y se soluciona sin pérdida de tiempo para el equipo de picado.

Otro aspecto es, que si se aplica un producto líquido se debe intentar no utilizar agua con cloro para diluir el inoculante, ya que éste mata a las bacterias ácido lácticas.

En el caso de tener que utilizar agua con cloro, debe medirse la concentración del mismo y si ésta es mayor a 1 ppm, debemos dejar que el agua que vamos a utilizar esté al aire por lo menos una noche para que se evapore el exceso de cloro.

1.5 Viabilidad y uniformidad en inoculantes bacterianos

Los inoculantes bacterianos tradicionalmente son mezclados con agua, almacenados en el tanque de picadora y aplicados al forraje antes de ensilarlo. Para maximizar su potencial y efectividad, la correcta cantidad de microorganismos viables debe ser uniformemente aplicada y distribuida en el volumen de forraje durante la aplicación.

Utilizar inoculantes con las garantías adecuadas en cuanto a cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias lácticas por gramo, realizar una correcta disolución del mismo y su posterior aplicación, junto con un almacenaje correcto del inoculante, antes y durante la aplicación, influirá en el resultado final de la inoculación y en las probabilidades de lograr una mejor fermentación del volumen de forraje ensilado.

A este respecto hay dos factores que no se pueden perder de vista: las características del agua que se utiliza para realizar la mezcla y la uniformidad de aplicación del aditivo bacteriano.

Respecto al agua, lo primero a tener en cuenta es considerar que estamos utilizando bacterias metabólicamente activas, por lo que no se debe utilizar agua clorada, ya que mataríamos a las bacterias ácido lácticas y fracasaría la aplicación. También es importante destacar que si usamos recipientes que hayan sido utilizados con fitosanitarios, afectarán la supervivencia de estas bacterias lácticas.

La temperatura alcanzada por la mezcla inoculante/agua y el periodo de tiempo que esta mezcla está almacenada en el tanque de la picadora tiene una gran influencia sobre la viabilidad del inoculante (bacterias ácido lácticas vivas).

En el campo, el tanque de inoculante de las máquinas picadoras está sometido a la acción de los rayos solares y a la temperatura ambiente y de la atmósfera que rodea a la máquina picadora (motor, etc). En un ensayo realizado en condiciones de laboratorio, (Mulrooney and Kung, 2008), encontraron que la viabilidad de una amplia gama de inoculantes bacterianos sufría una marcada caída cuando la temperatura del agua utilizada en la mezcla superaba los 35ºC (Figura 15-3).

Lo encontrado por estos autores, está de acuerdo con (Windle and Kung, 2016), quienes encontraron en una experiencia monitoreando tanques de diferentes picadoras en los EEUU, que la temperatura de la mezcla tiene una correlación directa con la diferencia entre las bacterias realmente encontradas en el tanque y lo esperado en la dosis al momento de realizar la disolución. Estos autores encontraron que al final de la jornada, por efecto de la temperatura del agua de la mezcla, la diferencia entre las UFC medidas en el tanque y lo esperado, alcanzaba el 50 % de diferencia.



Figura 15-3 *No se debe perder de vista que la mezcla transportada dentro de los tanques de inoculantes est sometida a cambios de temperatura provocados por los rayos solares y por la cercan a con mecanismos de la maquina generadores de calor y que todo esto afecta la viabilidad del inoculante.*

El tiempo que el inoculante pasa en el tanque de la picadora, también tiene su efecto sobre la viabilidad de las bacterias ácido lácticas del mismo. Esto se debe a que el tanque de inoculante va absorbiendo calor de la picadora durante la jornada de trabajo, resultando en una elevación de la temperatura del agua que merma la población de bacterias ácido lácticas.

Por lo tanto, si la idea es invertir en inoculación y lograr la misma con alta eficiencia y que el costo de esta inversión se vea reflejado en la calidad de conservación del material vegetal en el silo, se recomienda monitorear la temperatura de la solución dentro del tanque de inoculante, controlando que la misma no supere los 35ºC, debido a que el conteo de bacterias ácido lácticas se vería altamente reducido. Máquinas picadoras con el tanque de inoculante ubicado lo más lejos posible de las fuentes de calor (tanto en los modelos de fábrica, como en los kits de inoculación incorporados a la picadora), y evitar usar agua a alta temperatura para realizar la mezcla, ayudan a aumentar la viabilidad del inoculante y a lograr el efecto buscado con la inoculación. Aislar al máximo el tanque de inoculación de la temperatura ambiente o incluso meter paquetes de gel refrigerante o hielo en el tanque de inoculación son prácticas, así como descartar el excedente de mezcla cuando termina cada jornada de trabajo, son pautas de manejo que deberían ser tenidas en cuenta para mantener la temperatura del agua de la mezcla por debajo de los 35ºC.

Sumado a la temperatura de la mezcla, otro factor que se debe tener en cuenta al momento de hablar la eficiencia en la inoculación bacteriana del silo, es la uniformidad en la población bacteriana que es distribuida en cada momento de la jornada de trabajo, sobre el material que está siendo ensilado.

¿Estamos seguros que inoculamos lo que pensamos que estamos inoculando? Para responder a esta pregunta, debemos saber que los inoculantes bacterianos están formados por organismos vivos especialmente seleccionados para tal fin, y que los mismos son distribuidos en una pequeña cantidad sobre el material picado. Sin embargo, la naturaleza propia de este tipo de organismos puede resultar en una complicación al momento de la inoculación: Estas bacterias, cuando están en un medio acuoso, tienden a acumularse en el fondo del recipiente (tanque de inoculante, por ejemplo), en el que se encuentren luego de algunas horas.

(Andrieu and Mari, 2017), comentan que experiencias realizadas en laboratorio muestran que luego de algunas horas, valores cercanos al 0 % de la población dosificada de bacterias con el inoculante, fueron encontradas en la parte superior del volumen de líquido contenido dentro del tanque de inoculación, mientras que cerca del 500 % de la población dosificada originalmente se encontró en el fondo de dicho tanque. Según estos autores, esto resulta en una sobredosificación de la base del silo aéreo (o del comienzo de la bolsa) y en una sub dosificación de la parte superior del silo, donde en la mayoría de los casos, la porosidad es mayor y el material se encuentra en condiciones de mayor aerobiosis y por lo tanto el inoculante es más necesario.

Una de las soluciones a este tipo de problema para lograr una inoculación más uniforme a lo largo de toda la jornada de trabajo, es la tecnología H_2C (High & Homogeneous Concentration), desarrollada por Lallemand Animal Nutrition. (Andrieu and Mari, 2017), explican que esta tecnología tiene dos objetivos principales: 1. Alta concentración del producto inoculante, esto pensando en los aplicadores de ultra bajo volumen desarrollados para equipar máquinas picadoras que trabajan a alta velocidad (ver capítulo 13).

La tecnología H_2C, trabaja con concentraciones de inoculante de 3x1011 UFC de bacterias ácido lácticas/gramo de inoculante, para luego trabajar en 1-2 gramos por tonelada de material ensilado (pensemos que la concentración tradicional es de 1x105 UFC/gramo). 2. Evitar la sedimentación del inoculante en el tanque de la picadora (para realizar una aplicación uniforme en todo el volumen del silo).

Con este tipo de tecnología se logra que la concentración de inoculante se mantenga uniforme en todo el volumen del tanque por 24 horas (Figura 15-4), lo que eleva considerablemente la uniformidad de aplicación en toda la masa de material ensilado.

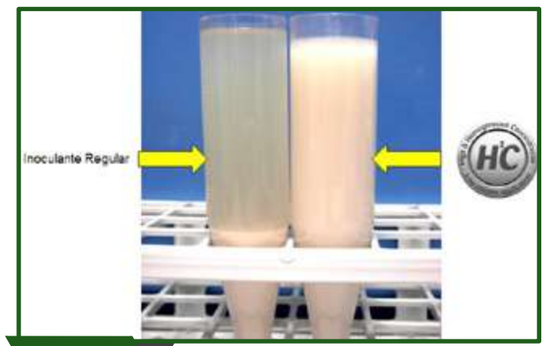


Figura 15-4 *La tecnolog a H_2C de Lallemand Ind., permite mantener la uniformidad en la concentraci n del inoculante por 24 horas en el tanque de la maquina picadora. Izquierda: Vista de soluci n de inoculante tradicional, luego de 4 horas de realizada la diluci n. Derecha: Soluci n con tecnolog a H_2C luego de 4 horas de realizada la diluci n. Fuente: (Andrieu and Mari, 2017).*

2. Enzimas

Los aditivos enzimáticos son productos que contienen una variedad de proteínas cuya función es la de degradar los carbohidratos de la pared celular de las plantas y convertirlos a azúcares.

Las clases más comunes de enzimas son las Celulasas (degradan celulosa) y las Hemicelulasas (degradan hemicelulosa), pero también se pueden encontrar Amilasas para degradar almidón y Pectinasas para degradar pectinas.

Estas enzimas son normalmente productos naturales extraídos de mohos y la efectividad de los diferentes tipos de enzimas pueden variar de un producto a otro debido a las diferentes fuentes de las que se las extrae; pero todas apuntan a lograr lo mismo, reducir el contenido de fibra para que el silaje tenga mayor digestibilidad y aumentar el contenido de azúcares para la fermentación.

2.1 Efectos esperados de los inoculantes enzim ticos

El objetivo principal es convertir la fibra en azúcares, por lo que el efecto de las enzimas sobre la calidad del silaje debería ser una reducción de la FDA y FDN, causando por consiguiente efectos sobre la fermentación, las pérdidas de MS, la estabilidad del silo y la respuesta animal.

En silajes en los que los contenidos de azúcares limitan la fermentación, las enzimas deberían incrementar el nivel de productos de la fermentación, cambiar la fermentación a una del tipo láctico y reducir el pH. Una situación típica en la que esto podría ocurrir es en silos de alfalfa con un porcentaje de humedad del 60 al 75 % en un silo bunker.

Para este tipo de silos, una disminución del pH y un aumento de los productos de la fermentación deberían inhibir el desarrollo de mohos y levaduras y mejorar la estabilidad del silo.

En silo de maíz en los que los azúcares adicionales no son necesarios para mejorar la fermentación, el agregado de enzimas podría tener un efecto negativo sobre la misma, ya que el exceso de azúcares podría inducir a la producción de alcohol por parte de las levaduras.

Esto llevaría a incrementar las pérdidas de MS y reducir la estabilidad del silo, debido a la formación de levaduras y altos niveles de azúcares que favorecen el desarrollo de microorganismos perjudiciales además de una reducción del consumo debido a los altos niveles de alcohol en el silaje.

Otro efecto posible sería la recuperación de MS dado que la reducción en la cantidad de fibra induciría a una mayor compactación en el silo, disminuyendo la porosidad del silo mejorando el comportamiento durante el suministro, por una menor penetración del aire a la cara expuesta del silo.

2.2 Efectos observados de los inoculantes enzim ticos

Los efectos que se observaron fueron principalmente una mejora en los contenidos de fibra en pasturas, un resultado intermedio en silos de maíz y trigo y muy poco efecto en silos de alfalfa.

En lo que respecta a mejoras en la fermentación, el efecto más positivo se observó en alfalfa dado su bajo contenido de azúcares y también se observaron mejoras en lo que respecta a la pérdida de MS, justamente por posibilitar mejorar la compactación del silo.

Es importante destacar que en la actualidad muchos inoculantes ya contienen enzimas mejorando la aplicación y promoviendo el efecto de las mismas.

2.3 Cuidados en la aplicaci n de inoculantes enzim ticos

Las enzimas tienen un alto potencial como aditivos, sin embargo, tiene un limitado número de casos en los que parecen ser realmente efectivas.

Los mejores candidatos para su utilización parecen ser la alfalfa y las gramíneas ensiladas con porcentajes de humedad del 60 al 70 %. En estos rangos de humedad, se han visto grandes beneficios en la mejora del porcentaje de MS, que los haría rentables.

Se observaron mejores efectos de las enzimas cuando se trabajó en cultivos con menores porcentajes de humedad, ya que cuando se los utilizó con altas humedades, se observaron grandes aumentos de pérdidas por efluentes.

No se recomienda su uso en silo de maíz, debido a que produce altas concentraciones de alcohol y reduce la estabilidad del silo, además de no mostrar mejoras significativas en cuanto a respuesta animal.

3. cido Propi nico

El ácido propiónico inhibe el desarrollo de mohos y levaduras. Su uso más frecuente es en la confección de heno con más del 20 % de humedad para inhibir la formación de hongos. También se aplica sobre silos que son aeróbicamente inestables y que se calientan en el momento del suministro.

3.1 Efectos esperados del cido propi nico

El ácido propiónico aplicado a bajas dosis (0,2 a 0,4 % de la MS), tendría un pequeño efecto sobre la fermentación, mientras que, a dosis más altas, la fermentación debida a bacterias ácido lácticas se vería reducida, pero en cualquier caso, el pH al final de la fermentación debería ser el mismo o menor que un forraje sin tratar.

El principal efecto debería ser una mejora en la estabilidad del silo o en la estabilidad aeróbica mientras que la MS no se vería afectada o en todo caso mínimamente reducida y la respuesta animal se vería afectada solo si el silo no tratado se calentara.

3.2 Efectos observados de la aplicaci n de cido propi nico

En todos los casos observados en los últimos años el efecto mas visible del uso de ácido propiónico fue una mejora en la estabilidad aeróbica del silo.

A modo de síntesis, se pude decir que el agregado de aditivos a los silajes, es una herramienta más que ayuda a obtener calidad, pero que de ninguna manera soluciona los problemas relacionados con una mala práctica en el proceso de confección.

Optimizando al máximo el control sobre la tarea de confección del silo (corte en momento oportuno, oreo previo al picado, picado fino y uniforme, no se le agrega tierra al material a conservar, picado con el 70 % de humedad, bien compactado), el riesgo de trabajar sin inoculación, en silo de cultivos con capacidad buffer como la alfalfa, se minimiza.

Si se desea emplear aditivos como aceleradores del proceso de fermentación, el empleo de los aditivos bacterianos sería el más aconsejable.

Cuando se trabaja con productos como el ácido propiónico, tener muy en cuenta la corrosividad de este tipo de productos y lo cuidados a tener con el personal y la maquinaria. La tabla 15-1, sirve de resumen para este capítulo.

4. Metodolog as de distribuci n de aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos

Los aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos, pueden ser distribuidos sobre el material a conservar con diferentes metodologías, según el volumen de material a conservar, el tipo de máquina utilizada y la técnica de conservación (ensilaje, henificación o henolaje).

Las metodologías de aplicación que podemos encontrar son las siguientes:

1. Equipos que vienen montados de fábrica en la picadora, en los cuales se puede dosificar desde la cabina o intercambiando pastillas dosificadoras. La dosificación se realiza en el rotor acelerador o en la alimentación (Figura 15-5), los cuales son lugares ideales para lograr una mejor distribución del aditivo o inoculante (Ver sección específica en el capítulo 13 de este manual).

2. Equipos para trabajar con ultra bajo volumen con inoculantes bacterianos de alta concentración (Tecnología H_2C® por ejemplo). Tienen la tobera de distribución ubicada en el codo de descarga de la máquina picadora. Poseen un tanque de depósito especial, de 20 litros de capacidad (Figura 15-6) y una tobera para distribuir el inoculante con alta velocidad de aire y muy bajo volumen (Ver sección específica en el capítulo 13 de este manual).

3. Equipos genéricos incorporados en forma opcional a la máquina picadora (Autopropulsada o de arrastre), los cuales se pueden comandar



Figura 15-5 *L nea de inoculaci n ubicada en el sector de alimentaci n de una picadora autopropulsada (Esta ubicaci n se utiliza para trabajar con dosis de bajos vol menes). Fuente: CLAAS Argentina.*



Figura 15-6 *Vista del tanque del sistema Actisiler® de CLAAS, para trabajar con inoculantes de alta concentraci n y dosis de ultra bajo volumen. Fuente: CLAAS Argentina*



Figura 15-7 *Equipos gen ricos incorporados en forma opcional a la maquina picadora.*

Tabla 15-1 *Resumen de los efectos positivos y negativos de los diferentes aditivos.*

Aditivo	Efecto positivo	Efecto Neutro	Efecto Negativo
Bacterianos	Alfalfa	Maíz / Sorgo	
Enzimas	Pasturas	Maíz / Sorgo	Alfalfa
Ac. propiónico (a la confección)			Pasturas, Alfalfa, Maíz / sorgo
Ac. Propiónico (a la extracción)	Pasturas, Maíz / Sorgo	Alfalfa	

desde la cabina y pueden tener su línea de distribución en el cilindro acelerador o en la salida de la descarga (Figura 15-7).

4. Equipos montados en la máquina embolsadora. En general trabajan con dosis de uno a dos litros por tonelada de material verde para lograr un trabajo más eficiente. Poseen un tanque de depósito y una línea hidráulica que llega hasta la batea donde se ubican las pastillas de distribución (Figura 15-8).

5. Equipos montados en máquinas megaenfardadora y rotoenfardadoras para la aplicación de aditivos específicos para henificación o ácidos orgánicos (Figura 15-9). Poseen un tanque de depósito ubicado en la parte posterior (megaenfardadoras) o delantera (rotoenfardadoras) de la máquina y una línea de aplicación que llega hasta la parte delantera de la máquina, con dos o más pastillas que trabajan distribuyendo el aditivo entre el recolector y el rotor alimentador.

6. Con mochila o elemento similar (sobre la capa superior del silo durante la etapa de confección del mismo en silos aéreos o aplicando en la batea en máquinas embolsadoras). Este tipo de aplicación solo se utiliza con picadoras de baja capacidad de trabajo. También se utiliza para trabajar con productos específicos sobre la cara expuesta de silos aéreos en uso. Con esta metodología se debe trabajar con dosis superiores a los 2 l/t. Con esta metodología se deben extremar los cuidados del personal encargado de la aplicación por ser una tarea de alto riesgo.





Figura 15-8 *Detalle del sistema de inoculaci n en una maquina embolsadora. Se observa el tanque deposito (1) y la l nea hidr ulica con las plastillas de distribuci n sobre las bateas (2).*



Figura 15-9 *Megaefardadora equipada con sistema "Crop Saver buffered acid®" para la aplicaci n de cido org nico mezclado con cido c trico, lo cual permite realizar la henificaci n con un mayor contenido de humedad.*

16 Mixer



La funci n de esta m quina es mezclar homog neamente cantidades espec ficas y perfectamente controladas, de distintos ingredientes, para formular una dieta que se suministre en determinados momentos del d a.

Objetivos:
- Aumentar la calidad nutricional de la alimentación.
- Lograr mayor estabilidad ruminal.
- Suministrar los distintos ingredientes (fibra, energía y proteína) correctamente mezclados con mínima posibilidad de selección.

Dato: los defectos de confección de origen (silajes con exceso de picado o mal fermentados, henos mal acondicionados, etc), no podrán ser subsanados por el mixer y las consecuencias se reflejarán en los animales y en las caídas de producción (leche, carne y reproductivas).

Debe destacarse además que entre los ingredientes seleccionados, la proporción y calidad de la fibra suministrada, permitirá hacer un óptimo aprovechamiento de todos los ingredientes, a través de una correcta insalivación y rumia.

Los nutricionistas indican que una dieta diaria puede contener las concentraciones adecuadas en términos de energía y proteínas, pero cuando las vacas se alimentan en un momento dado del día, solo de pasto (durante el pastoreo) y luego concentrado (durante el ordeño) y/o únicamente de silajes o henos (en piquetes), pueden existir variaciones importantes de pH en el líquido ruminal y ello provocará una menor producción de leche o carne. Además en la medida en que se suministra en la dieta mayor cantidad de concentrados de alto tenor energético, pretendiendo por ello mayores producciones, solo lograremos en los rodeos donde es ofrecida por separado, aumentar

las variaciones de pH y generar severas ácidosis ruminales.

En la medida de que el productor va evolucionando las rutinas de alimentación de los rodeos con el uso del mixer, le permitirá restringir las horas de pastoreo y mantenerlos en corrales de alimentación la mayor parte del día. De esta manera se comenzará a notar una mayor ingesta total de MS/día y además se producirá un menor desgaste de energía por desplazamiento, todo lo cual actúa en beneficio para una mayor producción de carne o leche.

El mixer no debe ser visto como una herramienta exclusiva de los establecimientos que producen leche o carne bajo condiciones de confinamiento total, sino que también debe ser considerado un instrumento válido para condiciones de pastoreo con suplementación, principalmente en los planteos que conllevan altos niveles de asignación de forrajes conservados y concentrados.

De esta manera, en los sistemas que apuntan hacia condiciones de mayor intensificación de la producción, sus rodeos pueden recibir todos los nutrientes que necesitan diariamente por medio del sistema denominado "TMR" (ración totalmente mezclada, por su sigla en inglés), mientras que cuando es complementario del pastoreo restringido (directo o mecánico), se los denomina "PMR" (Ración Parcialmente Mezclada por su sigla en inglés).

Normalmente los rodeos con base exclusiva pastoril, suelen generar producciones en el orden de los 16 a 20 litros/vaca/día/año, contando además con buena genética, sanidad y una adecuada cantidad de forraje para pastorear.

Para producciones de 20 a 30 litros/vaca/día deben satisfacerse las necesidades de alimentación con algunas suplementaciones especialmente energéticas y proteicas, pero para lograr producciones superiores a los 30 litros/vaca/día, el rodeo debe ser alimentado con dietas balanceadas en forma precisa y exacta desde el punto de vista proteico y energético.

Por esta razón, hay autores que sostienen que las vacas lecheras de alta producción deben ser alimentadas con dietas cuya concentración energética sea superior a las 2,4 Mcal/kg MS, de acuerdo a su nivel de producción y capacidad de consumo y los porcentajes de proteína bruta entre el 16 % y el 18 % sobre el total de MS de la dieta.

Estos conceptos también deben ser tenidos en cuenta cuando se trata de producciones intensivas de carne, en donde las altas ganancias individuales favorecen a la eficiencia del sistema, con una reducción del costo por kg de MSD con que se alimenta a los rodeos.

Los sistemas de alimentación pastoriles de zonas templadas, presentan un aceptable nivel de energía y exceso de proteínas en la mayoría de las épocas del año, en tanto que en zonas más tropicales, en algunas épocas del año, también puede haber defectos en los niveles de proteína y quizás un exceso de fibra en la dieta.

Los conceptos nutricionales también indican que aunque la dieta diaria esté balanceada en términos de energía y proteínas, puede existir asincronía en la fermentación energética y proteica cuando las vacas se alimentan solo de pasto (animales en pastoreo), solo de concentrado (animales en suplementación), o solo de silaje (animales con encierre en piquetes).

Lo ideal es suministrar una dieta balanceada, pero con todos los ingredientes uniformemente mezclados, o bien aumentar la frecuencia de alimentación de los distintos recursos que se utilizan, para sincronizar el momento de digestión a los fines de lograr un equilibrio ruminal.

Todas estas consideraciones nutricionales, indican que en sistemas productivos de carne o leche, la dieta debe ser balanceada desde el punto de vista energ tico y proteico y los ingredientes que se suministren deben estar mezclados de manera uniforme, respetando el tama o de la fibra incorporada a la raci n para estimular la actividad ruminal.

Para lograr esto puede ser necesaria la utilización de acoplados mezcladores de alimentos, que permitan (a través de una balanza electrónica), conocer la cantidad exacta de cada uno de los componentes de la ración y también el volumen suministrado de acuerdo al consumo estimado.

Cuando se piensa en la incorporación de los acoplados mezcladores, para la elaboración y homogenización de las dietas, se debe tener en cuenta que los mismos deben brindar la máxima confianza al usuario a lo largo de su vida útil.

Por ello, además de la calidad y robustez de construcción, estos implementos deben brindar al usuario un excelente servicio de postventa, con una correcta puesta en marcha de la unidad y disponibilidad de repuestos inmediata, para que un accidente o fallas no influyan negativamente en el trabajo planificado, ni pongan en riesgo los siste-


Equipo Mixer | 6 M³ de capacidad.


Acoplado Forrajero | 14 M³ de capacidad.


Embutidora de forrajes.

A LA ALTURA DE TU **FORRAJE**
ESTÁ NUESTRA LÍNEA DE PRODUCTOS.
DESCUBRILA.

Nuestra línea de productos te ofrece
las soluciones más eficientes en molienda,
embolsado, transporte, mezcla y racionamiento.
Una línea de producto al nivel de tu producción.


Desmalezadora Hileradora.


Moledora de rollos.


Elevador de rollos.


Equipo Mixer | 10 M³ de capacidad.

0800 888 **OMBU**
WWW.MAQUINASOMBU.COM.AR

OMBU
Máquinas agrícolas & Remolques

mas productivos que necesitan de una alimentación balanceada y constante a lo largo del tiempo.

Otro de los puntos a considerar es que, debido a la presi n de consumo a la que son sometidos los animales de alta producci n, se hace necesario el suministro de fibra efectiva para mejorar la movilidad ruminal, el efecto de scratch (raspado y autolimpieza de la pared ruminal) y a la vez favorecer la insalivaci n, para lograr equilibrio en el pH ruminal.

Por estos motivos resulta conveniente incorporar heno a la dieta, del cual debe conocerse la calidad para establecer la proporción a consumir por cada animal. De allí surge la importancia de los acoplados mixer, que permiten incluir el heno en la ración, permitiendo confeccionar la misma en una sola operación de desmenuzado y mezclándolo con menor requerimiento de mano de obra y tiempo.

Para vacas de alta producción o en transición a la lactancia, es importante equilibrar las dietas con un adecuado suministro de fibra larga (fibra efectiva), por dos razones esenciales:

1. Se estimula la rumia y de esa forma la producción de saliva, la cual ejerce un efecto buffer en el rumen (neutralización del pH).

2. Se disminuye la velocidad de pasaje del alimento finamente trozado, a través de una porción grosera de material sobrenadante a nivel ruminal (filtro), para que las bacterias tengan más tiempo de atacar el sustrato y lograr así una mejor fermentación.

Por estas razones resulta conveniente incorporar heno (fibra), a la ración en cantidades y calidades (físicas y químicas) perfectamente controladas, en función de las necesidades del grupo de vacas.

Los indicadores que hacen referencia a la calidad física de la fibra son su **tama o**, o sea el largo promedio que posee cuando se la suministra. En este sentido se las puede clasificar en corta (menor a 2 cm), media a larga (2 a 10 cm), y muy larga (mayor a 10 cm).

Cuando se hace mención de la calidad química de la fibra para que sea "efectivamente efectiva" se está haciendo referencia a su **digestibilidad**.

Los henos constituyen la fuente "clave" de fibra efectiva (FDNef) para la producción ganadera, permitiendo equilibrar las dietas en base a pastos frescos, TMR/PMR húmedas en base a ensilajes o con elevados niveles de concentrados. Posibilitan lograr en estas dietas mejores texturas y palatabilidad, a la vez de proveer la fibra efectiva necesaria para un correcto funcionamiento ruminal.

Todo lo expresado demuestra la importancia del uso de los mixer y especialmente los que posean la capacidad de procesar henos, los cuales son trozados en una sola operación y mezclados con el resto de los ingredientes para elaborar la TMR o PMR, con un menor requerimiento de mano de obra.

Existen mixer que no poseen la capacidad de procesado de la fibra directamente, dado que solo produce la mezcla de ingredientes. La operación de procesado, será reemplazada por un desmenuzador o moledora de rollos, los cuales deberán operarse en un proceso previo, para generar ya el tamaño final de la fibra. También puede utilizarse en estos mixer henos (rollos o megafardos) confeccionados con sistemas procesadores de fibra (cútter), donde la cantidad a admitir va a depender del largo que presenten las hebras (ver capítulo 8 de este manual).

1. Aspectos a considerar previo a la incorporaci n de los acoplados mixers

Antes de la incorporación de los acoplados mixer a las explotaciones, es importante tener en cuenta algunos aspectos, para que de esa forma se pueda realizar un trabajo eficiente sin estar solucionando problemas por falta de planificación, lo que daría como resultado el incremento del costo de amortización del equipo.

Los aspectos que tenemos que relevar de un sistema productivo previo a la compra de un mixer:

- Humedad de la ración.
- Frecuencia de alimentación.
- Incorporación de heno a la dieta.
- Realización de la mezcla.
- Disponibilidad de tractor.

1.1 Humedad de la raci n

Al realizarse un presupuesto para la alimentación de los rodeos, siempre se habla de volumen de MS por animal y por día, para lograr los índices de ganancia de peso o litros de leche previstos. Cuando se implementa el sistema de alimentación o suplementación utilizando acoplados mezcladores para la elaboración y suministro de la ración, es importante tener en cuenta el volumen de material que se estará suministrando por día, para calcular los tiempos operativos y el número de viajes a realizar, de modo tal que el mixer no esté subutilizado ni tampoco llegar a tener el inconveniente de no poder alimentar todo el rodeo con el mixer adquirido, por falta de capacidad de trabajo del mismo.

A pesar de que siempre se habla de MS suministrada, es muy importante considerar cuál es el porcentaje de humedad de la ración para tener en cuenta el volumen de flete muerto que se deberá asumir, debido al transporte de agua en la mezcla.

Se debe tener presente que cuando se formulan raciones con ingredientes de bajo porcentaje de MS, se incrementa el número de viajes necesarios para alimentar a los rodeos, con lo que se podría poner en riesgo el éxito de la implementación del sistema, si no se realiza una correlación entre estos dos factores (% de MS del forraje y volumen del acoplado mixer).

1.2 Frecuencia de alimentaci n

Es sabido que cuando la ración se entrega varias veces al día, se puede obtener una mejor performance de producción, debido a un equilibrio en el ambiente ruminal (dependiendo de las características de la ración formulada).

Cuando se trabaja con dietas de alta concentración energética, también es conveniente dividir las entregas diarias por una cuestión de seguridad ya que si existe algún error en el suministro, se corren menos riesgos de intoxicación de los animales, porque los volúmenes manejados son inferiores.

De todos modos, a los fines de reducir el costo de mano de obra y simplificar los sistemas operativos, se considera poco práctico entregar la ración diaria en más de dos o tres veces, siendo suficiente en númerosas explotaciones, el suministro en una sola entrega diaria.

La frecuencia de alimentación es un factor a tener en cuenta para poder calcular y presupuestar el número de viajes que se realizarán diariamente y el volumen necesario en la batea del mixer que se vaya a incorporar al sistema productivo.

1.3 Incorporaci n del heno a la dieta

Si bien algunos acoplados mixer, permiten el procesado de fibra larga en forma de heno para su incorporación a la ración, es sabido que su costo de adquisición es mayor.

Siempre se debe estudiar la forma en la que se suministrará el heno a los rodeos, para que las inversiones que se realizan se puedan amortizar de la mejor manera posible, ya que de nada sirve tener un acoplado de alto costo inicial, si su utilización en el procesado de fibra va a ser muy esporádico.

1.4 Distintos tipo de mixer disponible en el mercado argentino

A nivel nacional, hoy existen alrededor de 30 fábricas que producen distintos modelos de mixers, cuyos diseños y operatividad permiten formular raciones de variadas características (tamaño de partículas, textura del material, procesamiento de la fibra, tiempos de mezclado, operatoria de suministro, etc.).

A pesar de la gran cantidad de información que existe sobre el tema y las líneas de investigación desarrolladas alrededor de este tópico, está plenamente vigente el debate sobre si realmente existe un mixer que pueda considerarse universal e "ideal".

La experiencia acumulada a lo largo de estos últimos 10 años de trabajo con los fabricantes de mixer y las visitas a establecimientos ganaderos de variada índole, nos permiten resaltar que para un sistema de producción dado no existe un único modelo de mixer y que diferentes modelos de acuerdo al tipo de sistema de producción (carne o leche), pueden comportarse muy bien siempre que la operatividad y el protocolo de trabajo sean los adecuados.

Un mismo modelo de mixer que por ejemplo funciona muy bien en un determinado tambo no necesariamente funcionará igual en otro, debido a los ingredientes utilizados y/o terreno a desplazarse, lugar de suministro, etc no son idénticos.

No obstante, los fabricantes continúan innovando en los diseños a los fines de ofrecer un producto que facilite la tarea de alimentación, a la vez que mejore sensiblemente la calidad de las mezclas sin alterar algunos parámetros claves de las dietas. Un caso en este sentido, es cuándo la velocidad del procesado de los rollos o megasfardos enteros o en panes, sin disminuir en demasía el tamaño de las partículas de los forrajes, con los consiguientes problemas sanitarios del ganado (ácidosis). Prueba de ello es la proliferación de fabricantes de mixer y la buena gama de modelos en capacidad de desmenuzado y mezclas que se ofrecen en el país.

Dentro de la gama de modelos actuales, existen mixer de arrastre, fijos o autopropulsados montados sobre camión. Los mixer de arrastre son los utilizados en la gran mayoría de los casos, mientras

que en el caso de los fijos, se utilizan más bien en grandes establecimientos, ubicándolos en los patios de comidas para preparar una ración que luego es suministrada por carros forrajeros. Los modelos autopropulsados también son aconsejados para alimentar grandes rodeos, pero con comederos que tengan acceso con caminos compactados.

A nivel general, se puede decir que en el mercado existen dos sistemas principales de mezcla, estableciendo de esa forma una primera clasificación:

- Mixers con sistema de mezcla vertical.
- Mixers con sistema de mezcla horizontal.

Cuando se analizan desde el punto de vista funcional, los mixer deben ser clasificados según su capacidad de procesar la fibra como se detalla en la tabla 16-1.



Figura 16-1 *A nivel general, los mixer se dividen en sistemas de mezcla vertical u horizontal.*

A) Mixer desmenuzadores de rollos o fardos enteros y mezcladores de fibra

Tabla 16-1 *Clasificaci n de los mixers que se comercializan en el mercado argentino, en funci n de su capacidad operativa de procesado de fibra y del sistema de mezclado*

POSIBILIDAD DE PROCESAR O NO LA FIBRA		SISTEMAS DE TRABAJO	OBSERVACIONES
(A) Mixers desmenuzadores de rollos o fardos enteros	(A1)	Trozado y mezclado con sinfín cónico vertical.	Sin limitaciones en el tipo y/o tamaño de rollo y/o fardo a desmenuzar (nacionales e importados)
	(A2)	Dos sinfines trozadores horizontales en la base y dos sinfines largos superiores.	Ídem anterior; modelos de gran capacidad, algunos autopropulsados con fresa frontal (importados)
	(A3)	Un sinfín trozador-mezclador único.	Para rollos de gramíneas de hasta 1,4m de diámetro (importados)
	(A4)	Sinfín trozador horizontral en la base y dos superiores mezcladores.	Posee mando con caja de reducción a cadena (nacionales)
	(A5)	Sistema de un molinete central de tres palas divididas, de paso desencontrado.	para rollos de 1,50 m de diámetro (nacionales e importados)
(B) Mixers desmenuzadores de porciones de rollos o megafardos	(B1)	Sinfín trozador horizontal en la base y dos superiores (cortos o largos).	Pueden poseer mando con cajas de reducción o con cadenas y engranajes Su capacidad de proceso depende del tipo de muelas y tipos de contra cuchillas (nacionales e importados)
	(B2)	Molinete mezclador de tres a cinco palas longitudinales, con ayuda de dos sinfines laterales superpuestos (uno trozador y otro mezclador).	Procesan panes de heno previo descompactado (nacionales e importados)
(C) Mixers mezcladores de fibra precortada	(C1)	Tres sinfines horizontales mezcladores.	Mezcla fibra de hasta 5 o 6 cm, pero la humedad de la ración no debe superar el 60% (nacionales)
	(C2)	Tres ejes horizontales con paletas "pétalos" en disposición helicoidal.	Puede mezclar fibra de hasta 15cm de long. y la ración no debe superar el 60% de humedad (nacionales)
	(C3)	Molinete mezclador horizontal de tres semi-palas, dispuestos con diferentes configuraciones.	Pueden mezclar raciones, con ingredientes tales como: melaza y/o subproductos húmedos de la industria alimenticia. (nacionales e importados)
	(C4)	Sistema de rastra giratoria periférica.	Mezcla todo tipo de subproductos y no altera el largo de la fibra del ensilaje. No disponible en el país.

A1) Sistema de tornillo tronco c nico vertical

Estos modelos de mixers permiten procesar un rollo o megafardo entero, sin ser desarmado previamente, solo es necesario retirar los hilos o red de la envoltura. Es apto para mezclar alimentos en base a 100 % forraje seco o mezclas húmedas, sien10 a 15 un equipo eficiente para preparar raciones con alta cantidad de fibra efectiva (Figura 16-2).

Los mixer verticales poseen un sinfín tronco cónico y 2 contracuchillas o frenos a la circulación de la fibra, los cuales están colocados en la periferia inferior de la batea (Figura 16-2), pudiendo tener regulación manual como en la mayoría de los casos o hidráulica desde la cabina del tractor. Estos frenos pueden introducirse en mayor o menor medida dentro de la batea (tres posiciones), modificando la circulación del forraje frente al paso del sinfín, que está equipado con cuchillas (de 7 a 15 según modelo) en el borde de la hélice (Figura 16-3), produciendo el cortado de la fibra.

Estas trabas, al introducirse en mayor o menor medida dentro de las bateas, van frenando con diferente intensidad al forraje al paso del sinfín que está equipado con cuchillas, ejerciendo un efecto diferencial de cortado de la fibra (Figura 16-4).

Para favorecer el efecto de mezclado o trozado del material, opcionalmente estos mixer pueden estar equipados además de una caja central epicicloide (Figura 16-6), de 2 velocidades (Figura 16-5), la cual recibe la potencia generada por el tractor a través de la barra de mando, esto brinda la posibilidad de utilizar una marcha lenta para trozado (20 rpm) si es necesario y una velocidad rápida para mezclado (35 rpm), con un tractor de 90 hp en lugar de los 120 que requiere la versión convencional sin caja reductora. Existen algunos modelos, los cuales poseen una caja reductora epicicloide con engranajes satélites, de menor número de dientes, que permite el uso de tractores de 90 hp dado que logra un torque mayor.



Figura 16-2 *Mixer con sistema de rotor vertical.*



Figura 16-3 *Vista interior de la batea de mixer vertical con sinf n troncoc nico con cuchillas y contracuchillas distribuidos en la periferia inferior.*





Figura 16-4 *Vista exterior e interior de los frenos que determinan el grado de cortado o desmenuzado de la fibra incorporada a la raci n. Estas trabas, al introducirse en mayor o menor medida dentro de las bateas, van frenando con diferente intensidad al forraje.*



Figura 16-5 *Detalle de caja reductora de entrada.*



Figura 16-6 *Detalle de reductor epicicloide.*

Durante la etapa de mezclado, en este tipo de mixer, en caso de contar con el largo de fibra deseado, puede retirarse los frenos periféricos, de manera tal que el material continúe girando sin modificarse sustancialmente la longitud de las hebras. De esta forma se otorga mayor velocidad para efectuar el mezclado, pero cabe aclararse que no se evita la fricción entre las partículas, con lo cual puede perderse fibra efectiva en silaje como el maíz, por efecto de excesivo tiempo de mezclado.

La descarga se realiza sobre el lateral derecho con un transportador a cadenas con placas imantadas (opcional), para retener metales como clavos, alambres, etc, que según el modelo puede estar ubicado delante de la batea o en el lateral de la misma. Hay algunos modelos que permiten la descarga en cualquiera de los dos sentidos.

El dispositivo de descarga es accionado por un motor hidráulico e incorpora un sistema de válvula reguladora de caudal para variar la velocidad según requerimiento. La inclinación del acarreador es regulable hidráulicamente desde el tractor, de la misma manera que la apertura y cierre de la compuerta. Esta apertura es la que libera el material mezclado y que junto con la velocidad del transportador determinan el flujo de forraje que se entrega en los comederos.

A mayor apertura de la compuerta se entregará mayor cantidad de forraje en los comederos, por lo cual es importante observar la regla que mide dicha apertura y dar indicaciones precisas para asegurar una cantidad exacta en el suministro. En forma automática al abrir la compuerta se activa el sistema de descarga.

Este tipo de mixers deben venir equipados con balanza electrónica, la cual permite almacenar en memoria una cantidad determinada de raciones, con la opción de confeccionar las mismas con diferentes mezclas de ingredientes para diferentes situaciones de trabajo.

Estas balanzas deben poseer acumuladores por fórmula, rodeo y por producto, además de funciones electrónicas para visualizar remanente sobre el mixer en la pantalla digital. Actualmente, las balanzas se equipan con otros visores remotos, que permiten también visualizar los datos dentro de la cabina del tractor o incluso controla on line en tiempo real los datos de mezcla, carga y descarga a través de teléfonos celulares u otros dispositivos electrónicos.

El consumo de potencia en la TPP (toma posterior de potencia) a 540 RPM (régimen nominal) de éstos mixer, es de 80 a 100 hp para una capacidad de 14 - 15 m³.

En la figura 16-7 se detalla el torque y la potencia que se demanda durante la mezcla de los ingredientes, en un mixer vertical de 14 m³ a 540 rpm, cargado con una ración integrada por 250 kg de heno de alfalfa + 1600 kg de silo de maíz (Zea mays sp.) + 700 kg de silo de triticale (Triticosecale sp.) + 1500 de maíz molido + 200 de expeler de soja (Glycine max sp.) + 450 kg de agua.

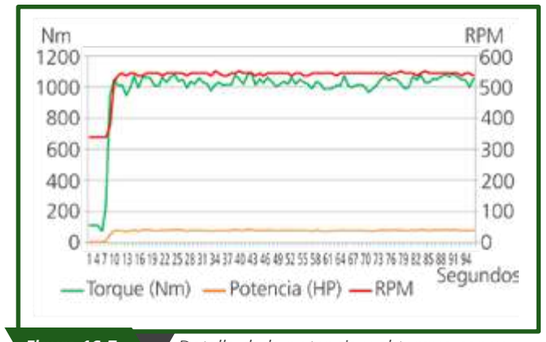


Figura 16-7 *Detalle de la potencia y el torque consumido a 540 rpm, un mixer vertical cargado con 4700 kg de mezcla, durante un minuto y medio de trabajo.*



Figura 16-8 *Detalle de consumo de potencia para la mezcla de la raci n descripta en la figura anterior, con las trabas puestas para disminuir el largo de la fibra.*



Figura 16-9 *Esquema de mixer vertical de dos rotores.*

El total de la mezcla preparada para este ensayo fue de 4700 kg, con 49 % de MS. En la figura 16-8, se detalla en otra escala, la potencia consumida en el mismo ensayo.

Existen además modelos de 19 m³ o más (hasta 30 m³), los cuales son de dos y tres rotores cónicos que trabajan en contrarrotación (Figura 16-9).

Es importante el uso de neumáticos de alta flotación que permitan un despeje mínimo del suelo. La mayoría de los modelos se equipa con rodados 15,5" pero en caso de trabajar en zonas con caminos en mal estado, es recomendable el uso de neumáticos 22,5". Si se opta por esta medida de neumáticos, es importante tener en cuenta que se incrementará la altura del mixer (Figura 16-10), con lo cual se debe prever contar con una pala que descargue a esa altura.

Existen versiones de mixer verticales con autocarga (Figura 16-11), pero en la mayoría de los casos se utiliza un tractor cargador frontal de acople rápido, permitiendo el reemplazo de la cuchara cargadora de granos y silajes, por un tridente para la carga de rollos o fardos enteros.



Figura 16-10 *Los rodados 22.5" permiten una mejor transitabilidad en caminos en mal estado por ofrecer un mayor despeje, pero se debe evaluar siempre la altura a la cual se deber realizar la carga, dado que tambi n se incrementa la altura total del mixer.*





Figura 16-11 *Mixer vertical equipado con fresa autocarga de accionamiento hidr ulico y control remoto.*

Los sistemas de autocarga son más lentos para cargar y poseen un requerimiento de potencia superior para su funcionamiento, ya que además de transportar y accionar el sistema de mezclado, debe hacer lo propio con el sistema de extracción.

La principal ventaja que presentan, es que permiten realizar un trabajo prolijo al momento de la carga, por una mínima alteración de la superficie del silo, con la consiguiente reducción de las pérdidas ocasionadas por fermentación secundaria en la pared expuesta.

En cuanto a los sistema de carga externos (pala cargadora por ejemplo), tienen la demanda de un segundo tractor, pero siempre la velocidad de extracción y la flexibilidad del sistema son más ventajosos respecto al método de autocarga.

C mo desmenuzar correctamente un rollo en un mixer vertical

Para lograr la máxima eficiencia durante la faz de desarmado y desmenuzado de un rollo, estos deben ser colocados tratando de apoyar la cara lateral (curva) contra el rotor (figura 16-12), de modo que al comenzar a circular dentro de la batea, se desenrolle y desarme haciendo el camino inverso



Figura 16-12 *El primer paso es colocar el rollo apoyando la cara curva contra el rotor, nunca la cara plana.*

al que se produjo al momento de la confección (dentro de la cámara de la rotoenfardadora). De esta forma se logra que el rollo comience a girar y desarmarse de forma fluida y no se trabe entre el rotor y la batea, hecho que normalmente origina una mayor demanda de "par" para movilizarlo.

Una vez colocado, se deben retirar las trabas y poner el mixer en funcionamiento a 320 rpm de la toma de potencia del tractor, lo cual se puede observar cuando el tacómetro del motor indica 1300 rpm. Este trabajo permitirá deshacer la fibra ubicada en la periferia del rollo, que generalmente es la parte del rollo que se confecciona con menor presión en la cámara de la rotoenfardadora. Este trabajo se debe realizar entre 3 y 4 min, dependiendo el diámetro del rollo.

En el caso de los rollos con fibra larga y núcleo duro, luego de este proceso queda la parte central, momento en el que se deben colocar las trabas para procesar la fibra (Figura 16-13), para lo cual también se deberá elevar las vueltas de la TDP a 420 rpm, unas 1800 rpm de motor del tractor. Este efecto de corte es producido por las cuchillas sobre el material que es retenido por las contracuchillas. Esta operación finaliza cuando se haya logrado el largo de fibra objetivo.

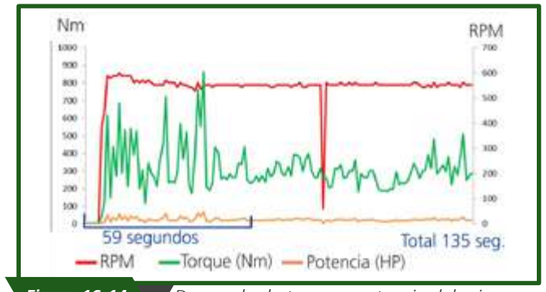


Figura 16-14 *Demanda de toque y potencia del mixer para desmenuzar un rollo de alfalfa de 320 kg colocando el mismo con la cara plana contra el rotor, con las trabas puestas y a 520 rpm de la TDP.*



Figura 16-15 *Potencia consumida en el mismo ensayo, la cual se detalla en otra escala m s visible, especialmente en los segundos iniciales de mayor demanda, gener ndose un pico a los 40 segundos iniciales de casi 70 hp, por tener las trabas colocadas desde el inicio.*

A continuación, se presentan dos ejemplos donde se evaluó la función trozado del heno, en un mixer vertical de 14 m³, determinando el torque y la potencia que demanda un rollo de alfalfa, mediante la implementación de un torquímetro colocado en la TPP del tractor.

La primer prueba consistió en trozar un rollo de 1.20 m de ancho y 1.50 m de diámetro (320 kg) colocado dentro del mixer y poniéndolo en funcionamiento con las trabas puestas, a 520 rpm la TPP. En las figuras 16-14 y 16-15, se observan los datos obtenidos durante los primeros 135 segundos, la



Figura 16-13 *Secuencia de desmenuzado del rollo durante la primera etapa.*



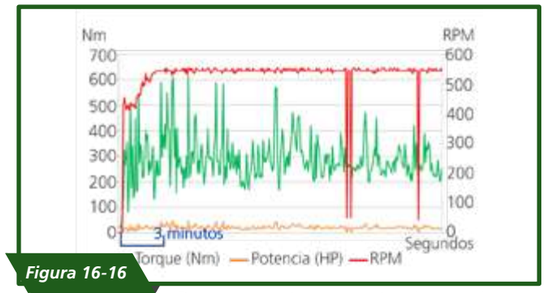


Figura 16-16

Demanda de toque y potencia del mixer para desmenuzar un rollo de alfalfa de 320 kg colocando el mismo con la cara curva contra el rotor, sin las trabas puestas y a 400 rpm durante los primeros minutos y luego colocando las trabas y elevando las rpm a 520.

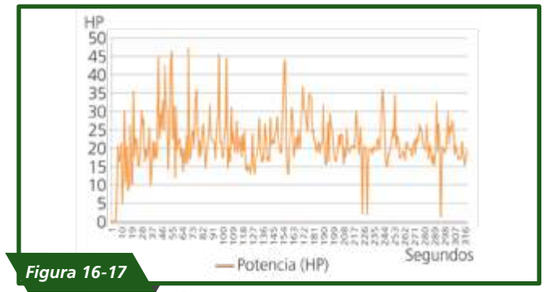


Figura 16-17

Obs rvese que tambi n se produce un pico de consumo de potencia entre los primeros 40 a 70 segundos, pero de solo 48 hp.

prueba continuó durante 9 minutos, hasta obtener hebras de unos 8 cm de largo.

Posteriormente se realizó una **segunda prueba** desmenuzando otro rollo con similar dimensiones y peso, pero colocándolo dentro del mixer apoyando la cara curva contra el rotor y se hizo funcionar durante 3 minutos a 330 rpm TDP sin las trabas y luego elevando las vueltas de la TPP a 420 rpm, **pero con las trabas a tope** (Figuras 16-16 y 16-17). Esta operación también continuó hasta lograr hebras de 8 cm de largo, en un tiempo total similar a la prueba anterior.

Esta diferencia de trabajo es muy importante, pues los picos más altos de consumo de torque y potencia se generan dentro del primer minuto, cuando el rollo gira en la batea con su máximo diámetro y se encuentra con las contracuchillas que detienen su circulación, obligando al rotor a elevar su esfuerzo para realizar el corte por cizalla y continuar con su movimiento. Observar que en el primer caso se producen picos que casi llegan a los 70 hp, mientras que en el segundo los valores máximos registrados son de 48 hp. Por lo tanto es posible efectuar un buen trabajo sin incrementar la demanda de torque y potencia, lo cual se traduce en un mayor consumo de combustible, reduciendo el



Figura 16-18

Gu a pr ctica para desmenuzar correctamente un rollo en un mixer vertical.

mismo de 0,7 litros por tonelada procesada a 0,46 litros, según ensayos realizados en Julio de 2016 en el INTA EEA Manfredi (Córdoba, Argentina).

En la figura 16-18 se transcribe un resumen práctico, a modo de "protocolo de trabajo" para implementar en la rutina del mixero.

Los tipos de mixers con dos sinfines trozadores horizontale y dos sinfines superiores, correspondiente a la categoria A-2 en la tabla 16-1 y los mixers con sistema de sinfín trozador mezclador único, mencionado como categoría A-3 no fueron desarrollado en este manual por la baja oferta y demanda que existe de estos modelos en el actual mercado argentino. Pero puede consultarse información sobre estos tipos de mixers en el manual tecnico Nº 7 de Mixer, disponible www.cosechaypostcosecha.org

A4) sistema de sinfines trozador inferior de espiral reforzado de paso cont nuo y dos sinfines superiores mezcladores con final discont nuo

Los sinfines superiores poseen diseño con espiral de paso continuo en su parte anterior y cuchillas para desmenuzado de fardos en su porción trasera. El accionamiento es por la toma posterior de potencia TPP a (540 rpm) con barra cardánica, reductor de cadenas a rodillos y limitador de sobrecarga. Este diseño admite hasta 450 kg de heno, a la vez que también permite trozar rollos enteros, sin la necesidad de realizar un corte previo (Figura 16-19 A). Esto se debe a que el rollo comienza a girar entre los dos sinfines superiores donde inicia el proceso de desarmado y reducción de su diámetro. La fibra que se va desmenuzando del rollo se dirige a la parte inferior del mixer, donde el sinfín con cuchillas trabaja junto a una contracuchilla "integral" y producen el trozado de las hebras (Figura 16-19 B).

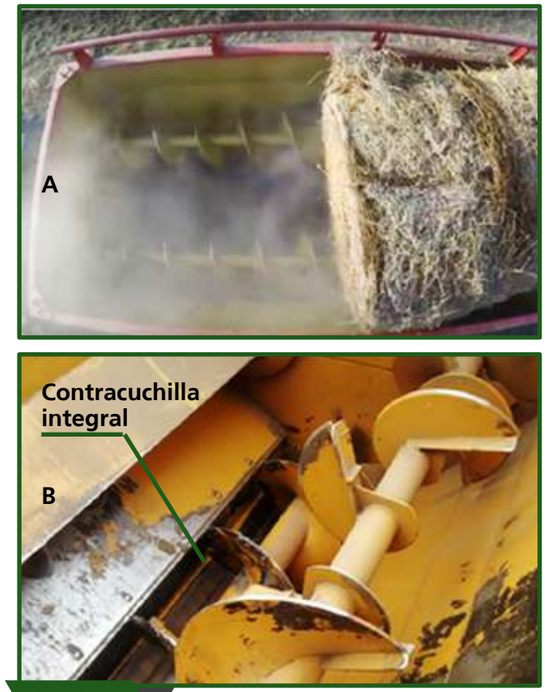


Figura 16-19

Mixer de tres ejes con capacidad para procesar un rollo entero.

A5) Sistema de un molinete central de tres palas divididas, de paso desencontrado

Poseen una cámara de mezclado circular, que contiene a las seis paletas y en el fondo están fijas las contracuchillas de filos progresivos. El sistema de paletas asegura una rápida y efectiva mezcla de los ingredientes.

Este sistema posee en su parte superior una serie de brazos móviles que sostienen el rollo entero o los panes de megafardos, los cuales son progresivamente trozados por el paso de las palas al entrar en contacto, con una línea superior de cuchillas horizontales. Esto permite de antemano realizar un trozado grocero antes de caer dicha fibra al fondo de la batea donde será nuevamente trozada en forma mas precisa (Figura 16-20). Este sistema garantiza un largo de fibra entre 4 y 8 cm de longitud.

El orden de carga es totalmente distinto a lo aconsejado para el resto de los modelos de acoplados mixers, ya que en este modelo inicialmente se puede administrar agua. Primero se puede cargar el



Figura 16-20

Vista en corte de un mixer con un rotor central horizontal a paletas (molinete), con capacidad de trozado de la fibra entera. Foto inf.izq: carga de un rollo entero e inf. derecha: n cleo del rollo en proceso de desmenuzado.

heno, luego la cantidad de agua necesaria para lograr un 50 % del heno previamente incorporado y posteriormente se cargan los granos núcleo en polvo, expeler para finalmente adicionar los silajes.

El tiempo de desmenuzado de un rollo de 550 kg es de 10 minutos (semejante a los mixer verticales) y el de mezcla de 3 a 4 minutos. Este tipo de mixer es muy robusto y de elevado peso neto, debido al sistema de desmenuzado y mezclado que posee, lo cual no lo hace apto para realizar maniobras de carga y/o suministro en corrales con piso de tierra. Es muy importante organizar la logística sobre pisos conformados con ripios o asfalto, eventualmente es muy recomendable el transvasado por medio de una cinta transportadora a un carro forrajero, para realizar el suministro en corrales con problemas de falta de piso.

B) Mixer desmenuzadores de porciones de rollos o panes de fardos y mezcladores de fibra

B1) Sistema de sinf n inferior trozador y dos superiores largos

Sistema conformado por tres ejes horizontales, con paletas en disposición helicoidal o con sinfines. El inferior con muelas periféricas trozadoras y los dos superiores, solo mezcladores.

Estos mixers pueden procesar fibra larga proveniente de fracciones de rollo o megafardos, por lo cual, en la mayoría de los casos requieren que los henos sean desarmados previamente y se cargue solo una porción de estos.

Están diseñados con tres ejes. Hay modelos donde el eje inferior posee múltiples paletas (pétalos) en disposición helicoidal y en su periferia cuchillas trozadoras, las cuales cortan en cizalla rozando con las contracuchillas fijas que se disponen en el fondo de la batea (Figura 16-21). Esto permite que además del trozado, este sinfín realice una acción de mezclado durante el traslado hacia el extremo delantero del mixer, mientras que los superiores, de igual diseño pero sin cuchillas, llevan este material concentrado, nuevamente hacia el extremo trasero, reiniciando el ciclo.

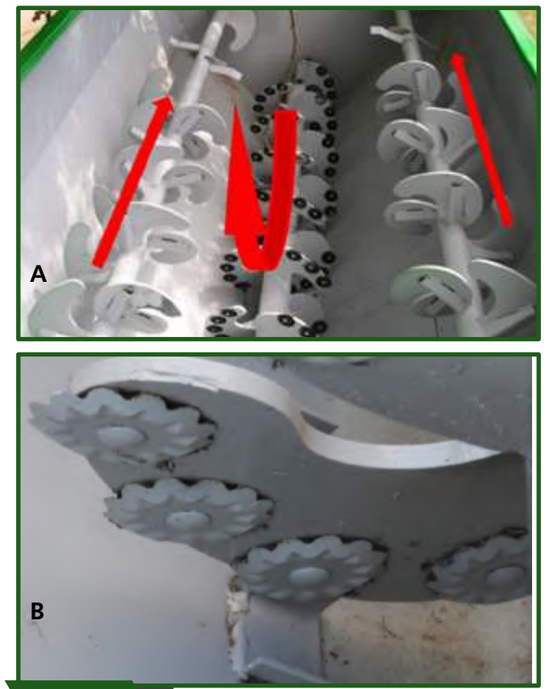


Figura 16-21 *Vista interna de mixer con 3 ejes horizontales a p talos y detalle de cuchillas tipo margaritas y contracuchilla.*

Para una capacidad de 11 m³, se puede utilizar un tractor con una potencia de 80 hp y en modelos de 14 m³, funcionan a partir de 100 hp aproximadamente. La potencia generada es trasmitida a través de la barra de mando, a 540 rpm como máximo.

Existen modelos donde el sistema de transmisión posee una caja con dos entradas: la inferior es para adecuar el alineado de la barra cardánica con la mayoría de los tractores y la superior de uso eventual, para invertir el giro de los sinfines en caso de trancado (Figura 16-22). Posteriormente la reductora epicicloide, posee un sistema limitador de torque para preservar la vida útil de los mecanismos, ante problemas que demanden una sobrepotencia puntual.

Estos equipos tienen en general una gran capacidad de trabajo y excelente mezclado, pudiendo desmenuzar megafardos en panes o rollos trozados en cuartos con motosierra, en cantidades de hasta 350 kg por cada carga a mezclar (Figura 16-23).



Figura 16-22 *Detalle de caja con dos entradas, la inferior es para activar el funcionamiento del mixer y la superior (cubierta con un capuch n gris) de uso eventual, para invertir el giro de los sinfines en caso de trancado.*



Figura 16-23 *Corte de un rollo con motosierra el cual queda dispuesto en porciones.*



Figura 16-24 *Destalle de mixer horizontal trozador de fibra con sistema de contracuchillas retraibles, desactivadas (izquierda) y ubicadas en el interior de la batea activadas para trozar (derecha).*

Se debe tener en cuenta que este diseño de mixer requiere control del tiempo de trozado y mezclado, especialmente en alimentos pobres de estructura, debido a sus características de diseño. La fibra puede quedar cortada en exceso, si no se equilibra el tiempo de trozado con el de mezclado. Debe tenerse la precaución que cuando se realiza el suministro al rodeo, el rotor central continúa su acción de trozado hasta el vaciado final.

Existen modelos donde las contracuchillas no están fijas en el fondo de la batea, sino que son móviles mediante un sistema hidráulico, lo cual permite que la máquina trabaje inicialmente trozando y mezclando, para luego continuar solo realizando la función de mezclado, mediante el desactivado de las contracuchillas, según puede observarse en la figura 16-24.

B2) Sistema de un molinete mezclador de 3 palas longitudinales o tres grupos de palas secuenciales, con ayuda de 2 sinfines laterales superpuestos (uno trozador y otro mezclador)

En ambos tipos de mixer, la operación de desmenuzado de la fibra, se inicia a través de una bandeja superior que tiene posibilidades de inclinarse hidráulicamente, de forma tal que el operario desde la cabina dosifica las porciones de rollos (octavos) o panes de fardos cargados previamente, hacia los sinfines laterales superpuestos dotados con secciones de cuchillas (Figura 16-25).

Posteriormente el material ya procesado por los sinfines, es tomado por un elemento único mezclador tipo molinete de tres paletas longitudinales completas o de dos o tres medias palas en disposición secuencial, según el fabricante y sus modelos. Ambos sistemas barren una batea cóncava efectuando un rápido y eficiente mezclado, dándole un trato excelente de la fibra de pobre estructura, como los silajes o las hojas de alfalfa henificada. Además, permite trabajar especialmente con forraje recién cortado e ingredientes de elevada humedad como subproductos pastosos provenientes de la actividad agroindustrial o facilitar mezclas de bagazo de caña de azúcar cruda o hidrolizada, con torta de algodón, etc.



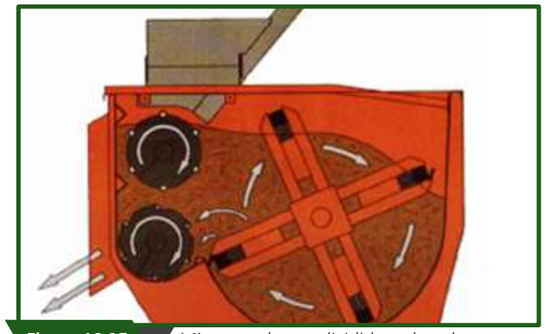


Figura 16-25 *Mixer a palateas divididas, el cual reparte el esfuerzo en el traslado longitulidal del forraje.*

Los vagones procesadores de forrajes, con molinete de paletas longitudinales, tienen una capacidad de 8 a 19 m³ y sus requerimientos de potencia en el tractor, varían de 60 a 120 hp (informados en el catálogo del fabricante). Por su parte los mixer con un molinete de tres palas en disposición secuencial, indican en sus catálogos, requerimientos de potencia en la TPP de 40 a 70 hp, para modelos de 10 a 16 m³ de capacidad (Figura 16-26).

C) Acoplados mezcladores nicamente

C1) Sistema de tres ejes

Este diseño tiene como virtud ser muy rápido en la mezcla de los ingredientes y da un tratamiento a la fibra muy suave, manteniendo su estructura sin mayores variantes durante su corto tiempo de mezclado. Para ello se requiere un eficiente tro-



Figura 16-26 *Mixer a paletas con rotor secuencia y sinfines laterales.*

zado o molido previo de los fardos o rollos, con longitudes de fibra que no superen los 5 a 7 cm.

Por otra parte para mantener un óptimo funcionamiento, la mezcla resultante no debe superar el 50 % de humedad, con niveles mayores comienza a producirse el efecto de "acordonado o empantanado" del sinfín inferior.

El consumo de potencia para una capacidad de 8,5 m^3 es aconsejable un tractor de 60 hp, para un volumen de 10 m^3, hacerlo con 80 hp y para 14 m^3, es necesario 120 hp.

El orden de carga sugerido para minimizar inconvenientes, colocar primero silaje, de forma tal que se cubra hasta la altura del eje del sinfín inferior (todo a lo largo), luego distribuir uniformemente el heno ya trozado, posteriormente el silaje restante, continuando con los granos o pellets y finalmente las sales o núcleos prescriptos en la ración. Finalmente proceder a poner en marcha el sistema de mezclado. Debe destacarse que el sistema de sinfín permite homogeneizar con mayor eficiencia y disimular errores en la distribución de la carga de los ingredientes (amontonarlos en uno de sus extremos), pues los transporta con facilidad y produce un equilibrio en la mezcla final.

Dentro de esta categoría de mezcladores, existen dos variantes de diseño, dado que pueden ser uno con paletas (pétalos) en disposición helicoidal o bien tres sinfines continuos horizontales lisos de avance desencontrado.

Sistema de tres ejes mezcladores con paletas (p talos) en disposici n helicoidal.

Este tipo de mixer (Figura 16-27 A) permite trabajar con fibra picada con longitudes algo más largas y desparejas, tolerando hebras de 6 a 12 cm y permitiendo trabajar con mezclas húmedas cercanas al 40 % MS (60 % de humedad).

La fibra es el primer ingrediente que debe incorporarse, luego los silajes picado fino, posteriormente los concentrados y por último los granos, prosiguiéndose luego a poner en marcha el sistema de mezclado. Su nivel óptimo de funcionamiento lo logran cuando la mezcla resultante no supera el 60 % de humedad, dado que con mayores porcentajes puede comenzar a dificultar el mezclado produciendo el efecto de acordonado en el sinfín inferior. Un error a evitar especialmente en éste tipo de mixer, es cargar todos los ingredientes en un costado de la batea y pretender una mezcla homogénea en el mismo tiempo (Figura 16-27 B), que si se hubiese cargado en forma pareja todo a lo largo del vagón mezclador.

Respecto a la utilización de henos de fibra procesada en este tipo de acoplados, se puede mezclar dentro de una ración hasta 200 kg de fibra proveniente de un rollo procesado durante su confección, con el sistema de cútter.

Cabe aclarar que la fibra procesada proveniente de este tipo de rollos, varía su longitud entre 4 a 15 cm., siendo esta última un tamaño excesivo que podría traer inconvenientes mecánicos en el mixer, cuando se supere la cantidad antes indicada, aumentan las posibilidades de sufrir obstrucciones en el mismo. La fibra de mayor longitud

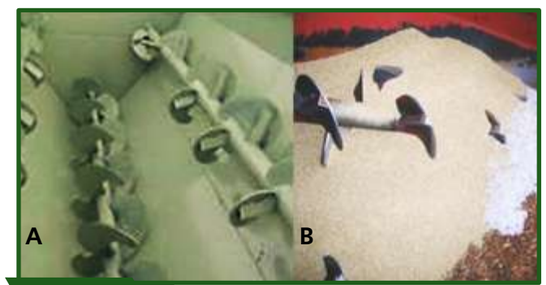


Figura 16-27 *Sistema de tres sinfines mezcladores de paletas "tipo p talos" y vista de una carga err nea para estos modelos de mixers.*

normalmente es la que se encuentra en los extremos de los rollos, donde la distancia entre la última cuchilla del cútter y la pared lateral es de 11 cm y no de 7 o hasta 4 cm, como sucede entre ellas. En los sectores laterales (caras planas) del rollo, se acumula hebras de fibra que no son procesadas y presentan longitudes más larga, para brindar una mayor estructura y conformación cilíndrica al rollo (ver capítulo 8).

Sistema de tres sinfines horizontales lisos de avance desencontrado.

Los mezcladores con sistema de tres sinfines horizontales lisos de avance desencontrado son el modelo de mixer más difundido y utilizado en Argentina, los cuales se fabrican y comercializan en el país desde fines de los años ochenta (Figura 16-28).

Este acoplado mixer es accionado a través de una barra cardánica a 540 rpm, con una reducción de engranajes y cadenas hacia el sinfín inferior, de la misma manera son accionados los dos superiores, pero desde la parte posterior de la batea (Figura 16- 29).

Es importante destacar que este tipo de mixer mezclador con sistema de tres sinfines horizontales lisos desencontrados, permite trabajar con fluidez en mezclas de hasta 50 % de MS, aceptando a su vez una proporción del ingrediente fibra, con hebras no superiores a 6 cm de longitud.

Debe recordarse que este tipo de sinfines lisos toleran errores de carga, como depositar todos los ingredientes en una punta de la batea, en lugar de realizarlo en forma homogénea a lo largo de todo el mixer.

Una prueba a campo realizada por INTA concluyó que los mixer de sinfines lisos, con reductores a cadenas, pueden procesar hasta 200 kg de heno proveniente de rollos o megafardos cuteados (ver capítulo 8), pero teniendo la precaución de cargarlos en forma fraccionada (alternada con silaje picado fino), invirtiendo los órdenes normales de carga para evitar así obstrucciones, que produzcan daños en la transmisión.

La descarga se realiza mediante una batea de doble sinfín, con apertura de accionamiento hidráulico de la compuerta de descarga, la cual es accionada desde el tractor y en su movimiento de apertura embraga simultáneamente el accionamiento de los sinfines laterales de descarga.

Esta presenta un importante despeje del suelo y posee un juego de placas imantadas, que asegura la retención de elementos metálicos, evitando que formen parte del suministro.



Figura 16-28 *Sistema de mezclado con tres sinfines lisos desencontrados*



Figura 16-29 *Vista de la reducci n inicial (izquierda) y detalle de la reducci n a cadenas, desde la parte posterior (derecha).*

C2) Sistema de aspas radiales en posici n angular, fijas a un eje giratorio central horizontal

Este diseño es un sistema de dos molinetes con tres medias palas cada uno, de dos disposición escalonada (secuencial), especialmente utilizado para el proceso de mezclado con subproductos pastosos, provenientes de la actividad agroindustrial (Figura 16-30), estos sistemas pueden mover importantes volúmenes con bajo consumo de potencia, puede utilizarse también como carro distribuidor de alfalfa picada con pastoreo mecánico.



Figura 16-30 *Mixer con sistema de aspas radiales en posici n angular*

1.5 Algunas recomendaciones antes de adquirir un mixer

En todos los casos y cualquiera sea el sistema de mezcla utilizado, resulta indispensable la incorporación de balanzas electrónicas ubicadas en un lugar bien visible y cómodo para el operario, de modo que le permita conocer en forma exacta las proporciones de alimentos que se están mezclando y la cantidad depositada en cada comedero al momento del suministro (Figura 16-31).

Estas balanzas, cuentan en la actualidad con una computadora, que memoriza hasta 100 raciones distintas con 20 ingredientes cada una, además de señales acústicas y/o visuales para indicar al operario la cantidad exacta de carga o descarga, con lo que constituye un elemento de control indiscutible, que debe provenir de serie y no como un "opcional".

Actualmente existen balanzas inteligentes que no solo permiten la programación de diferentes dietas para cada uno de los rodeos (categorías), sino que vía Bluetooth indican a la pala el orden de los ingredientes y la cantidad que debe cargar de cada uno de ellos. También registran datos en los momentos de carga y suministro y los reporta a los usuarios (productor, asesor, etc) y generan reportes diarios y automatizados que llegan al usuario de manera automática (Figura 16-32). Poseen sistemas de alarmas activas que son totalmente configurables por el usuario para que le informen a través de mails o mensajes de texto las anomalías que puedan estar sucediendo.

De esta forma se resuelven en gran medida los problemas de error humano en el suministro de concentrados, dando a todo el sistema una mayor seguridad. Una vez que se realiza la mezcla, que en tiempo promedio puede durar de 1 a 5 minutos, se procede a la descarga sobre uno de los laterales del mixer, por medio de tornillos sinfín o cintas transportadoras, dependiendo de su diseño.

Debido a que dentro de un mismo establecimiento pueden existir diferentes estructuras para el suministro dependiendo de los materiales disponibles, es importante que el sistema de descarga con que cuentan los acoplados, brinden un caudal de salida del forraje uniforme, independientemente de la altura de descarga, para que todos los animales reciban la cantidad de forraje indicado por el nutricionista y facilite el trabajo de los operarios (Figura 16-33).

Si los lugares en donde se descarga el forraje tienen alturas diferentes, va a convenir una descarga



Figura 16-31 *Las balanzas facilitan el control de carga y descaga, mejorando el nivel de eficiencia de la alimentaci n (Fuente: Fernando Bargo, comunicaci n personal).*



Figura 16-32 *Mixer con sistema de transmisi n de datos en tiempo real, sobre carga y descarga de alimentos.*



Figura 16-33 *Cuando los lugares poseen bateas lineales y su descarga tiene altura constante, no ofrecen mayores dificultades al momento del suministro.*



Figura 16-34 *Descarga por sinfines.*



Figura 16-35 *Sistema de descarga, de noria con barras y cadenas.*

mediante tornillos sinfines (Figura 16-34), que tienen un flujo de material más constante.

En tanto que si los comederos están a una altura constante, las norias con barras a modo de cangilones son igualmente eficientes (Figura 16-35).

Algunos acoplados más modernos y sobre todo los mixers verticales utilizan norias de gomas accionadas hidráulicamente e incluso permiten la descarga de forraje a ambos lados de acoplados, haciendo más versátil el tránsito (Figura 16-36).





Figura 16-36 *Sistema de descarga frontal con cinta de caucho que permite entregar el forraje a ambos lados del acoplado.*

La apertura de la puerta guillotina que libera el material mezclado, también va a determinar el flujo de forraje que se entrega en los comederos. A mayor apertura, más cantidad de forraje por metro de comedero se entregará y es por ello que resulta indispensable contar con una regla que mida dicha apertura para dar indicaciones precisas y asegurar una cantidad exacta en el suministro a los animales.

Una formula practica para el trabajo es medir la velocidad de avance del acoplado, la apertura de puerta y controlar que siempre se trabaje con la toma de potencia del tractor (TDP), a 540 rpm independientemente de la velocidad.

Para disminuir el error humano se debe indicar al operario del mixer, la marcha en que debe avanzar y el nivel de apertura de puerta, para dosificar el volumen de forraje que recibirá cada rodeo de acuerdo a sus requerimientos (Figura 16-37).

En los sistemas de descarga, resulta importante la incorporación de imanes que actúen como trampa de metal para los cuerpos extraños que pudieran mezclarse con la ración y ocasionar trastornos a los animales que los ingieran (Figura 16-38).

Debido a que en nuestro país, son pocos los establecimientos que cuentan con piso firme o asfalta-



Figura 16-37 *Regla indicadora de la apertura de la puerta de descarga.*



Figura 16-38 *Trampas de metal para prevenir accidentes por la ingesti n de cuerpos met licos en la raci n.*

do para el transporte de las raciones, es importante que los mixers y carros distribuidores cuenten con un adecuado sistema de traslado que ayude a disminuir el esfuerzo de rodadura.

Cuando se trabaja con suplementación diaria, es importante tener presente que los animales deben ser alimentados todos los días, independientemente de las condiciones climáticas. Es muy útil entonces, contar con herramientas equipadas con ruedas de alta flotación, que mejoren la transitabilidad en terrenos difíciles (Figura 16-39).

Al momento de adquirir equipos que no cuentan con un adecuado sistema de traslado, en algunos casos resulta riesgoso reemplazar el rodado original por otro de mayor diámetro, porque de esa forma se cambia el centro de gravedad del implemento, aumentando el riesgo de vuelco del mismo, en el caso de que sea de altura considerable.

Uno de los puntos limitantes para la adopción de los acoplados mixers, es el requerimiento de potencia, por lo que resulta de vital importancia que cuenten con una caja reductora, para disminuir el requerimiento de los tractores empleados.

En lo que respecta a la batea de mezclado, ya existe una oferta de equipos que presentan el fondo cambiable, para abaratar los costos de reposición o bien otros en los que la batea se encuentra forrada con teflón, para disminuir el efecto corrosivo de los ácidos aumentando la vida útil de los acoplados. Este punto debe ser especialmente considerado, sobre todo en los equipos que mezclan mediante sistemas de sinfines horizontales, los cuales ejercen un rozamiento considerable contra el fondo de la batea.

Para incrementar la vida útil de la tolva, que es el órgano del mixer con mayor desgaste, se puede revestir el interior de la misma con acero inoxidable, el cual es un material 3 a 4 veces más resistente que la chapa, además de resistir el uso intensivo, soporta los embates de la fibra, que es muy abrasiva y provoca un elevado desgaste en algunos sectores de la tolva (Figura 16-40).



Figura 16-39 *Es importante contar con sistemas de traslado que se adapten a las dif ciles condiciones de suelo, para no limitar la correcta alimentaci n de los rodeos.*

La robustez del chasis, es un factor fundamental para que no exista desgaste prematuro del implemento por deformaciones, además de asegurar que los sensores de la balanza funcionen en forma correcta y no se descalibren con frecuencia.

Con respecto al tamaño ideal para cada carro, se debe tener siempre en cuenta el número de animales a alimentar, la cantidad de forraje a suministrar y la frecuencia de alimentación.

La tabla 16-2 presenta el volumen en m^3 que debe tener un mixer según la cantidad de animales y el número de comidas/día a suministrar. Como dato orientativo para la interpretación de la tabla, se puede decir que **un mixer puede contener 250 a 400 kg de forraje, por cada m^3 de batea.** En este cálculo, se tiene en cuenta una ración con el 40 % de MS, basada en silajes y concentrados.

En relación al tiempo de llenado y suministro estimado para un mixer, se debe destacar que en sistemas de producción bien organizados no debería exceder los **30 minutos**, agregando que sin duda





Figura 16-40 *Mixer vertical con piso y mitad de altura de tolva revestido en acero inoxidable.*

Tabla 16-2 *Tama o ideal del acoplado mixer.*

N° de comidas por día	Número de vacas				
	100	200	300	400	500
1	14 m^3	-	-	-	-
2	7 m^3	14 m^3	-	-	-
3	5 m^3	9,5 m^3	14 m^3	-	-
4	3,5 m^3	7 m^3	11 m^3	14 m^3	-
5	3 m^3	6 m^3	8,5 m^3	11 m^3	14 m^3

se pueden alimentar rodeos de mayor tamaño con carros mezcladores de 14 m^3.

El inconveniente es que se debe aumentar el número de comidas por día, demandando una mayor cantidad de horas hombre en el proceso de la alimentación.

Como se mencionó anteriormente existen acoplados con diferentes sistemas de mezcla, lo que muchas veces puede llegar a dificultar la decisión de cuál es el mixer ideal para cada explotación y por ello se presentan las alternativas con las cuales se dispone actualmente.

Como síntesis, se debe tener en cuenta que existen distintas posibilidades para la extracción y suministro, dependiendo la adopción de cada una de ellas del nivel de producción y de la estructura de cada establecimiento.

También se debe tener presente que la elección de cada sistema en la mayoría de los casos es una decisión individual, ya que no es normal que se puedan asociar productores para la compra y uso de estos implementos.

Las herramientas de extracción y suministro son de uso diario y deben estar disponibles para racionar cuando el ganado lo necesite, independientemente de las condiciones climáticas, o desperfectos mecánicos que puedan suceder.

Antes de decidir la compra de un equipo, es conveniente asesorarse en forma precisa sobre cual es la alternativa técnica, agronómica y económica que causará mayor impacto en la rentabilidad de la empresa, teniendo en cuenta su nivel actual de producción y el que se proyecta con la inclusión de la nueva maquinaria.

Además, es necesario hacer una prueba de incorporación de heno a la ración, en el caso de que existan dudas sobre la capacidad del acoplado por adquirir. De esta forma se podrá establecer en forma más eficiente el plazo de amortización, el costo financiero de esa inversión y determinar definitivamente cuál es el sistema más adecuado de conservación y suministro de forraje a utilizar.

1.6 Recomendaciones para una carga correcta y un mezclado homog neo

Con respecto a la secuencia en la carga de los ingredientes en general, cada fabricante dispone de protocolos propios y formula sus propias recomendaciones y siempre es necesario consultarlos.

No obstante, e independiente del tipo de mixers, hay reglas generales que tienen relación con las características físicas de los diferentes ingredientes.

Por ejemplo, los ingredientes secos como los granos molidos, las harinas proteicas, los núcleos minerales/vitamínicos y otros aditivos semejantes (ionóforos, levaduras, aceites esenciales, sustancias buffers, etc.), poseen partículas más pequeñas y pesadas y son, por lo tanto, de mayor densidad, en la carga, estos materiales tenderán a caer por gravedad y a depositarse abajo, en el piso del mixer.

Por el contrario, los forrajes más livianos y de mayor volumen (menor densidad), sobre todo los que contienen menos humedad tipo henos, henolajes y silajes de pasturas, como así también, algunos subproductos de aspecto más groseros como semillas de algodón, cáscaras, vainas o ciertos pellets de gran tamaño y con mucha fibra (expeler de girasol y afrechillo de trigo), justamente por ser más livianos y voluminosos, tenderán a quedarse arriba. Con estos argumentos, una secuencia lógica de carga para dietas altas en forrajes podría ser:

1. Heno y henolaje (+ 50 %MS).
2. Silajes de pastura y/o de sorgo forrajero (+ 45 %MS).
3. Semilla de algodón, cáscaras, vainas, marlos y otros subproductos livianos, con mucha fibra.
4. Silaje de planta entera de maíz o sorgo granífero, con mucho grano (< 35 % MS).
5. Granos húmedos y subproductos de textura semejantes (gluten feeds, hez de malta, granos húmedos de destilería).
6. Granos secos partidos ó molidos y subproductos semejantes (hominy feed, granos secos de destilería).
7. Núcleos minerales/vitamínicos y aditivos, en polvos finos.
8. Ingredientes líquidos (melazas, sueros, permeados, agua).

Esta secuencia puede variar en la medida que sea necesario reconstituir la humedad total de la TMR, como se verá más adelante. No obstante, la sugerencia en la secuencia para una carga óptima, debe ser consulta con el fabricante, quien seguramente dispone de las indicaciones al respecto.

Sin embargo, como de establecimiento a establecimiento los ingredientes cambian y pueden ser muy distintos en sus cualidades físicas se sugiere prudente realizar, con el fabricante o representante, una prueba de mezclado, para evaluar distintos órdenes de ingreso de ingredientes, con diferentes tiempos de mezclado hasta encontrar las combinaciones más apropiadas.

1.7 El mezclado

La secuencia en la carga de los alimentos tiene además una relación directa con el tiempo de mezclado. Al respecto, también cada fabricante tiene sus propias recomendaciones pero las más eficientes desde el punto de vista operativo serían aquellas donde el heno demanda un tiempo de trozado de aproximadamente unos 6 a 10 minutos y un posterior mezclado integral de los ingredientes de 4 a 6 minutos, dependiendo del tipo de mixer y los alimentos utilizados.

El mezclado puede efectuarse una vez que todos los ingredientes se hayan cargado y en algunos casos a veces amerita cargar primero algunos ingredientes, realizar una primera mezcla de pocos minutos (3 a 4 minutos), luego completar la carga y terminar la mezcla con otros 3 a 4 minutos adicionales.

Fernando Bargo (comunicación personal), recomienda que una regla práctica es calcular 1 minuto cada 500 kg de alimento, contabilizando siempre después que el último alimento es cargado sin mover el mixer, es decir sin incluir el tiempo de traslado desde el patio de comida hasta los corrales. La identificación del tiempo de mezclado para una ración en particular no es ciencia exacta y también se logra a través de prueba y error. El objetivo final del tiempo de mezclado es lograr una buena uniformidad en la mezcla para que el animal consuma lo mismo en cada bocado, quitándole la capacidad de selección lo máximo posible.

Si el tiempo de mezclado se prolonga, no necesariamente el producto será más homogéneo, puede suceder a menudo que en algunos mixers un sobre mezclado, "segregue" o separe de la mezcla algunos ingredientes y promueva una disminución exagerada del tamaño de partículas, sobre todo de los forrajes secos, dejando visiblemente separados en estrato las partículas más largas de las más pequeñas (las más pequeñas y pesada quedarán en el fondo). Los defectos de mezclado conducen generalmente a dietas proclives a problemas digestivos (ácidosis, sobre carga hepática, desplazamiento de abomaso, etc.) y a comportamientos no deseados en los comederos, como la sobreselección del bocado (consumo selectivo). Por otra parte, cuando la mezcla requiere más forraje seco, será necesario reconstituir su nivel de humedad agregando agua u otros líquidos, en forma de lluvia y facilitando así la humectación de las partículas en forma más homogénea.

La cantidad de agua necesaria suele también ser indicada por el fabricante, haciendo mención del % máximo de humedad compatible con el sistema que posea el mixer, no obstante existe acuerdo entre los nutricionistas en que, por ejemplo una mezcla TMR de textura adecuada (esponjosa), para vacas de alta producción, debería poseer un contenido de humedad entre 45 y 50 %. Muy seca o más húmeda acarrean problemas de consumo voluntario.

C lculo para agregar agua al heno y hacer una mezcla h meda

Si se está trabajando con un rollo de heno de 600 kg por ejemplo, con 20 % de humedad, se dispone por lo tanto de 480 kg de MS y 120 litros de agua. Si la intención es llevarlo a un 50 % de humedad, se debería contar con una cantidad total de agua equivalente a la mitad del peso de la MS del rollo en cuestión, o sea 240 litros de agua totales. Pero como el rollo ya contiene 120 litros por humedad natural de confección, solo restan agregar 120 litros de agua adicionales.

En el caso de una mezcla donde intervienen muchos forrajes secos y subproductos groseros, sobre la base de heno o henolaje con poca humedad, la secuencia de carga podría incluir el agregado de agua luego del heno, en el siguiente orden:

1. Heno, henolaje.
2. Ingredientes líquidos (sueros, permeados, agua, melaza).
3. Cáscaras, vainas, marlos y subproductos livianos con mucha fibra.
4. Granos secos partidos o molidos y subproductos de la destilería.
5. Silajes de pasturas y/o sorgo forrajero.
6. Silaje de maíz o sorgo granífero.
7. Subproductos, gluten feeds, hez de malta, granos húmedos.
8. Núcleos minerales, vitaminas y aditivos en polvos finos.

No obstante, se reitera la recomendación antes mencionada de chequear y monitorear, mediante pruebas sencillas, las variantes más adecuadas.

Por otro lado, cuando se trabaja con mezclas más húmedas en base a ingredientes pre fermentados y ácidos (ensilajes, sueros y permeados, melazas, gluten, malta, pulpas, etc.), estos ingredientes pueden dañar el contenedor/mezclador, el cual debería estar fabricado con materiales nobles en tal sentido y utilizando pintura acorde para su revestimiento interior. Será necesario sin embargo, prestar debida atención a su mantenimiento.

1.8 Evaluaci n del funcionamiento del mixer y la calidad de la mezcla

Como se mencionara anteriormente, para evaluar el funcionamiento del mixer y la calidad de la mezcla de alimentos sería prudente contar con un protocolo confiable, debidamente preparado y seguir procedimientos de muestreo y análisis toda vez que se ejecuten cambios en los ingredientes o en los operarios.

Determinaci n de la homogeneidad de la mezcla para ajustar tiempos de mezclado

1.8.1 a. M todo de la estabilidad de la MS de la mezcla

Cuando se mezcla heno, ensilaje y concentrados cada uno de ellos posee un % de humedad diferente, de forma tal que si se realizan muestreos en sitios representativos, en determinados lapsos de tiempo, se obtendrán distintos contenidos de MS, las cuales deberían tender a estabilizarse luego de varios minutos.

Para una evaluación rápida del tiempo de mezclado se pueden tomar muestras dentro del mixer, con un dispositivo tipo "calador", en lugares diferentes del contenedor de mezcla (adelante, al medio y atrás), junto a un set de muestras (arriba, al medio y abajo), que luego de homogeneizadas, constituyen de este modo la muestra de cada uno de los lugares representativos.

Se procede luego a analizar el contenido de humedad, a través de la determinación de la MS. Se puede utilizar para ello un dispositivo portátil (humedímetro) o un horno microondas, en este caso con una determinación muy rápida de 3 minutos por muestra aproximadamente. Una mezcla adecuada es aquella cuyo contenido de MS es igual o semejante en todos los sectores del mixer. A continuación se presenta un ejemplo de evaluación de un set de muestras, para tres tiempos distintos de mezclado (Tabla 16-3).

1.8.2 b. M todo de an lisis de alg n elemento o nutriente en la mezcla.

Lo ideal sería analizar en el laboratorio alguna otra variable de composición química, por ejemplo minerales, proteína, fibras (FDN, FDA), o algún ingrediente particular de la mezcla, sensible a la homogenización, como puede ser la sal común y analizar luego su coeficiente de variación en distintos lugares del mixer. En la figura 16-41 se esquematiza un tipo de muestreo apto para mixers horizontales.

En la tabla 16-4, se ilustra un ejemplo del coeficiente de variación de 10 muestras tomadas siguiendo el esquema de la figura 16-41, respecto a la concentración de sal (cloruro de sodio), en los diez lugares de muestreo.

Tabla 16-3 *Evaluaci n de la homogeneidad del contenido de humedad en un set de muestras.*

Fecha:	Dieta:		Batch: 1 2 3		Nombre del muestreador:			
Tiempo de Mezclado (min)	Localización de la muestra	Peso bandeja (gr) (a)	bandeja + muestra húmeda (gr)(b)	Muestra húmeda (gr) (b-a)=x	Peso bandeja con muestra seca (gr)(.c.)	Peso muestra seca (gr) (c-a)=y	% de MS. y*100/ x=z	Promedio de tres muestras de MS. (z1+z2+z3)/3
5	Adelante	226,7	1045,1	818,4	690,7	464	56,7	53,3
5	Medio	216	926,9	713,9	611,2	395,2	55,6	
5	Atrás	216,2	1027,2	811	602,9	386,7	47,7	
6	Adelante	213,5	1175,6	932,1	761,9	548,4	57,0	54,4
6	Medio	218,4	1100,5	882,1	691,4	473	53,6	
6	Atrás	215,6	1181,4	965,8	724,3	508,7	52,7	
7	Adelante	245,4	1183,4	938	766,6	521,2	55,6	54,8
7	Medio	213,3	1141	927,7	720,4	507,1	54,7	
7	Atrás	218,5	1146,6	928,1	720,6	502,1	54,1	

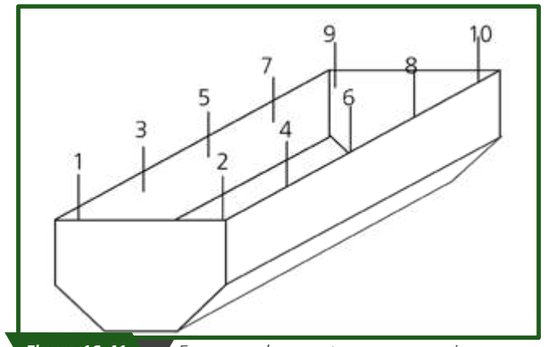


Figura 16-41 *Esquema de muestreo para un mixer a paletas de tipo horizontal (Fuente: Kansas State University).*

Se sugiere como óptimo que el coeficiente de variación (CV), entre muestras de una misma mezcla no supere el 10 %. En el caso del ejemplo, el CV fue del 22 %, con la localización 1 (0. 24 %), muy baja y la 9 (0.64 %), demasiado alta en concentración de sal, lo que indica que la mezcla debería ajustarse apropiadamente, no solo en tiempo de mezclado sino en reordenamiento del ingreso de los ingredientes (en este caso los minerales), en el proceso de carga.

Tabla 16-4 *Variaci n de 10 muestras tomadas siguiendo el esquema de muestreo, respecto de la concentraci n de sal.*

Localización	% sal (cloruro de sodio)
1	0.24
2	0.51
3	0.55
4	0.42
5	0.59
6	0.55
7	0.59
8	0.59
9	0.64
10	0.55
Promedio:	0.523
Desviación estándar:	0.1156
Coeficiente de variación:	22.10%



Figura 16-42 *Toma de muestras de una misma mezcla directamente en el momento justo de su descarga en el comedero.*

Otra forma operativa sencilla para evaluar la mezcla y la bondad de los tiempos de mezclado, sobre todo para mixers de tipo vertical, es la de tomar distintas muestras de una misma mezcla directamente en el momento justo de su descarga en el comedero (Figura 16-42), a tiempos y sitios regulares, de modo de contar con un set representativo del contenido y tipo de descarga del equipo (al menos 10 muestras de 300 a 400 gramos, una cada 10 a 12 metros lineales). Las muestras se proceden luego a su análisis individual, para el elemento o variable seleccionados.

1.8.3 c. M todo de evaluaci n de la homogeneidad del tama o de la part cula utilizando el separador "Penn State"

Con los procedimientos de toma de muestras antes mencionados (en mixer o durante su descarga), el grado de homogeneidad de la mezcla, referido a la distribución de las partículas de los ingredientes, puede ser determinado a través del separador de partículas Penn State (Universidad de Pensilvania, USA), utilizando la metodología propuesta por Jud Heinrichs, (2002).

Este dispositivo compuesto por bandejas con distintos tamaños de orificios, tiene como objetivo determinar la distribución de las partículas del o los alimentos, esto último para el caso de dietas parcial o totalmente mezcladas, según su tamaño y la relación entre ellas.

Se usan estos resultados porcentuales de relación de tamaños de las partículas, para la formulación de dietas y resolver problemas nutricionales.

Con el Separador de partículas "Penn State" (Figura 16-43) se pueden evaluar los tamaños de las partículas de distintos forrajes o mezclas, como es el caso de:

- **Silajes**, por ejemplo en el momento en que se está realizando el picado del material, para determinar los ajustes necesarios de velocidad en rolos alimentadores de la picadora.
- **Heno picado**, durante el desmenuzado de rollos o fardos ya sea por la moledora o en el mixer.
- **Raciones totalmente mezcladas** (TMR) o parcialmente mezcladas (PMR), para determinar los tiempos de mezclado más adecuados.



Figura 16-43 *Separador de Part culas "Penn State", para evaluar tama os y distribuci n de part culas en henos, silajes y dietas TMR.*

El separador de partículas contiene originalmente un set de 3 bandejas (Figura 16-44), dispuestas en el siguiente orden:

- **Bandeja superior:** con orificios de 19 mm y retiene todas las partículas mayores a dicha medida.
- **Bandeja intermedia:** cuenta con orificios de 8 mm y retiene todas las partículas entre 19 y 8 mm.
- **Bandeja inferior:** es una bandeja "ciega", quedan allí todas las partículas inferiores a 8 mm.

Se puede incorporar a este set una cuarta bandeja, ubicada entre la media y la inferior, que retiene las partículas entre 1,67 a 8 mm quedando en la bandeja inferior todas las partículas menores a 1,67 mm (Figura 16-45).



Figura 16-44 *Detalle de las tres bandejas del separador de part culas.*



Figura 16-45 *Detalles de la 4ta bandeja incorporada al Separador de Part culas "Penn State", para la evaluaci n de dietas TMR*

Esta bandeja adicional tiene la función de determinar con más detalle las partículas de alimento que se digieren o pasan con mayor rapidez por el rumen, recomendándose su uso principalmente para el caso de dietas TMR.

Metodolog a Penn State (Jud Heinrichs, 2002)

Para su utilización, colocar en la bandeja superior una muestra representativa del forraje tal cual, previamente pesada (aproximadamente 400 g). Las bandejas restantes deben colocarse una bajo la otra, como se indica en la Figura 16-43. Se debería operar sobre una superficie plana, ejecutando sobre el set cinco movimientos enérgicos en sentido horizontal, por cada lateral de las bandejas y luego girándolo un cuarto de vuelta, así hasta completar 2 ciclos. De esta manera se completarán un total de 40 agitaciones, con dos repeticiones por cada lateral (Figura 16-46).

Posteriormente se pesan los materiales de las respectivas bandejas y se calculan las proporciones en cada una. En la tabla 16-5, para el separador de 3 bandejas, se detallan los diámetros de los orificios del set de bandejas, los tamaños de partículas que deberían retener cada una y los valores sugeridos en porcentajes de las partículas que deberían quedar retenidas en cada una, según sean henos o henolajes trozados por moledoras de rollos o mixer, material picado para silaje o producto de una mezcla de ingredientes para TMR o PMR.

De tratarse de dietas TMR o PMR, si en la bandeja media queda retenida una alta proporción de granos (enteros o partidos) u otros concentrados (expeler) entonces será necesario realizar cambios en



Figura 16-46 *Utilizaci n del separador de part culas "Penn State". Todos los movimientos deben ser horizontales y en rgicos con un desplazamiento de entre 17 y 20 cm.*

Proporciones sugeridas en cada bandeja, como % de las part culas retenidas. (*) Mayor a grano partido. (**) Lecheras con producci n mayor a 30 l/vaca/d a.

Tabla 16-5

Proporciones orientativas en % de partículas								
						TMR		
Set de 3 bandejas	Diámetro de orificio	Tamaño de partículas retenidas	Trozados		Silaje de Maíz o Sorgo	Lecheras	Lecheras alta producción (**)	Feed Lot
			Henos	Henolaje				
Superior	19 mm	> a 19 mm	15-20	10-20	10-15	5-10	10-15	3-10
Media	8 mm	8-19 mm	60-70	60-70	40-50	40-50	50-60	40-50
Inferior	Ciega	< a 8 mm	15-20	30-35	40-50 (*)	40-50	>30	35-40

Porcentajes recomendados retenidos en las cuatro bandejas. Adaptado de Heinrich y Kononoff 2002.

Tabla 16-6

Set de 4 bandejas	Tamaño de partículas retenidas	silaje de Maíz	Silaje de Alfalfa	TMR
Bandeja Superior	>19	8% si es único forraje 3% si no es único forraje	10-15%	2-8%
Bandeja Media	8-19 mm	45-65%	45-75%	30-50%
Bandeja Inferior	1,67-8 mm	30-40%	20-30%	30-50%
Última bandeja	>1,67 mm	>5%	>5%	>20%

los trabajos sobre estos ingredientes para evitar su fuga del tracto gastrointestinal sin ser digeridos.

Si se trabaja con el set de cuatro bandejas, las proporciones de materiales recomendados para cada bandeja se representan en un ejemplo en la tabla 16-6, para el caso de vacas de alta producción. Los diferentes tamaños de las partículas de los alimentos que llegan al rumen de las vacas se distribuyen en estratos cumpliendo funciones importantes que benefician la salud del rumen y el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos.

Las partículas más grandes, las mayores a los 19 mm, forman el filtro ruminal y son las que presentan el mayor efecto para estimular la rumia y la formación de ácido acético, que finalmente se refleja en los contenidos de grasa butirosa. El filtro formado retendrá al resto de las partículas más pequeñas, facilitando la exposición para la degradación por parte de los microorganismos del rumen, evitando así que se depositen en el fondo del rumen sin ser aprovechadas adecuadamente.

Las partículas retenidas en la bandeja media, partículas entre los 8 y 19 mm presentan una moderada tasa de digestión. La nueva bandeja que se incorporó como ya se mencionó, retiene las partículas entre 1,67 y 8 mm, que presentan una tasa de digestión mayor. Y finalmente, en la última bandeja ciega, quedan todas las partículas que tienen una mayor tasa de digestión.

1.8.4 d. M todo emp rico

Para evaluaciones rutinarias y rápidas de campo, se puede recurrir a método empíricos, de estimaciones "visuales". El método visual (subjetivo), se trata de "hacer el ojo", para determinar el tiempo final en que se ajustará el mezclado. Consiste en agregar como último ingrediente a la mezcla un alimento "marcador" de fácil identificación, como por ejemplo la semilla de algodón. Para obtener buenas correlaciones y ajustar bien el ojo, se debería antes tomar como referencia un método objetivo, como el de "homogeneidad del tamaño de la partícula". El consejo final sería el de efectuar algún control objetivo cada vez que una nueva formulación se desarrolle, para evitar sorpresas.



Figura 16-44 *Evaluaci n de la funci n distribuci n de las raciones en comederos*

1.9 Evaluaci n de la funci n distribuci n de las raciones en comederos

Para evaluar la distribución homogénea de la ración se determina la cantidad de material entregado por metro lineal de avance en 15 puntos distintos de entrega de alimento. Esta prueba debe realizarse sobre una superficie firme, con descarga continua de la ración al piso, manteniéndose una velocidad de avance constante. Previo al suministro se colocarán 10 bolsas (de 1 metro en sentido de avance x 1,75 m) sobre las que se efectuarán posteriormente las mediciones, pesándose el material allí entregado (Figura 16-44).

Se considera distribución homogénea, cuando el desvío estándar de las mediciones de los puntos de muestra a lo largo del comedero, es menor al 10 %.

En esta prueba también se corrobora la homogeneidad de mezcla, realizando en 5 bolsas la operación con el separador de partículas y la balanza de precisión, verificando el desvió estándar de las participaciones relativas de cada estrato.

1.10 Disponibilidad del tractor

En la adquisición de los acoplados mixer, también está comprometida la incorporación de un nuevo tractor al sistema, el cual puede ser determinante y por ello deben estudiarse las alternativas existentes dentro de la explotación, antes de decidir la compra del acoplado mixer.

Cuando en el establecimiento se dispone de un amplio parque de tractores y con diversas gamas de potencia, no existe mayor problema en la determinación del mixer que se va a comprar, ya que su accionamiento no es una limitante.

En algunas ocasiones no se tiene acceso a tractores de gran potencia y el mixer adecuado para ese sistema productivo tiene un alto requerimiento de hp. En esos casos se debe pensar en los equipos que vienen provistos con reductores de potencia, que si bien tienen un valor inicial más elevado, al final de la ecuación, reducen el costo total por permitir su accionamiento mediante tractores más pequeños.



17 Aspectos relacionados a la maquinaria de alimenta- ci n y al manejo nutricional



Con el objetivo de incrementar la eficiencia productiva y hacer un mejor uso de los alimentos, en los ltimos a os los sistemas ganaderos han experimentado una fuerte evoluci n y adopci n de tecnolog as para la preparaci n y distribuci n de raciones, dado que son la variable de mayor impacto en la rentabilidad del negocio, representando cerca del 65 % de los costos totales de producci n, tanto en modelos intensivos como semipastoriles.

Esta mayor adopción de tecnologías de insumos en la alimentación, se ve reflejada en el incremento en la utilización de acoplados mixer equipados con balanzas, tractores con palas y accesorios para la extracción y carga, manipuladores (palas autopropulsadas), personal de dedicación exclusiva a esta tarea, y la designación de distintos espacios e instalaciones donde se ubican los forrajes y co-productos que se necesitan para conformar las raciones. Pero este paquete de insumos hoy requiere ser acompañado con tecnología de proceso, que nos permita darle un aprovechamiento eficiente, para lograr preparar y suministrar una ración balanceada y homogénea con el menor costo operativo posible.

Para lograr este objetivo, es necesario rever el sistema de alimentación, con el que estamos operando en nuestro establecimiento y pensar si la manera de almacenar los ingredientes, de extraerlos y cargarlos en el mixer, la distribución y suministro que hacemos a los rodeos, es la más eficiente.

Es así que surgen preguntas sobre ¿cómo hacer un patio de comidas?, ¿qué tipo de maquinaria se debe utilizar para realizar la extracción y la carga?, ¿qué sistemas usar para el suministro?, ¿qué tipo de mixer y de qué tamaño debo elegir? Estos interrogantes sobre cuestiones de planificación deben

comenzar a ocupar un lugar importante en la toma de decisiones, dado que no solo repercute en la capacidad de trabajo del personal y en el buen uso de la maquinaria, sino que a su vez contribuye a hacer un mejor aprovechamiento de los alimentos y en la digestibilidad de los mismos.

La clave aquí es organizar las cosas de tal manera que la ración que planifica el nutricionista y que escribimos en el papel, para preparar el mixer sea lo más parecido posible a lo que termina comiendo el animal, y todo con el menor costo posible. Hay que entender que este sistema es rutinario, todos los días se debe hacer exactamente lo mismo, para que se vean los resultados en la producción.

1. Patio de comida

Numerosos establecimientos pierden dinero cada día al momento de preparar y suministrar las raciones a sus animales. Las ineficiencias se concentran principalmente en malas prácticas de almacenaje de henos y silos, mal manejo de los forrajes al momento de la extracción, incorrecto orden de carga de los distintos ingredientes y problemas de sobremezclado, falta de planificación en la ubicación de los distintos forrajes y utilización de lugares improvisados, en ocasiones muy distantes del lugar donde se produce la carga del mixer, distancias muy largas entre el patio de comidas y los comederos.

El INTA recomienda un parámetro de eficiencia que es el tiempo de duración de todo el proceso de alimentación, que abarca la extracción, carga, mezclado y suministro de la ración en los comederos. El mismo no deberá superar los 30 minutos. Incurrir en tiempos mayores, implica costos ocultos que elevan los gastos del proceso de alimentación.

Según estudio realizado por INTA Manfredi, considerando que los gastos para preparar y entregar una ración se componen de la mano de obra (16 litros de leche/hora), amortización del tractor y mixer (9 litros de leche/hora), combustible y lubricantes (45 litros de leche/hora), reparación y mantenimiento (6 litros de leche/hora), se puede afirmar que cada minuto que nos demanda esta tarea tiene un costo de 1,26 litros de leche.

Teniendo en cuenta un mixer que prepara y distribuye 6 mezclas por día, reduciendo 10 minutos la duración de cada proceso de alimentación, un establecimiento puede ahorrar en un año el equivalente a 27.725 litros de leche al año. Para alcanzar este objetivo debemos contar con un patio de comida correctamente diseñado, que reduzca las distancias hacia las fuentes de alimentos y hacia el destino de la ración preparada que son los comederos. De este modo se podrán reducir costos en combustible, horas hombre, desgaste de maquinaria y pérdidas de material, entre otros beneficios como un mejor resultado en las mezclas que se traduce en un mejor aprovechamiento por parte de los animales, mejor conservación de los forrajes y coproductos, como así también un incremento en la seguridad para los operarios.

1.1 ¿C mo se justifica un patio de comidas?

La toma de decisión de planificar la construcción de un centro de alimentación en el mediano plazo dependerá de cuál es la meta a lograr, pero los beneficios son contundentes:

1. Se ordena la carga de los diferentes ingredientes, para hacer más eficiente el posterior trabajo del personal.

2. Al tener todos los forrajes concentrados en un solo lugar, podemos asegurarnos el ingreso de los subproductos comprados afuera (burlanda, expeler, afrechillo, cáscara de maní, etc.), aún en los días de lluvia, ya que podemos ubicarlos en lugares de fácil acceso o adecuar el suelo de algunas bolsas con silajes o subproductos, para facilitar las maniobras de extracción.

3. Definir un lugar fijo donde se va a realizar el patio de comidas, permite poder organizar una mejor infraestructura como electricidad, silos para granos y subproductos, galpones con boxes, etc., siguiendo una planificación que no necesariamente requiere que todas las inversiones se realicen en el corto plazo, sino que pueden ir concretándose a mediano plazo, pero siguiendo un programa de inversiones.



Figura 17-1 *A) Camino de acceso al rea de almacenaje de subproductos, protegido con arenas de fundici n. B) Piso compactado y arenado en sector de acceso al silo bolsa, e incluido el propio suelo del silo bolsa para extraer en d as de lluvias o temporales. (Fuente: INTA Rafaela).*

4. Facilita la tarea de alimentación dado que el operario y el mixer trabajan con mayor comodidad aún en épocas climáticamente más difíciles, como el invierno o épocas de temporales.

5. Se reduce el desperdicio de alimento por una mayor eficiencia de trabajo de todo el equipo de maquinaria de extracción, carga y suministro.

6. Posibilita la plantación de cortinas de árboles, que ofrezcan refugio en este sector y brinde resguardo ante fuertes vientos.

1.2 ¿C mo debemos armar un patio de comidas?

El ordenamiento de los patios de comida debe contemplar la planificación de un centro de alimentación que consta de dos sectores (almacenamiento y carga), mas un tercer sector que corresponde al espacio destinado al suministro.

1.2.1 Sector de almacenamiento

Es el lugar donde se ubican los distintos ingredientes. Es importante que este espacio se ubique en un lugar alto y de fácil acceso, sobre todo si tiene que entrar camiones con subproductos semanal o mensualmente. Debe tener electricidad cerca para alimentar la luz artificial y brindar energía a distintos equipos. Se compone de distintos sitios, cuya estructura y diseño, varían dependiendo del tipo de alimento que se trate (seco, húmedo, voluminoso, concentrado, producido en el mismo establecimiento o comprado tranqueras afuera, etc.).

A continuaci n, se detalla cada uno de ellos:

Forrajes conservados almacenados en silos a reos o silos bolsas

Esta categoría comprende a todos los silajes planta entera de maíz, sorgo, pasturas, grano seco, grano húmedo, heno picado y embolsado, etc. Estos ingredientes se caracterizan por producirse normalmente en el mismo campo y a su vez son los que tienen mayor participación en la dieta, por lo cual es muy importante esquematizar su ubicación al momento de la confección, planificando el trabajo que va a realizar la pala diariamente, dado la gran cantidad de maniobras de carga frontal que requiere la carga de los mismos (Figura 17-2). En el caso de establecimientos grandes que utilizan silo bolsa, es recomendable no agrupar todos los silajes de un mismo cultivo, sino hacer baterías agrupando las bolsas de los distintos ingredientes, siempre pensando en disminuir los trayectos que recorre la pala para cargar el mixer.

Silos a reos

Se pueden utilizar para almacenar todos aquellos ingredientes como granos secos, expellers, etc. dando la posibilidad de hacer balanceados caseros en un silo aéreo de menor tamaño, donde se realice el mezclado. A su vez, este tipo de infraestructura brinda la posibilidad de cargar el mixer debajo de los silos aéreos, en forma automática, sin que el operador tenga que bajarse del tractor.

Boxes

Para el caso de los subproductos que no pueden almacenarse en silos bolsas como semilla de algo-



Figura 17-2 *Silos bolsas ubicados pr ximos al lugar de carga del mixer.*





Figura 17-3 *Uso de boxes o galpones con compartimentos, de tal manera de tener almacenados y disponibles los distintos subproductos en este sitio y poder cargarlos directamente con la carga frontal.*

dón, cascara de maní, burlanda, el heno ya procesado, etc., es conveniente el uso de un galpón compartimentado, de forma tal de tener almacenados todos los productos en este sitio y poder cargarlos con la carga frontal (Figura 17-3). Para dimensionar correctamente galpones compartimentados, con el objetivo de la conservación de los distintos subproductos, es importante conocer cuántos kilogramos entran en 1 m^3, para de esta manera logra un mejor diseño y dimensionamiento.

Las densidades de los diferentes productos es la siguiente: Pulpa de cítricos 800 a 850 kg/m^3, Heno de alfalfa molido 500-550kg/m^3, semilla de algodón entera 350-450kg/m^3, Pellets de girasol 450-500kg/m^3, Pellets de soja 450-500kg/m^3, Grano de Maíz 600-650kg/m^3, Grano de Avena 500-550kg/m^3, Grano de Cebada 600-650kg/m^3.

Henos

Estos pueden ser estibados en un lugar más alejado y dejar para la carga de mixer uno de los boxes del galpón con compartimentos, el cual se abastece periódicamente.

Recordar que en el caso de los rollos almacenarlos pegados por sus caras planas, formando filas orientadas en la misma dirección de los vientos predominantes, lejos de los árboles y separadas entre sí. Siempre colocar sobre pallets o postes y cubrir con algún tipo de cobertura. Los megafardos estibarlos bajo galpón o tinglado. En caso de cubrirlos con lona, hacerlo 4 días después de que se hayan confeccionado, para evitar la condensación de la humedad alrededor del plástico (Figura 17-4).





Figura 17-4 *Formas seguras de estivado de rollos a la intemperie.*

1.2.2 Sector de carga

Es el espacio de tránsito, donde la pala realiza la extracción de cada uno de los ingredientes que conforman la ración y la carga dentro del mixer.

Es recomendable prever la construcción de una rampa con una pendiente del 10 %, para ubicar el mixer y facilitar el trabajo de carga del mismo con la pala. A mediano plazo se puede planificar la construcción de pisos más consolidados sobre los cuales se produce el tránsito de estos equipos (Figura 17-5). La elección de los mismos va a depender de la durabilidad deseada y del capital disponible y las opciones más utilizadas son:

Cemento

Son de costo elevado pero los más duraderos. Es la mejor opción para los espacios con alto tránsito de maquinaria dado que facilita mucho el movimiento de estas.

Ripio

Puede usarse el ripio que se utiliza para las calles, ya que es más barato que el cemento y brinda muy buenas prestaciones y durabilidad. Otra opción es el que se saca del destape de las canteras, ya que no posee rocas graníticas, que dañe los neumáticos.

1.2.3 Sector de suministro

Es el lugar donde se encuentran los comederos o pista de alimentación. En el caso de sistemas más intensivos, deben ubicarse próximos al patio de comida, con el objetivo de disminuir las distancias que recorre el mixer.

2. Extracci n y suministro de silaje

Del total de pérdidas de cantidad y calidad de MS producidas en el proceso de ensilaje, más del 40 % son debidas a deterioros ocurridos en el momento de la apertura del silo y durante el suministro del mismo.

Como regla de oro y anticipando los conceptos que serán detallados en este capítulo, se puede adelantar que para hacer eficiente el proceso de extracción de silaje, se deben respetar dos preceptos:

1. Se debe extraer de la cara expuesta del silo, entre 30 y 40 cm diarios.

2. Todo el material extraído debe ser consumido dentro de las 24 h.

Estas consideraciones tendrán incidencia directa en la calidad que realmente reciban los animales, al momento de consumir el forraje ensilado y además el impacto directo sobre el costo de alimentación, considerando que cualquier tipo de pérdida, ya sea de cantidad o calidad (como disminución de digestibilidad por oxidación de carbohidratos solubles) va a repercutir en la performance de los rodeos.



Figura 17-5 *A) Preparaci n inicial del camino central elevado y posterior ripiado, antes de armar corrales de suministro. B) Corrales de suministro en sus costado, con bateas provisorias (tambores pl sticos de 200 litros, en mitades).*

El deterioro aeróbico ocurre cuando el material ensilado es expuesto al aire, cambiando la composición química, pH y temperatura, alterándose tanto la calidad como la cantidad de forraje (Figura 17-6).

Los hongos, levaduras y bacterias presentes en el silo, consumen los hidratos de carbono del forraje y los productos finales de la fermentación, produciendo dióxido de carbono, agua y calor.

Como resultado de estos procesos existe un aumento de la temperatura y el pH, pérdida de nutrientes e incremento en los porcentajes de FDN y FDA, con la consiguiente disminución del potencial de consumo, digestibilidad, y por consiguiente energía disponible en el forraje suministrado (Figura 17-7).

Cuando existe proliferación de hongos en los forrajes dañados, el inconveniente más grave es que este material presenta elevadas concentraciones de micotoxinas y en algunos casos hasta estrógenos pudiendo ocasionar abortos en animales con preñez temprana, alimentados durante periodos prolongados con este tipo de alimento, además de reducir la resistencia a infecciones, particularmente la mastitis.

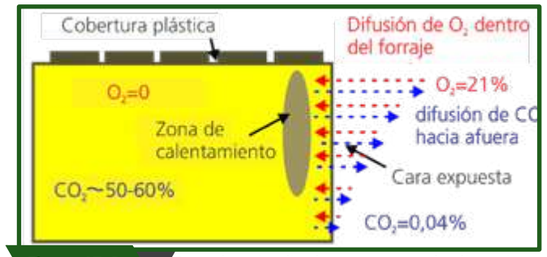


Figura 17-6 *Corte longitudinal que muestra la din mica de calentamiento de un silo a reo*

Ingreso de O_2	■ Las levaduras degradan el ácido láctico ■ Generación de CO_2, H_2O y calor
Incremento de población de levaduras	■ Incremento de pH ■ Hongos y bacterias indeseables aumentan su población
Deterioro masivo	■ Pérdida de palatabilidad y consumo ■ Incremento de micotoxinas, ácido butírico, toxicidad

Figura 17-7 *Secuencia de deterioro de los silajes ante la presencia de ox geno*

Cómo funciona un patio de comidas

El balance entre fibra, proteína y energía es clave para la alimentación en sistemas ganaderos intensivos. Con el uso de patios de comidas y un correcto manejo en la elaboración y suministro de una dieta con ración totalmente mezclada (TMR), el INTA promueve tecnologías para lograr una buena nutrición y aumentar la eficiencia productiva.

ACOPIO DE FORRAJES Y MATERIA SECA

El objetivo de un patio de comidas es optimizar la elaboración de una dieta balanceada. Así se reducen los tiempos operativos y las pérdidas durante el almacenaje y suministro.

BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAJE

Con la mayor industrialización de granos en el lugar de origen, los forrajes tradicionales sumaron nuevos ingredientes, por ejemplo la burlanda, expeller, harinas, etc.

El manejo adecuado de cada ingrediente, con técnicas y herramientas específicas, mejora sustancialmente la rentabilidad.



SILOS BOLSA
Pastura, grano de maíz molido, hearlaje -espigas de maíz-, heno picado, etc.

Los ingredientes de la dieta deben ubicarse equidistantes a la rampa de mezclado.

BOXES
De recarga semanal.

LÍNEAS DE ROLLOS

Estibar en filas orientadas de norte a sur, lejos de los árboles.

Se deben cubrir y colocar sobre palets o postes.

PALAS Y EXTRACTORES
Con complementos específicos para facilitar la carga.

PROCESADO DE FIBRA

El heno aporta la fracción de fibra necesaria en la dieta. Los rollos y fardos deben procesarse previamente para obtener el largo de fibra deseado.

MEGAFARDOS

Se puede desmenuzar el rollo con menor potencia y ahorrar combustible:

1. Verificar el estado de las cuchillas.
2. Colocar el rollo apoyando la cara curva contra las cuchillas.
3. Retirar las trabas.
4. Poner el mixer en funcionamiento 3 minutos a 330 rpm, unas 1.300 rpm en el motor del tractor.
5. Colocar las trabas.
6. Elevar las vueltas de la toma de potencia a 420 rpm, unas 1.800 en el motor del tractor.
7. Detener la operación cuando haya logrado el largo de fibra deseado.

(!!) NOTA: A fin de mejorar la visualización de la escena, en la ilustración se quitaron los techos de la segunda fila de boxes.

ELABORACIÓN DE LA DIETA BALANCEADA

Los mixers se utilizan para elaborar raciones totalmente mezcladas (TMR) y combinan cantidades controladas de ingredientes en una mezcla homogénea.

SILO TORTA DE MAÍZ O SORGO

Se diseña para extraer de la cara expuesta el consumo diario, en una capa de entre 30 y 40 cm.

EL MIXER

Existen dos sistemas: de mezcla horizontal y de mezcla vertical. Es recomendable que cuente con:

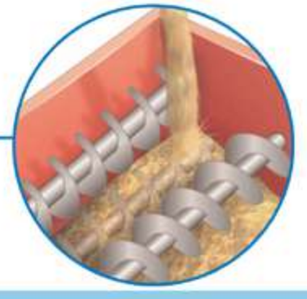
- Balanza electrónica, con señal acústica o visual.
- Computadora con memoria de raciones e ingredientes.
- Transmisión remota de datos en tiempo real.

Los ingredientes deben ser volcados en el mixer en cantidades exactas y en un orden determinado:

1. Heno y henolaje.
2. Silajes de pastura y/o sorgo forrajero.
3. Semilla de algodón, cáscaras, vainas, marlos, etc.
4. Silaje de maíz o sorgos graníferos.
5. Granos húmedos, gluten feeds, hez de malta, etc.
6. Granos secos partidos.
7. Minerales, vitaminas y aditivos.
8. Ingredientes líquidos.

CISTERNA
Se agrega agua hasta obtener el nivel óptimo de humedad.

RAMPA



MIXER HORIZONTAL

La elección de tipo de mixer depende de los ingredientes usados en el establecimiento.

TIEMPO DE MEZCLADO

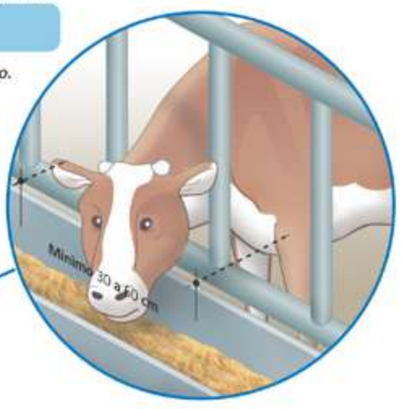
Dentro del mixer los rotores mezclan los ingredientes, en general entre 3 y 5 minutos, para obtener una mezcla homogénea.

SUMINISTRO DEL ALIMENTO

La ración debe distribuirse de forma regular y uniforme a lo largo de todo el comedero. Además, debe llevarse un registro de la cantidad suministrada.

Un patio de comidas operativo permite alimentar al ganado en
40 minutos

La ración preparada con un mixer garantiza que cada bocado consumido tenga una composición nutricional balanceada.



CALLE DE CEMENTO
Una calle central facilita la distribución.

COMEDEROS
Es mejor ubicarlos afuera de los corrales.

EFLUENTES
Por escurrimiento llegan a lagunas de estabilización, para su tratamiento y uso como fertilizante.

VENTAJAS

- Mejor control de consumo por animal.
- Mayor cantidad de ingestas en el día = mejor rumia.
- Menor capacidad de selección del animal.
- Disminución de problemas disgestivos.
- Consumo seguro de ingredientes en bajas dosis.

Infografía: GERARDO MOREL - Ilustración: LEO CÉSAR



Figura 17-8 *En algunos casos se evidencian las altas temperaturas, pero siempre es causa de p rdidas de energ a en el silo.*

La estabilidad aeróbica o "vida del silo" es el tiempo que el silaje permanece con temperatura normal cuando está siendo expuesto al aire y el proceso de calentamiento puede observarse en forma práctica en invierno o en días frescos (Figura 17-8), con la condensación del vapor de agua generado, formando una neblina localizada.

Puede variar éste proceso en aparecer desde menos de una hora hasta varios días, teniendo en cuenta que lo ideal es que no se exponga el material más de 24 h, siendo afectada la estabilidad por diversos factores, tales como:

- **Presencia de Ox geno:** la tasa de crecimiento de los microorganismos aeróbicos decrece cuando el nivel de oxígeno es inferior al 5 % (se debe tener en cuenta que en el aire existe un 21 % de oxígeno). Cuando las condiciones de ensilado permiten la entrada de O_2, por un bajo nivel de compactación y sellado deficiente, se favorece el crecimiento de estos organismos y se acorta la vida del silo cuando se lo abre.
- **Presencia de di xido de carbono:** el CO_2 inhibe el desarrollo de organismos aeróbicos, especialmente cuando la concentración excede al 20 %.
- **Cantidad de microorganismos aer bicos:** a mayor cantidad de microorganismos presentes en el silo, más rápido será el deterioro causado por el aire. Los silajes mal tapados permiten la multiplicación de estos microorganismos durante el almacenaje.
- **Contenido de MS del cultivo:** cuando mayor es el porcentaje de MS del silo, resulta más difícil la compactación del mismo y es por ello que existe una mayor tendencia al calentamiento.
- **Temperatura:** las altas temperaturas durante el proceso de confección, el almacenaje y la extracción, incrementan la velocidad de multiplicación de los microorganismos y esa es una de las razones por las cuales el silaje es más inestable en temporadas de alta temperatura. Sin embargo, la mayoría de los microorganismos mueren cuando las temperaturas superan los 43ºC , teniendo en cuenta que antes de llegar a esos rangos de temperatura ya produjeron daño.
- **Especies ensiladas:** los silajes de leguminosas son más estables que los de gramíneas, debido aparentemente a una mayor concentración de ácido acético, el bajo contenido de azúcar residual después de la fermentación y la producción durante la fermentación de compuestos que mejoran la vida del silaje.
- **Concentraci n de fermentos cidos:** los producidos durante la fermentación (láctico, acético y butírico), suprimen el crecimiento de los microorganismos, especialmente cuando se combinan con un pH bajo. Los cultivos con alta capacidad buffer, como las leguminosas, son mucho más estables en la presencia de aire, en contraposición del silaje de maíz, que por tener baja capacidad buffer tiende a tener menos estabilidad.

2.1 Factores influyentes en la estabilidad y/o calidad del silaje durante la extracci n y suministro

A continuación, se detallan algunos puntos relevantes a la hora de predecir el comportamiento del silaje a utilizar, de manera de poder establecer un protocolo preventivo de su uso y evitar pérdidas excesivas.

2.1.1 Dimensionamiento del silo

Cuando se programa la construcción de un silo y principalmente los aéreos, se debe hacer un análisis previo sobre el consumo del mismo. Así es importante tener en claro cuántos animales comerán diariamente y cuántos kg por animal serán suministrados.

De esa manera y considerando una densidad promedio de 630 – 650 kg por metro cúbico se podrá tener una idea estimativa de cuál será el perfil a extraer de todo el frente de ataque de esa manera determinar si será suficiente para poder extraer siempre material, que no haya sido excesivamente degradado por el oxígeno del aire.

A continuación, se muestran algunos métodos de cálculo que ayudarán a tomar las decisiones adecuadas, al momento de realizar diferentes cálculos en referencia a una extracción eficiente.

Determinaci n del consumo de MS de silaje

Para alimentar un rodeo de 180 vacas, con un solo suministro diario, se extraen 30 cm de la pared expuesta de un silo que tiene 7,2 m de ancho por 3,5 m de altura, la densidad de silaje es de 240 kg de MS por metro cúbico. ¿Cuánto come diariamente cada vaca?

$$\text{consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)} = \frac{\text{Ancho del silo} \times \text{Altura del silo} \times \text{m/día de alimento}}{\text{N° de vacas}} \times \text{Densidad MS}$$

$$\text{consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)} = \frac{7{,}2\ \text{m} \times 3{,}5\ \text{m} \times 0{,}30\ \text{m}}{180} \times 240\ \text{kg/m}^3$$

$$\text{consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)} = 10{,}08\ \text{kg de MS de silaje/día}$$

Determinaci n del n mero de vacas a alimentar con silaje

Se decide alimentar con 10,08 kg de MS de silaje por día y por vaca de un silo de 7,2 de ancho y 3,5 m de altura sacando 0,30 m de la pared expuesta. ¿Cuántas vacas podremos alimentar diariamente con esa tasa de extracción?, teniendo una densidad de MS de 240 kg/m³

$$\text{Número de cabezas} = \frac{\text{Ancho del silo} \times \text{Altura del silo} \times \text{m/día de alimento}}{\text{consumo de MS/vaca/día}} \times \text{Densidad}$$

$$\text{Número de cabezas} = \frac{7{,}2\ \text{m} \times 3{,}5\ \text{m} \times 0{,}30\ \text{m}}{10{,}08\ \text{kg/día}} \times 240\ \text{kg/m}^3$$

$$\text{Número de cabezas} = 180$$

Determinaci n del espesor de la pared del silo a extraer

Se decide alimentar a 180 vacas con 10 kg MS/día de un silo de 7,2 m de ancho por 3,5 m de altura. ¿Cuantos cm de la pared del silo se necesita extraer diariamente?, la densidad en MS del silo es de 240 kg/m³

$$\text{espesor de la capa de silo a extraer} = \frac{\text{N° de cabezas} \times \text{Consumo MS/vaca/día}}{\text{Densidad del silo MS} \times \text{Ancho del silo} \times \text{Altura del silo}}$$

$$\text{espesor de la capa de silo a extraer} = \frac{180 \times 10\text{kg}}{240\ \text{kg} \times 7{,}2\ \text{m} \times 3{,}5\ \text{m}}$$

$$\text{espesor de la capa de silo a extraer} = 29{,}7\ \text{cm}$$

La reducción de la tasa de extracción incrementa las pérdidas debidas al desarrollo de levaduras, hongos y bacterias aeróbicas. Esto además, disminuye el consumo de MS. Por ejemplo, cuando el silaje de maíz que había sido expuesto por 4 días fue suministrado a vacas lecheras, el consumo de MS cayó un 39 %, de 27 kg a 16 kg por día. La tasa de extracción está en función del número de animales que están siendo alimentados, la cantidad de silaje presente en la dieta y el diseño del silo.

Por lo tanto, el diseño de la estructura y las medidas del silo deberían ser manejados en función de la tasa de extracción, para minimizar las pérdidas durante el aprovechamiento del silo.

El manejo de la cara del silo, es importante para controlar el deterioro aeróbico del forraje conservado. Los silajes sueltos o poco compactos son más porosos y posibilitan la entrada de gran cantidad de aire al interior, favoreciendo el desarrollo de bacterias aeróbicas y "acortan la vida del silo".

Si se mantiene la cara firme y se recolecta el material que se suelta durante la extracción, se pueden minimizar las pérdidas aeróbicas del silo, aumentando su potencial de consumo, con la consiguiente disminución del costo total del mismo.

Por otra parte, es importante considerar las experiencias realizadas en el estudio de los niveles de pérdidas de los silos aéreos con diferentes tasas de extracción, independientemente de la densidad y la MS de los mismos.

De acuerdo a trabajos realizados en la Universidad de Michigan State, cuando se trabaja sobre tasa de extracción de 30 cm las pérdidas son aceptables pudiendo no superar niveles entre el 3 y el 4 % (Figura 17-9).

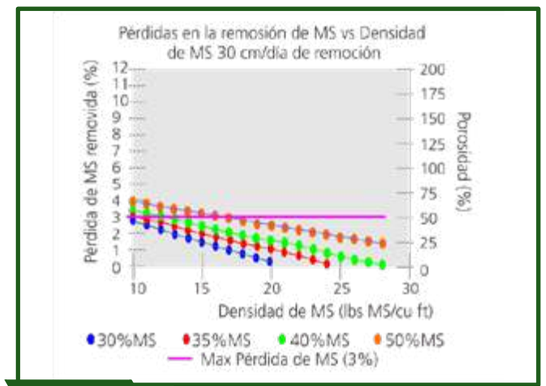


Figura 17-9 *P rdidas en la remoci n de MS vs Densidad de MS 30 cm/d a de remoci n.*

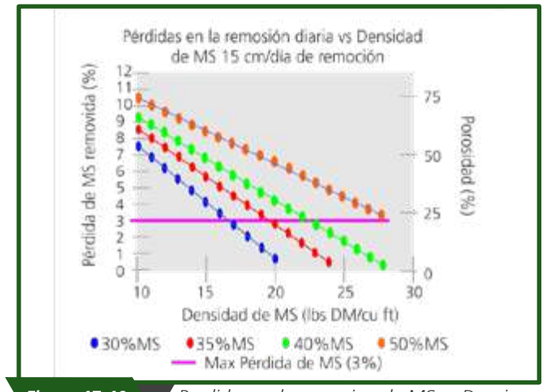


Figura 17-10 *P rdidas en la remoci n de MS vs Densidad de MS 15 cm/d a de remoci n.*

En tanto que cuando en el mismo material analizado, si la tasa de extracción se reduce a 15 cm por día, los niveles pueden alcanzar hasta el 10 o 12 % (Figura 17-10).

2.1.2 Estado de madurez del cultivo:

Los silajes producidos sobre materiales inmaduros, principalmente si son energéticos como el maíz y sorgos doble propósito y/o graníferos, tendrán mayor cantidad de carbohidratos solubles sin fermentar, por lo que ese material será más inestable ante la presencia del oxígeno del aire.

Por esta razón siempre es conveniente (en el caso que las condiciones climáticas así lo permiten), esperar hasta alcanzar un estadio de madurez avanzado y óptimo para sumar un factor más de conveniencia, sumado a la mayor energía aportada por los granos y una correcta fermentación.

Por el contrario, si los materiales ensilados tienen una MS más elevada, como maíces con alta concentración de almidón en el grano o silajes de pasturas, pueden tener una fase acética en su desarrollo fermentativo que los haga más estables, pero siempre se debe considerar la uniformidad de picado, ya que los materiales con altas concentraciones de MS tienden a ser más porosos, debido a lo cual el oxígeno del aire puede penetrar una capa más espesa, por lo que habrá que considerar un perfil de extracción mayor para disminuir el deterioro aeróbico.

2.1.3 Temperatura ambiente:

Cuando se habla de una tasa de extracción ideal de entre 30 y 40 cm, se debe considerar que esto es en términos promedio, dado que a mayor temperatura habrá mayor actividad microbiana. Debido a esto cuando se trabaja suministrando materiales ensilados en épocas frías, se puede ser más elásticos en esos niveles, mientras que si las temperaturas ambiente son elevadas, se debe ser más estricto en los protocolos y metodologías de trabajo.

Es de suma importancia que estos factores tengan la menor incidencia posible en la calidad del silo, para lo cual se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **C lculo del consumo diario del rodeo a suplementar:** para extraer y suministrar solo la cantidad de silaje, que se consumirá en cada operación de suministro. Nunca debería permanecer silaje fresco en los comederos más de 24 h.
- **Utilizaci n de un sistema mec nico de extracci n:** teniendo en cuenta que este realice la mínima alteración posible de la pared expuesta y la masa de silo, para minimizar la entrada de oxígeno a esta última.
- **Programaci n de la arquitectura del silo (ancho y altura de la pared expuesta), de acuerdo al consumo diario:** tratando siempre de extraer no menos de 30 cm o 40 cm por día de la pared expuesta. Generalmente se comete el error de diseñar los silos con un frente expuesto excesivamente ancho y con poca altura, en vez de hacerlos angostos y altos para ofrecer menos superficie de pérdidas en el almacenaje y en la pared expuesta durante el suministro. Cuando el cálculo de extracción indica que se deben hacer silo demasiado angostos y esto no es posible, se lo debe construir de un ancho que sea múltiplo del resultado arrojado por ese cálculo.
- **Los muestreos y el an lisis se deben realizar una vez estabilizado el material:** teniendo en cuenta que los silos aéreos demoran más tiempo que los silos embolsados, para alcanzar la estabilización definitiva. Este tiempo, también depende de la especie ensilada y es por ello que conviene esperar mayor cantidad de días cuando se trata de silos de leguminosas, con respecto a los de gramíneas. En líneas generales, se deberá esperar alrededor de 40 días para asegurarse la estabilización del forraje ensilado, a los fines de que los análisis reflejen la calidad de alimento que recibirán los animales, durante el suministro.

La obtención de un correcto resultado de los análisis, resulta de suma utilidad debido a que se podía conocer con bastante aproximación la potencialidad productiva del silo, sirviendo como herramienta de planificación para el cálculo de raciones, sobre la base de los demás recursos forrajeros disponibles.

En la toma de muestras, por lo general se elige el sector medio de los silos, en el que la calidad es óptima y es por ello que los análisis de laboratorio por lo general indican buenas calidades, debido a que no toda la masa del silo presenta dicha calidad, por efecto de los desperdicios ocasionados durante la confección y almacenaje, más las fases de transición con calidades intermedias. Es importante que los porcentajes de pérdidas sean considerados para la estimación de la MS disponible, a los fines es que el presupuesto forrajero no se vea afectado por una mala observación del volumen útil de forraje.

Una vez iniciado el suministro, para balancear la dieta y tener datos exactos del valor nutritivo del alimento proporcionado a los animales, se deben sacar muestras de los comederos para una determinación de calidad mediante análisis químicos, conociendo de esta forma el nivel de pérdidas que se producen durante la extracción y suministro, obteniendo un dato más real de la respuesta animal esperada.

Con respecto al método de extracción y acondicionamiento de la muestra será tratado en el capítulo correspondiente, pero a modo de adelanto se pude decir que lo más importante es que la misma debe ser representativa, procurando alterarla lo menos posible durante la extracción para evitar mayores incidencias por contacto con el oxígeno.

2.2 Errores m s comunes al momento de la extracci n del silaje

Dentro de los errores más comunes que se observan en la generalidad de los casos, en donde los índices de pérdidas superan los límites aceptables, se pueden citar los siguientes.

2.2.1 Falta de dimensionamiento del silo

Dado que, en el período de picado, suelen superponerse varias actividades o bien si no se realizó un trabajo predictivo y de coordinación con el equipo de picado, es factible que este último trabaje de acuerdo a las dimensiones que más le conviene para tener una alta capacidad de trabajo, lo cual irá en detrimento de la tasa de extracción que se detalló anteriormente.

Por esta razón se debe considerar al silaje como un forraje que además de ofrecer un ingrediente en la dieta, ayuda a hacer un trabajo de protocolos de trabajo, siguiendo un orden de planificación mandatorio a los fines de que desde la planificación de siempre hasta el consumo por parte de los rodeos, siga un ordenamiento acorde a la escala productiva.

2.2.2 Falta incorporar un buen presupuesto forrajero

Como veremos más adelante, cuando no se considera un presupuesto forrajero haciendo asignación de recursos por rodeos y por zonas productivas del campo, se puede caer en el error de traer de otras zonas del campo, favoreciendo la sobreexposición al aire una vez iniciado su período de uso.

2.2.3 Carga anticipada del silaje

Cuando se trabaja en explotaciones grandes y sobre todo en producción lechera, es común ver que algunos tambos pueden quedarse sin stock de silo y para minimizar el número de viajes se acumula stock de silajes en celdas al aire libre, para días sucesivos. A tal efecto nunca se debe dejar de considerar que; una vez que el silaje se extrae de su estructura del almacenaje, comienza el proceso de deterioro aeróbico, cuanto más tiempo se demore en su consumo.

Para tal efecto es bueno considerar que si se estima una superficie de maíz, la pérdida de 0,1 Mcal/kg MSD, contendrá la energía necesaria para la producción de entre 65 y 70 kg de carne, con la pérdida económica que eso significa.

A tal efecto es que siempre será conveniente realizar un exhaustivo trabajo de planificación y cuando haya que trasladar material de una explotación a otra, minimizar el tiempo de exposición del forraje y no almacenarlo para el día siguiente.

2.2.4 Errores en el manejo de las herramientas de extracci n.

Si bien en puntos sucesivos se tratará más en detalle el uso de las herramientas para la extracción del silaje, es primordial poder destacar la importancia que tiene el manejo de las herramientas y principalmente las palas cargadoras, considerando que éstas son las que predominan para este tipo de tareas.

A tal efecto, se deben considerar dos puntos fundamentales:

Manejo de la pala frontal de carga:

En relación a este punto de manejo de las palas, comúnmente se comete el error de atacar el fren-

te del silo clavándola desde el suelo hacia arriba y a partir de allí poder maniobrar con los comandos hidráulicos, para cargar el material compactado.

El problema es que en esta operación se desagrega el material aledaño que queda en el silo para los días sucesivos, incrementando la tasa de entrada de aire y por consiguiente el deterioro del forraje por la oxidación de nutrientes, disminuyendo la energía metabólica disponible, la digestibilidad y la productividad del forraje conservado.

La forma adecuada del manejo de las palas es: raspar la cara del silo de arriba hacia abajo, desagregando material, sin alterar la estructura de la pared expuesta para luego levantar ese material, a los fines de cargarlo en los carros para racionar y/o mixers.

Esta forma de trabajo trae una ventaja adicional, dado que no se genera el patinado de los neumáticos de los tractores, especialmente en condiciones de falta de piso en épocas de lluvia (Figura 17-11). Preservándose el suelo para el tránsito, potenciando la capacidad de trabajo y se minimizan los costos de mantenimiento de estructura.

Cuando se trabaja de esta manera en la extracción de silaje, es muy importante suministrar todo el material que fue desagregado de la estructura de almacenaje (silo), dado que el mismo ya inició su fase aeróbica y por lo tanto su deterioro.

Un error común es desagregar material en exceso esperando el regreso de los acoplados para la distribución de las raciones (Figura 17-12), produciendo sobreexposición innecesaria del forraje al oxígeno del aire, con las consiguientes pérdidas que esto ocasiona.



Figura 17-11 *Operaci n con pala frontal levantando el material previamente desagregado. Obs rvese los neum ticos limpios, a pesar de estar pisando suelo h medo.*



Figura 17-12 *Obs rvese la cantidad de material desagregado en la base del silo, el cual ya inici la fase de descomposici n aer bica.*

Por último y en relación al manejo de las palas, se debe considerar que cuando se trabaja con la mezcla y carga de elementos secos y molidos, como núcleos o granos secos molidos, con forrajes húmedos, algunas veces se puede observar en los baldes, la presencia de material viejo compactado y/o aglomerado.

Es importante limpiar o rasquetear los baldes ya que éste luego puede desprenderse y caer dentro de la ración, lo cual no es aconsejable debido a que seguramente ha desarrollado hongos y por lo tanto mico toxinas (Figura 17-13), originando trastornos a nivel ruminal en al caso de ser ingeridos por los animales.

3. El tractor "ganadero"

En la decisión de la compra de un equipo para uso en establecimientos ganaderos, tanto de leche como de carne, se deben considerar algunos factores como el cálculo de la escala productiva que pueda hacer rentable la inversión, los días de uso anual y la intensidad de uso diario, el equipamiento del tractor, el grado de capacitación de los operarios para el manejo, el cuidado de los equipos, etc.



Figura 17-13 *Detalle de problemas de grumos de material con exceso de hongos y/o micotoxinas.*

La mecanización debe estar al servicio de la empresa ganadera y es por ello que tiene que estar dimensionada de acuerdo al silo y a la cantidad de forraje que sea necesario suministrar diariamente y a lo largo del año. Dentro de las virtudes que se buscan en este tipo de equipos, utilizado fundamentalmente para la extracción y suministro de forrajes conservados, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos. Como dato orientativo para el cálculo en el trabajo, se considera que un metro cúbico de silaje de maíz o sorgo promedio puede pesar entre 650 y 750 kg/m³, dependiendo del nivel de MS, la compactación lograda durante su confección y el contenido de grano al momento de ser picado.

Siempre es necesario y conveniente, hacer una medición de esta densidad, para no fallar en los cálculos. Actualmente hay tendencias en las que se trata de lograr silos de entre 850 y 900 kg/m³, pero se debe hacer un buen análisis del costo de confección para evaluar su conveniencia.

Dentro de las virtudes que se buscan en la maquinaria utilizada para la extracción, se deben destacar las siguientes:

- **Versatilidad:** para trabajar correctamente extrayendo silaje de pasturas de maíz y sorgo picado fino de planta entera o bien de grano con alto contenido de humedad, además de permitir otras alternativas de uso.
- **Costo reducido:** el valor de compra no debe tornar prohibitiva su adopción, además de permitir una amortización acorde al modelo productivo en el que se utilice, para no encarecer demasiado el costo por Kg de MSD proporcionado al rodeo.
- **Maniobrabilidad:** este aspecto es de vital importancia, dado que no siempre se cuenta con operarios capacitados para su manejo. Se debe tener en cuenta que algunas veces el operario habitual de la herramienta, puede estar imposibilitado de trabajar, por lo que debe permitir el fácil manejo sin un entrenamiento intensivo.
- **Rapidez de trabajo:** que permita minimizar el tiempo operativo de extracción para alimentar una mayor cantidad de animales con menor costo de inversión y mano de obra.
- **Durabilidad y robustez:** debe ser de construcción robusta y no sufrir desgaste prematuro, dado que en un sistema de producción intensiva, donde el silo es uno de los componentes principales de la dieta, la falta de servicio del extractor puede ocasionar grandes alteraciones al sistema, por lo que los riesgos de roturas deben disminuirse al máximo.
- **Calidad del trabajo realizado:** el equipo debe extraer el material con la menor alteración de la estructura de la pared expuesta, ya que esto supone una aireación en profundidad de la masa del silo, provocando la oxidación del material con pérdidas importantes de cantidad y calidad.

Una forma práctica para estimar las pérdidas de material expuesto al contacto con el aire en el silo, es mediante un termómetro, ya que, por cada 10ºC sobre la temperatura ambiente, se supone una pérdida del 1 % diario del material ensilado.

Si bien en los últimos años se ofrecieron en el mercado innumerable cantidad de herramientas para la extracción del silo, se describirán a continuación las que actualmente tienen mayor adopción, destacando que quizás las más prácticas y versátiles, son las palas frontales, que cuando están bien operadas ejercen una excelente tratamiento a la pared del silo y ofrecen una muy buena versatilidad en su uso multiplicándolo en otras actividades, como por ejemplo limpieza de corrales, construcción de silo, movimiento de tierra, etc.

3.1 Extractores de silo tipo pala frontal, con acople y desacople r pido al tractor

Tal como se dijo anteriormente la mayor virtud para la adopción de las palas frontales es que son sumamente versátiles para utilizarlas en otras actividades o tareas en los establecimientos ganaderos.





Figura 17-14 *Palas frontales cargadoras articulada (arriba) o mini cargadora (abajo).*

Por otra parte estos implemento, presentan un sistema de acople rápido de diferentes tipos de herramientas, para ser montados en su frente dando versatilidad para la carga de rollos de heno, carga de rollos de henolaje, una hoja para compactar durante la confección de los silos o uñas para la carga de fardos pallets de cualquier tipo (Figura 17-14).

Este tipo de máquina suele estar provisto con sistema de transmisión con convertidor o con transmisión hidrostática, donde ambos sistemas eliminan el uso del embrague, lo cual evita tener que embragar constantemente en todas las tareas de extracción de ingredientes y su carga a los carros mezcladores. Además se centralizan los comandos de la pala y el movimiento articulado lateral del cargador, por medio de una palanca dotada con joystick (Figura 17-15).

Estos cargadoras frontales articulados originalmente fueron diseñadas para labores viales, por lo tanto nacieron para trabajos de mayores requerimientos, determinando que las actuales utilizadas para las labores agrícolas, cuenten con suficiente robustez y bajo mantenimiento; haciéndolas de bajo costo comparativo respecto de los tractores agrícolas, los cuales fueron diseñados para trabajar con eficiencia largos trayectos y no para labores, donde la rutina, es girar cargado sobre el tren delantero, en continuo avance y retroceso.

Cuando se toma la decisión de compra de una pala cargadora frontal para acoplar a un tractor, se debe tener en cuenta que el balde no pase demasiado lejos del frente del tractor.

Cuanto mayor sea la distancia del balde al frente del tractor, mayor será el brazo de palanca que ejerza y por lo tanto mayor será el esfuerzo, en el eje delantero del tractor (Figura 17-16).

Se debe considerar que con un solo equipo de extracción de silo, el día que éste presenta fallas, se verá imposibilitado de alimentar el rodeo; con los trastornos alimenticios y pérdidas de eficiencia productiva que esto significa. Otro de los puntos destacables del implemento es que permitan un acople y desacople rápido al tractor, a fines de liberarlo para otro tipo de tareas sin necesidad de cargar con peso excesivo, mientras que no se lleva a cabo la tarea de extracción de silaje (Figura 17-17).

Por último diremos que sería interesante contar con un sistema que en vez de bajar el frente del balde para la descarga, pueda levantar la parte trasera del mismo, para aumentar la altura de descarga con el mismo brazo portante y para evitar los impactos con acoplados cuando se descarga,



Figura 17-15 *A) Transmisi n con convertidor de par hidr ulico, conectado a una caja de velocidades con alta y baja mec nica. Observar el doble acople para transmisi n delantera y trasera. B) Sistema de comando de la transmisi n por Joystick.*



Figura 17-16 *La gran distancia del balde al eje del tractor aumenta el brazo de palanca e incrementa la fatiga del tren delantero,*



Figura 17-17 *Acople r pido de sistemas hidr ulicos, para liberar el tractor.*



Figura 17-18 *El movimiento de la parte posterior del balde, es m s conveniente que el descenso del frente.*

ya que durante esa operación existe un punto ciego, en donde el operador no sabe si el forraje cayó en su totalidad o no, corriendo riesgos de golpear el lateral de los acoplados (Figura 17-18).

Cabe destacar que un solo golpe no va a dañar un acoplado, pero si se golpea con cada palada de forraje, se va a acelerar el desgaste del mismo.

Otra de las ventajas del sistema de palas cargadoras es que al mismo brazo se le puede acoplar







Figura 17-19 *Aditamento espec fico para la extracci n de silaje acoplado a un cargador frontal.*

una "mordaza hidráulica", construida con púas, que sí permite atacar el frente del silo sin mayores esfuerzos para el tractor, aumentando la productividad del equipo por trabajar con mayor rapidez y menos maniobras (Figura 17-19).

En lo referente al tractor adecuado, diremos que debe presentar tres características destacables:

1. Que cuenten con doble tracción, para tener el eje delantero reforzado además de una buena tracción en los suelos difíciles que se presenta en muchos silos.

2. Que tengan una marcha ultra lenta, para poder aproximar fácilmente al lugar de descarga con mínimo riesgo de impactos.

3. Que presenten un sistema de reversor de marcha para poder cambiar el sentido de avance sin necesidad de pisar el embrague, lo que disminuye la fatiga y aumenta la vida útil del tractor (Figura 17-20).



Figura 17-20 *El reversor de marchas alivia la fatiga en la operaci n y disminuye el desgaste del tractor.*

Resumen de las caracter sticas de este tipo de herramientas

Ventajas:

- Alta maniobrabilidad.
- Versatilidad de uso.
- Buena capacidad de trabajo.
- Costo razonable.

Desventajas

- Remoción del frente de exposición en el caso que los operarios no trabajen en la forma adecuada, lo cual puede disminuirse con la adopción del kit, con mordaza tipo peine hidráulico.

3.2 Extractores tipo fresa

Estas máquinas, cuentan con un rotor equipado con cuchillas en su periferia que gira a gran velocidad accionado hidráulicamente, disgregando el





Figura 17-21 *Fresa adosada a una pala cargadora o a una batea para suministro.*

material expuesto, impulsándolo contra una chapa orientable para enviarlo al acoplado o turbina de elevación (Figura 17-21).

En el mercado se ofrecen como fresas independientes con una turbina de descarga, adosadas a una batea mezcladora que se ocupa generalmente en





Figura 17-22 *Acoplados mixer con fresa incorporada.*



Figura 17-23 *Fresa de extracci n y de soplado a un acoplado.*



Figura 17-24 *Excelente tratamiento de la pared expuesta del silo por pare de las fresas.*



Figura 17-25 *Se debe tener especial cuidado con triturado del material, porque reduce (y hasta elimina) la fibra efectiva.*

explotaciones de menor escala o bien adosadas a los acoplados mixers (Figura 17-22). Las fresas independientes pueden estar montadas sobre estructuras de paralelogramos deformables, similares a las empleadas en los elevadores de rollos (Figura 17-23).

El accionamiento de posición y rotación es en forma hidráulica y extrae capas de 10 a 20 cm de espesor por pasada. Una ventaja que presenta este sistema de extracción de silaje y quizás la más representativa, es el excelente tratamiento que da a la superficie expuesta del silo (Figura 17-24).

Dentro de sus desventajas se puede decir que es bastante lento y poco versátil, ya que se utiliza solamente para la extracción de silaje.

Un punto a tener en cuenta es que la mayoría de las veces produce un repicado de forraje, triturando y achicando el tamaño de partícula del forraje ensilado, pudiendo llegar a ocasionar problemas ruminales (por falta de fibra efectiva) o bien de baja eficiencia de utilización del silaje, por acelerar la tasa de pasaje a nivel ruminal del mismo por un reducido tamaño de partícula (Figura 17-25).

Para que esto no ocurra, las fresas utilizadas deben tener su rotor, que gire a bajas revoluciones pero con mucha fuerza para extraer el silaje y no triturarlo.

Otros de los usos que se trató de dar a este sistema es que adosado a los acoplados mixers, se utilice para cargar heno. Sabiendo que la función del heno en una dieta, generalmente es agregar fibra (principalmente efectiva), este efecto quedaba anulado al producir una reducción del tamaño de partícula, además de producir triturado y pulverizado de las hojas del heno producido, las cuales son una excelente fuente proteica. Al respecto, se aconseja en la medida de lo posible no utilizar fresas para la carga de heno, en los acoplados racionadores.

Resumen

Ventajas:
- Costo razonable, dado que puede ser un adicional del acoplado mixer.
- Excelente tratamiento de la pared expuesta del silo.

Desventajas:
- Necesita un tractor con un excelente sistema hidráulico (buen caudal y presión).
- Escasa versatilidad de uso.
- Triturado excesivo de la fibra.

3.3 Extractor de bloques

Son equipos que están montados sobre el tractor, ya sea en la parte frontal o en el acople de tres puntos. Consta de una barra con púas horizontales, que se clavan en la masa del silo y un cuchillo de corte alternativo impulsado por un motor hidráulico, que corta en bloque aproximadamente 700 - 800 kg de material.

Esto extractores, prácticamente se dejaron de utilizar en nuestro país, ya que presentaban como desventaja una baja capacidad de trabajo, además del que en el caso de utilizar acoplados mixers, depositaban desde gran altura un bloque compacto y pesado, que aceleraba el desgaste del acoplado.



Figura 17-26 *Cuchilla de extracci n de silaje.*

Son aptos para explotaciones muy pequeñas, en donde no se utilizan acoplados de suministro, sino que el silaje es dado en forma directa. Una ventaja de estas herramientas es que daban un trabajo considerablemente bueno a la pared expuesta de los silos (Figura 17-26).

Ventajas:
- Buen tratamiento de la pared expuesta del silo.
- Corte perfecto y pocas pérdidas.

Desventajas:
- Alto costo de inversión.
- Poca versatilidad de uso.
- Baja adaptabilidad para suministro del silo con acoplados mezcladores mixer.
- Intervención manual para el reparto final del silo a los animales.
- Necesidad de recorridos lentos y por caminos parejos, para evitar sacudidas que puedan romper el bloque.
- No se adaptan para trabajar con silo embolsado.
- Necesidad de contar con un silo muy bien picado y compactado. Esta característica se debe tener en cuenta, para que trabaje correctamente el equipo.

Dentro de las caracter sticas buscadas en las herramientas de extracci n, es que se adapten a cualquier estructura de almacenaje, sea silo a reo o silo bolsa, con igual eficiencia y calidad de trabajo en ambas alternativas de confecci n de silos. La herramienta que mejor se adapta a todo tipo de silo, sin sacrificar calidad ni capacidad de trabajo, son las palas cargadoras frontales articuladas.

3.4 Mantenimiento de los equipos

Un punto fundamental es el cuidado y mantenimiento que se debe tener en las herramientas que trabajan los 365 días del año, ya que donde una rotura o avería causa muchos problemas para el normal funcionamiento del establecimiento.

Se recomienda realizar fichas de control de mantenimiento de cada máquina (tractor, mixer, palas, etc.), donde se detalle en cada una los datos básicos de mantenimiento (aceites, códigos de filtros, etc.) y la fecha de cada tarea de mantenimiento o reparación realizada (cambio de aceites, cambio de cuchillas en mixer, etc.); como puede observarse en la figura 17-27.

Recordar que el consumo de combustible en una hora de trabajo de un tractor es 10 % mayor cuando su mantenimiento es deficiente.

John Deere 5990 E Doble Tracción - Año 2015

Aceite Motor: John Deere Plus-50 15W40
Aceite de transmisión y Sistema Hidráulico: John Deere GL-5
Filtro Gasoil RES522868/Filtro de aire motor Kv16429 / Filtro de aire motor At171854

Fecha	Horas	Mecánico	Observaciones
10/12/2015	0	Legaz SRL - Ucacha	Entrega de tractor. Cambio de neumáticos
26/08/2016	130	Vetaro S.C. Villa María 0353 156573207	Se realizó service de 100 hs. Cambiar relay de palanca PowerReverse y electroválvula de doble tracción. Cubre garantía
20/09/2016	400	Alejandro	Cambio de aceite, filtro de motor y filtro de cabina

Figura 17-27 *Imagen de ficha de mantenimiento de tractor.*



Figura 17-28 *Falta de limpieza luego de cada molienda. Considerar un tiempo de limpieza (impl cito) luego de sta actividad y es responsable el que realiz dicha tarea. Arbitrar elementos y medios para realizar dicha acci n, cercano al play n de ingredientes.*



Figura 17-29 *Capot del motor hundido, por rollo ca do del pinche frontal, golpes al mixer y otras herramientas con la trompa del tractor, patinamiento y frenado contra los carros.*



Figura 17-30 *Mucho juego en los bujes del perno central del tren delantero, hecho que ocurre cuando se lleva rollos de 600 kg m s a 30km/h por los caminos (3000m), sobre el pinche delantero.*



Figura 17-31 *Ingreso de agua por retenes rotos, se oxidan los rodamientos y no hay grasa que arregle la negligencia, de no haber realizado la reparaci n a tiempo.*



Figura 17-32 *Hilos de boyeros el ctricos, rotura de retenes, desgaste y rotura de rodamientos de la masa de las ruedas.*



Figura 17-33 *Falta de limpieza de los acoples hidr ulicos que comprometen la integridad del sistema.*

Las siguientes figuras deben llamarnos a la reflexión sobre la falta de atención, malos tratos, negligencias en el uso de los tractores y errores graves en las tomas de decisiones, respecto del momento de realizar las tareas de alimentación.

4. Lugar de suministro

El suministro de silaje puede realizarse de diferentes maneras, desde el autoconsumo hasta comederos especialmente construidos para tal fin.

Independientemente de las estructuras utilizadas y del nivel de inversión aportados, se debe considerar que los métodos utilizados reúnan las siguientes condiciones:

- Que sea fácil de controlar el consumo de los animales para poder dosificar las raciones.
- Que el nivel de desperdicio sea el menor posible, para no encarecer el costo de utilización por kg de MS producida y consumida.
- Que sean fáciles de limpiar, para potenciar el consumo, considerando que los animales rechazan el forraje viejo o descompuesto.
- Que sean de fácil acceso para hacer más ágil la operación de suministro, a los fines de bajar los costos de inversión por dimensionamiento de los equipos y el requerimiento de mano de obra en horas/hombre.
- Para tal fin existen innumerables cantidades de alternativas, con diferentes niveles de inversión, pero se debe tener en cuenta que la reducción en los costos de inversión por lo general van aparejados con un aumento del nivel de ineficiencia y desperdicio, lo que aumenta los costos por kg de MS producida y suministrada.
- Está en la habilidad del productor, encontrar un punto de equilibrio que lo ayude a encontrar el sistema más adecuado para su explotación, con la responsabilidad de cuantificar los niveles de pérdida y practicidad de cada sistema.
- El autoconsumo no es un método recomendable, debido a que la única manera de poder determinar cuánto silaje come cada animal, es permitiéndole a todo el rodeo acceder al silo en forma simultánea y durante la misma cantidad de tiempo. El problema principal es que se debería construir el silo de modo tal que permita ofrecer un frente demasiado ancho y de baja altura, incrementando los porcentajes de pérdidas por una excesiva superficie expuesta.

Las cubiertas de tractor en desuso pueden constituir una alternativa más ordenada para el suministro, debido a su practicidad y por posibilitar que aproximadamente 10 animales coman por cada cubierta. Para potenciar la utilización de este sistema, es aconsejable ubicarlas en lotes de pasturas que irán a roturación y cambiarlas de lugar en forma periódica, para aprovechar el bosteo de los animales como una forma de aportar fertilidad al suelo.

Otra alternativa para suministrar silaje consiste en hacerlo contra un alambrado, retirando uno o dos hilos del mismo, permitiendo que los animales saquen la cabeza para acceder al alimento.

El problema que presenta este sistema es las pérdidas por contacto del forraje con el suelo, en el caso de que el lugar de suministro sea cambiado con frecuencia.

Cuando se adopta un lugar como semidefinitivo, ese problema disminuye, ya que la superficie sobre la que se deposita el material se compacta, reduciendo las pérdidas en gran medida ya que el forraje no se ensucia tanto y favoreciendo que todo el material suministrado sea consumido.

Una forma de sistematizar con mayor eficiencia el suministro de silaje, es mediante comederos construidos con medias secciones de tambores de 200 l, comederos de lona montados sobre catres o bien los construidos con lonas plásticas.

Los problemas que pueden presentar este tipo de estructuras, es que no son sencillos para su limpieza y hay que considerarlo, sobre todo en zonas o épocas del año, en que las lluvias son muy frecuentes.

A medida que la producción se intensifica comienza a justificarse la utilización de comederos fijos como piletas o bateas, teniendo la precaución de colocarlos bien afirmados sobre un piso de cemento o en terraplenes especialmente construidos para evitar que el pisoteo de los animales formen "pantanos" cuando llueve, provocando que se aflojen y rompan, acortando el tiempo de amortización y elevando el costo de los mismos (Figura 17-34).

En sistemas intensivos en donde la ración totalmente mezclada es casi el único alimento que reciben los animales, se pueden emplear comederos de mampostería construidos específicamente para tal fin, sobre callejones compactados por donde circula un tractor con un mixer para llenarlos, evitando los problemas de alimentación de los rodeos, en los días donde las condiciones climáticas no son favorables (Figura 17-35).



Figura 17-34 *Cuando se utilizan estructuras fijas es importante tener en cuenta d nde se las va a montar para reducir el riesgo de roturas y bajar su costo de amortizaci n.*



Figura 17-35 *Comederos continuos sobre callejones firmes, que facilitan el suministro.*

Una gran ventaja, de los comederos de sección continua sin divisiones, es la facilidad para limpiarlos, incluso en forma mecánica, estimulando de esa manera el consumo, ya que el alimento viejo "no contamina" al fresco posibilitando que los animales expresen todo su potencial productivo (Figura 17-36).

Sin embargo, la estructura más sencilla y eficiente para el suministro del forraje, lo constituyen los pisos afirmados con una barrera de paso para los animales, pero sin bateas ni divisorios. De esta manera se facilita el suministro, la limpieza del lugar e incluso se potencia el consumo (Figura 17-37). En los rodeos de alta producción y que reciben varias raciones diarias, se observa que hay una gran selección por parte de los animales, que están condicionados al paso del tractor para identificar la llegada de alimento fresco a los comederos.



Figura 17-36 *Herramienta para limpieza mec nica de comederos de secci n continua.*





Figura 17-37 *Planchada de suministro que resulta econ mica, sencilla y eficiente para el suministro y la limpieza.*



Figura 17-38 *Procedimiento de "arrimado" del forraje para potenciar el consumo animal.*

Ese efecto se aprovecha, haciendo por ejemplo tres suministros de forrajes y dos pasadas diarias, "arrimando" el material que los animales estaban rechazando para forzarlos a que lo consuman (Figura 17-38), gracias al "reflejo" desarrollado por el rodeo al paso del tractor.

Para finalizar, se debe tener presente que cualquiera sea el tipo de comedero que se decida utilizar, lo importante es que exista un frente de ataque para que todos los animales puedan acceder al alimento al mismo tiempo, permitiendo que todos los animales coman igual cantidad de alimento, además de evitar los problemas de dominancia existente en todo rodeo.

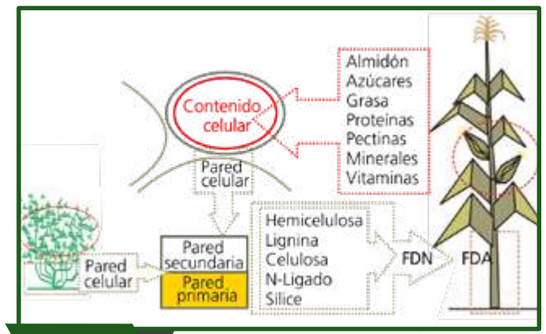


Figura 17-39 *Estructuras nutritivas de los forrajes: composici n del contenido y de la pared celular en una leguminosa (alfalfa) y en una gram nea (ma z).*

5. Aspectos relacionados al manejo nutricional

- Por Miriam Gallardo

Los forrajes conservados han sido considerados tradicionalmente en Argentina como recursos que permiten aprovechar los excedentes de oferta de alimento en algunas épocas del año, para cubrir baches forrajeros en aquellos momentos en que existe escasez de pasturas.

En la actualidad, los forrajes conservados se han constituido en un recurso estratégico, que permite no solo estabilizar la oferta de alimento a lo largo del año, sino también incrementar la carga animal, así como equilibrar las dietas, logrando un sustancial incremento en la productibilidad, expresada en kilos de carne o litros de leche/hectárea.

5.1 Roles de los forrajes conservados como fuente de nutrientes

Los silajes, henos y henolajes, además de ser fuente de fibra digestible, deben expresar su potencial como fuente de nutrientes que, de acuerdo a su composición química y al procesamiento al que haya sido sometido el material, serán de tipo energética o proteica. En función de esto, los forrajes pueden son considerados:

- **Energ ticos:** Principalmente cuando la proporción de carbohidratos no fibrosos (almidón, pectinas; -glucanos), representan no menos del 35 % de la MS total o cuando el contenido en lípidos del forraje es alto (+ 10 %). Los nutrientes de este tipo (almidones/azúcares/lípidos), se encuentran normalmente en los granos de las mazorcas y panojas de los cereales, en los porotos de las oleaginosas y en los tallos azúcarados de algunas variedades de sorgos o de ray-grass.
- **Proteicos:** Si los henos y silajes de pasturas contienen no menos del 18 % de equivalente en proteína bruta (PB), en la MS total, pueden ser utilizados como una fuente adicional de proteínas. Las hojas y los tallos tiernos de las leguminosas constituyen las principales fuentes de sustancias nitrogenadas proteicas.
- **Fibrosos:** Este es el caso de los forrajes conservados cuando la fracción de fibra detergente neutro (FDN), representa no menos del 45 % de la MS total. La FDN incluye todos los compuestos químicos de la pared celular de los vegetales y es la que le confiere estructura a la planta.

Como se observa en la figura 17-39, en cualquier vegetal el contenido celular está compuesto por proteínas, azúcares y almidones que son nutrientes de alta digestibilidad (mayor a 80 % de la MS), mientras que la fibra de las paredes celulares (FDN), que contienen celulosa, hemicelulosa y cantidades variables de lignina son de digestibilidad muy variable (de 40 a 80 %), dependiendo del estado de madurez del cultivo y grado de lignificación de los tallos.

El proceso de confección de los forrajes conservados, su almacenamiento y suministro a los anima-

les, debe ser eficiente para lograr que ese potencial de oferta nutricional, del cual parte una pastura en pie, llegue a los animales y logre convertirse en más quilos de carne y litros de leche. Sin embargo, aún disponiendo de una adecuada cantidad de estos nutrientes, no todo el forraje conservado que consumen los animales se digieren en su totalidad, en ocasiones una parte importante puede transitar el tracto digestivo sin ser fermentado y aparecerá en las fecas como residuos sólidos.

La digestibilidad de un alimento, que es la proporción del mismo que no aparece en las fecas, puede ser muy variable en función de varios factores.

Los más importantes son los que dependen del mismo alimento (estado de madurez del forraje, calidad de la fibra, tipo de procesamiento) y del manejo nutricional (balance de la dieta).

Hay que tener en cuenta que algunos nutrientes que son muy digestibles, como el almidón de los granos del ensilado de maíz, pueden "pasar de largo" sin ser digeridos, cuando están enteros o no se los ha procesado adecuadamente.

5.2 Caracter sticas nutricionales de los principales forrajes

5.2.1 Heno: utilizaci n, ventajas y desventajas

El heno es un recurso forrajero que se caracteriza por su bajo contenido de humedad (< 15 %) y buenos contenidos en fibra (> 45 % FDN). Los henos son fuente primaria de FDN efectiva (FDNef) y, por lo tanto, contribuyen a estabilizar las fermentaciones ruminales.

Son alimentos imprescindibles en las dietas ricas en concentrados (granos) o cuando se están pastoreando forrajes muy tiernos y acuosos. Los henos de leguminosas (alfalfa, trébol rojo, soja), pueden ser también alimentos proteicos, si se conserva una buena cantidad de hojas sanas y de tallos finos y tiernos. Los mismos pueden adoptar formato de fardos, rollos, megafardos, o heno picado y embolsado (Figura 17-40).



Figura 17-40 *Vista de distintos formatos de henos.*

Ventajas

- En dietas muy húmedas o con mucho grano, normalizan la función digestiva, evitando la ácidosis ruminal y las deposiciones diarreicas. Contribuyen asimismo a incrementar la MS de las raciones y pueden mejorar el consumo voluntario. Son componentes indispensables en sistemas donde se utilizan alimentos líquidos, como suero o permeado de suero.
- En el feedlot, el heno que se suministra en las primeras etapas de ingreso de los terneros a los corrales, además de un objetivo nutricional, tiene un fin terapéutico durante el acostumbramiento, al minimizar los problemas digestivos que generalmente provoca el estrés del cambio de hábitat del animal. Por ese motivo esta fibra debe ser de alta digestibilidad y en lo posible con buenos niveles de proteína.
- El rol terapéutico del heno se extiende también al manejo nutricional del grupo de animales denominados de "enfermería", donde generalmente pasan un tiempo bajo tratamiento de distintas patologías (indigestiones, patas, mastitis, retención de placenta, etc.).

Desventaja

- La calidad de los henos es extremadamente variable, entre y dentro de las distintas especies forrajeras. Como único o principal ingrediente de las raciones de vacas en preparto, algunos henos (alfalfa, moha), pueden desequilibrar el balance aniónico/catiónico, por su elevada concentración en potasio (más del 1,8 % MS). Además, el suministro en portarrollos es difícil de controlar y es frecuente que muchos animales no tengan acceso al alimento por cuestiones de espacio (muchas cabezas por rollo) o de competencia entre animales (generalmente las vaquillonas son desplazadas por las vacas multíparas). Además, los desperdicios que genera esta forma de suministro suelen ser muy altos (mayor al 20 % de la MS total ofrecida).

Niveles en las raciones y balance de dietas

En vacas lecheras de 22 - 25 l/vaca día promedio anual, el heno debería representar una proporción controlada de la dieta (10 a 20 % MS total), principalmente para el grupo de mayor nivel de producción. En vacas secas y vaquillonas, si no se disponen de otros alimentos (pasturas, silajes), este recurso puede representar hasta el 70 - 80 % de la MS total suministrada, dependiendo del tipo de heno, su calidad, la época del año y los requerimientos nutricionales de la categoría.

Para ganado de carne, los niveles dependerán del sistema de engorde (pastoreo o feedlot), pero en todos los casos las proporciones en la ración deberían ser pequeñas (0,1 a 0,2 % del peso vivo) y muy bien controladas, para evitar el efecto de "llenado ruminal" y la consecuente dilución de la concentración energética de la dieta.

Formas de suministro

En sistema intensivos y semi intensivos, el heno forma parte de raciones totalmente mezcladas (TMR) junto a otros ingredientes como silaje, granos, y concentrados. La fibra de heno se entrega trozada a un tamaño variable de acuerdo a la categoría animal alimentada, y mezclada homogéneamente con los demás ingredientes de la ración. El trozado de las fibras de heno puede realizarse mediante mixer trozador de heno, un moledor de heno o bien, procesado al momento de la confección de los rollos o megafardos mediante sistema cutter.



Figura 17-41 *Vacas comiendo en porta rollos, mostrando desperdicios y falta de espacio para cada animal.*

Al formar parte de una ración correctamente mezclada y estando la fibra correctamente trozada, es más factible lograr que las cantidades que el animal consuma de heno sean las previstas.

Tradicionalmente el heno se suministró en forma de rollos entregado en aros metálicos (portarrollos), a libre acceso *(ad libitum*). Este sistema continúa siendo utilizado por muchos productores, pero observa muy baja eficiencia en el uso de este recurso forrajero (Figura 17-41). Si se ofrece en portarrollos y el acceso al heno es libre, porque se pretende una proporción alta en la dieta (como en el caso de los corrales de "enfermería"), calcular un rollo cada 12 - 15 vacas. En cambio, si el acceso se restringe a unas horas, el rollo debería ser compartido por menos animales, entre 8 a 10. Lo ideal sería separar vacas multíparas de primíparas para evitar la competencia.

En términos generales, comparativamente el heno de alfalfa es de mejor calidad, pero siempre que haya sido cosechado y almacenado bajo condiciones adecuadas. De lo contrario, puede llegar a ser inferior a uno de moha de regular calidad. Cabe mencionar que si la pastura de alfalfa está sobre madura la cantidad de lignina en los tallos puede ser muy elevada (> 10 %) y la lignina, al ser un compuesto totalmente indigestible, afecta marcadamente la digestibilidad del forraje. Además, en una pastura de alfalfa "pasada" la cantidad de hojas disminuye, relativo a la cantidad de tallos, y las que quedan en la planta fácilmente pueden caer y perderse durante el corte.

Los henos de verdeos o gramíneas perennes de invierno, tipo avena, ray grass, festuca, pasto ovillo, etc. pueden ser de calidad es muy variables,

Tabla 17-1 *Valor nutritivo de henos t picos de Argentina: alfalfa y moha, valores promedio (*) y objetivo buscado para lograr una buena calidad.*

Ítem	HENO ALFALFA		HENO MOHA	
	Promedio	Objetivo [1]	Promedio	Objetivo [2]
MS %	85	87 - 90	87	89
PB%	19 (13 a 26)	18 - 22	7 (5-12)	11 - 14
FDN %	54	40 - 47	68	55 - 60
FDA %	43	32 - 36	52	40 - 44
FDN dig [3]	42	53	sd [5]	sd
DIVMS % [4]	59	+ 62	52	58-62
EM (Mcal/kg MS) [6]	1.97	+ 2.46	1.85	+ 2.15
Rango de variación	(1.37 a 2.46)		(1.60 a 2.02)	

(*) Laboratorio de Producci n Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composici n Qu mica de Alimentos 2008 (*).
[1] Heno de alfalfa. Bot n floral a 25 % floraci n, andana poco expuesta a inclemencia clim ticas; [2] Heno de Moha: estado de grano pastoso; [3] FDN dig: Digestibilidad in situ de la FDN 30 horas de incubaci n; [4] DIVMS: Digestibilidad in vitro de la MS (M todo Tilley y Terry); [5] Sd: sin datos; [6] EM: Energ a metabolizable, calculada de acuerdo a NRC 2001.

dependiendo del estado fenológico de cosecha y obviamente de la técnica de procesamiento. Sin embargo, los buenos materiales son recursos muy interesantes para la alimentación de categorías muy exigentes, como las vacas preparto y la transición a la lactancia. Para vacas de cría son excelentes recursos. **Entre los distintos tipos de heno de gram neas, a similar estado fenol gico de corte (pre-floraci n), el ranking de calidad de estos recursos ser a:**

1. ray- grass anual.
2. trigo y avena.
3. cebada.
4. triticale y centeno.
5. pasto ovillo.
6. festuca.

Los henos de leguminosas tipo trébol rojo (floración media) y soja (estado R3 - R4), son en general de menor calidad respecto a un buen heno de alfalfa y a veces de muy difícil procesamiento, debido a la diferencial tasa de secado entre tallos y hojas. Como sucede con otras praderas, el trébol rojo generalmente se siembra junto a otras especies forrajeras, generalmente gramíneas. En estas praderas mixtas es complejo establecer un momento óptimo de henificación, ya que las tasas de secado de las especies pueden ser muy distintas.

En caso de sojas puras, las pérdidas de hojas pueden ser muy importantes, ya que tienden a secarse rápidamente y luego a caer fácilmente.

5.2.2 Henos alternativos – residuos de cosecha (rastrojos)

En algunas circunstancias especiales, por ejemplo, bajo contingencias climáticas extremas (inundaciones, sequías prolongadas), se pueden utilizar fuentes alternativas de fibra como los clásicos residuos de cosecha o "rastrojos". **No obstante, se subraya que el uso de los rastrojos como alimentos para el ganado deber a ser meramente coyuntural**, pues lo recomendable es que sean reciclados en el mismo sistema agrícola, quedando en el campo como cobertura para proteger al suelo.

A continuación, se detallan las características sobresalientes de algunas alternativas y las recomendaciones para su uso en ganado lechero y de carne.

Los rastrojos son cl sicos alimentos de tipo "voluminoso", fuente esencialmente de fibra. En general poseen escaso valor energ tico y proteico: EM menor a 1,75 Mcal/ kg MS y PB inferior a 8 %. La digestibilidad de estos recursos es muy baja (< 45 % de la MS), debido a los elevados contenidos en fibra muy lignificada de los tallos (FDN > 70 % y lignina > 20 % en la MS total de la fibra). Además, es frecuente su contaminación con tierra y hongos y como la fibra por naturaleza es higroscópica, absorbe fácilmente la humedad del ambiente (lluvias, rocíos), favoreciendo la contaminación con hongos y otros patógenos.

¿C mo utilizarlos?

Para mejorar el uso de este tipo de alimentos se puede procesar la fibra previamente. Los tratamientos que pueden aplicarse son principalmente de dos tipos: físicos y químicos. En todos los casos el objetivo que se persigue es aumentar la digestibilidad y el nivel de ingesta, al ofrecer una mayor superficie de ataque por parte de las bacterias, disminuir el tiempo de retención en el rumen o hidrolizar los compuestos indigestibles de la pared celular (lignina). El tratamiento más común es el físico, a través del molido o picado del material.

Entre los químicos, que son muy costosos y complicados, se encuentran la aplicación de álcalis (hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, amoníaco y urea), para incrementar la digestibilidad de la fibra, rompiendo las ligaduras de la lignina (que es indigestible). El tratamiento con amoníaco anhidro y con urea además de mejorar la digestibilidad, incorpora nitrógeno no proteico, utilizable por las bacterias del rumen.

No obstante, estos materiales fibrosos deberían ser suministrados en forma muy controlada, ya que los accesos ad libitum pueden perjudicar la calidad total de la ración, diluyendo el contenido en nutrientes o entorpeciendo la digestión de los ingredientes más concentrados.

Los rastrojos de trigo, ma z y sorgos

Pueden representar una buena fuente de FDNef para prevenir la ácidosis de las dietas con alto nivel de grano, siempre y cuando el tamaño de la fibra sea el adecuado.

Para acompañar dietas ricas en concentrados se recomienda suministrarlos trozados, entre un 5 a 10 % de la MS total, en función de los requerimientos nutricionales del ganado. Si se suministrarán a campo, siempre se recomienda accesos a



Figura 17-42 Heno a base de rastrojo de trigo.



Figura 17-43 Heno a base de rastrojo de soja.

tiempo y con tamaño de parcela muy controlados (Figura 17-42).

El rastrojo de soja es un caso especial

(Figura 17-43), al igual que el de girasol, porque la fibra del tallo está demasiado lignificada (tallo "leñoso"), lo que hace prácticamente imposible que las bacterias ruminales la puedan utilizar. Además, es un material poco palatable y limita seriamente el consumo voluntario. La molienda fina no mejora su utilización, simplemente acelera el tránsito por el tracto digestivo, ya que indefectiblemente la mayor proporción aparecerá en las fecas. Este material posee en promedio, menos de 30 % digestibilidad de la MS. Si se suministra el rastrojo de soja ad libitum directamente en el campo, el animal ejercerá una fuerte selectividad del material. Dependiendo de la eficiencia de cosecha, elegirá principalmente ingerir solamente los porotos no cosechados y levantará, además, mucha tierra. Este comportamiento puede acarrear problemas digestivos (diarrea).

En función de la calidad y el valor nutritivo, las fibras de los rastrojos pueden ordenarse, de mayor a menor, de la siguiente forma:

- Avena
- Trigo y cebada
- Arroz
- Maíz
- Sorgo
- Moha/Mijo
- Soja y Girasol
- otras oleaginosas

5.2.3 Silajes: caracter sticas nutricionales y roles en las dietas

A diferencia de la henificación el ensilaje es una técnica de conservación del forraje en húmedo en condiciones de anaerobiosis y bajo pH. Para obtener una alta calidad y conservar la máxima cantidad de nutrientes el cultivo en cuestión debe ser cosechado y picado en el estado fenológico correcto, de acuerdo a la especie y a las condiciones ambientales imperantes y la fermentación debe ocurrir bajo estrictas condiciones de anaerobiosis.

Los ensilados de los cereales típicos como maíz y sorgos son los más populares, sin embargo, actualmente todas las especies forrajeras y otras especies de cereales, e incluso oleaginosas, pueden ser procesadas y conservadas adecuadamente con esta tecnología. A continuación, se detallan las características nutricionales más importantes de algunos de ellos.

Ma z y Sorgos

Estos recursos proveen abundante fibra fermentecible (producción de AGV ruminal). Como los cultivos de maíz y/o de sorgo contienen además mucho grano (más de 35 % de la MS total del total de la planta), se pueden considerar alimentos energéticos y si el tamaño de picado es el adecuado representan asimismo una excelente fuente de fibra efectiva (FDNef). Por lo tanto, son recursos muy versátiles en las dietas del ganado.

Para que los silajes de maíz y sorgos sean una verdadera fuente de energía, además de ofrecer fibra efectiva, deben lograr un correcto procesado de sus granos al momento del picado.

Ventajas

Cumplen un rol esencial para el aumento de la carga animal en los sistemas o para el mantenimiento del stock ganadero, cuando sobrevienen contingencias climáticas severas. Son recursos apropiados para complementar el pastoreo en cualquier momento del año, ya que contribuyen a equilibrar las dietas. Son recursos que permiten amortiguar los excesos de amoníaco que se producen cuando se fermentan las proteínas solubles o muy degradables de las pasturas, además de que suministran fibra cuando el forraje es muy tierno y aguachento. Durante la primavera, ofrecidos previo al pastoreo, minimizan el riesgo de empaste (contribuyen a disminuir la velocidad de degradación de las hojas) y en verano pueden servir de vehículo para suplementar al ganado con más energía, cuando están confinados bajo la sombra. En la dieta de vacas en transición (pre y posparto), ayudan a

mejorar el balance energético y el balance anión/catión, evitando la ocurrencia de las patologías típicas de las vacas en este estado fisiológico. El ensilaje de maíz es normalmente el forraje base de las raciones totalmente mezcladas (TMR), de muchos planteos en confinamiento total del hemisferio norte, por tal razón es el más estudiado y es el cultivo que ha recibido mayor innovación tecnológica. Sin embargo, existen también en el mercado una gran variedad de sorgos tanto forrajeros como graníferos que puede ser ensilados con alta calidad.

Actualmente, ambos cultivos están siendo intensamente mejorados poniéndose el énfasis en la armonía entre nutrientes: en la proporción de grano en la planta total y para lograr en la planta entera una mayor digestibilidad de la fibra (FDN digestible), del follaje, principalmente la fibra de los tallos. Los cultivares denominados "nervadura marrón" (tallos con menos lignina), o con más azúcares (sorgos azúcarados), son ejemplos de estas tecnologías. En el caso de maíz, hay variedades mejoradas para contener en el grano mayores niveles de nutrientes esenciales específicos, como aminoácidos (lisina), lípidos (ácido oleico) y tallos con significativamente más alta digestibilidad.

Desventajas

Son recursos pobres en proteínas, calcio y fósforo. Por lo tanto, si van a formar una parte importante de la dieta se deben corregir estos nutrientes con ingredientes especiales. Como todo alimento previamente fermentado son muy palatables y ávidamente consumidos, razón por la cual pueden producir disturbios ruminales (ácidosis), si se los suministra sin acostumbramiento previo.

El estado de madurez del cultivo al momento del corte y el contenido de humedad, son los principales factores que afectan el valor nutritivo y la eficiencia de conversión de los silajes. Si el cultivo está inmaduro, con poco grano y muy húmedos (<28 %), se pueden generar importantes pérdidas de nutrientes a través de los efluentes, además de una fermentación deficiente (butírica, en lugar de láctica). En los sorgos graníferos la presencia de cantidades considerables de taninos puede ser considerado un factor de anti calidad. En los sorgos denominados "anti pájaros", los taninos interfieren en la digestibilidad de las proteínas del resto de la dieta.

Es importante considerar que, bajo condiciones deficientes de elaboración y almacenamiento, los silajes se transforman en verdaderos caldos de cultivo de hongos productores de toxinas. Las micotoxinas son poderosos agentes que atentan contra la salud del animal y la calidad e inocuidad de la leche.

Niveles en las raciones

Durante otoño - invierno, para vacas lecheras en un rango amplio de producción (18-32 l/vaca día), no se recomienda suministrar más de 8 - 9 kg MS/vaca día por varias razones. Si el material tiene mucho grano la ración puede provocar alteraciones metabólicas severas (ácidosis), si los niveles de fibra son elevados puede generar "llenado ruminal" y, por último, como las concentraciones de proteínas son tan bajas en estos materiales será necesario balancear las dietas a un costo mucho más elevado. Además, como los silajes son alimentos húmedos y prefermentados, un exceso en la dieta puede provocar mermas en el consumo voluntario. En primavera y verano se recomienda no superar los 4 a 6 kg de MS/cabeza día.

Para vacas en transición a la lactancia, en una ración equilibrada se puede incorporar silaje de maíz o sorgos hasta un equivalente al 0,7 – 0,9 % del peso vivo del animal (PV), completando el resto (1,22 – 1,25 % del PV) de la ración con otros alimentos. Para categorías más jóvenes se recomienda iniciar su suministro recién a partir de los 150 - 180 kg de peso vivo, cuando el animal tiene el rumen plenamente desarrollado y nunca utilizarlos como única fuente de alimentación, ya que los profundos déficits de proteínas (y aminoácidos esenciales) que poseen, atentarán contra el normal crecimiento corporal.

Desde el punto de vista nutricional, los ensilados de maíz poseen en general una mejor calidad que los de sorgo. Sin embargo, al igual que con los henos, la comparación es válida cuando en una misma región los cultivos se han manejado bajo las mejores condiciones en su tipo. Sin embargo, hay condiciones agro-ecológicas con restricciones para lograr el máximo potencial en maíz, pero se pueden lograr excelentes cultivos de sorgos.

Formas de suministro

Los productores utilizan los más variados sistemas de suministro: comederos de lona o plástico, neumáticos de tractor, portarollos, en el piso contra los alambrados o entre alambres eléctricos, autoconsumo desde el mismo silo, etc. Cualquier sea la forma que se practique, hay que considerar dos reglas básicas para un uso eficiente: 1) sitios de alimentación y comederos siempre secos y limpios, 2) acceso al silaje con suficiente espacio por cabeza (equivalente a no menos de 70 cm por animal), para evitar competencias y consumos muy desparejos. Para un rodeo de buena producción el sistema denominado de "autoconsumo", desde el mismo silo, es poco eficiente ya que algunos animales se sobrealimentan mientras otros (la mayoría), no logran ingerir lo necesario. En caso de suministros en portarollos y gomas de tractores son válidos los mismos comentarios que se hicieron para el heno, o sea, son formas muy poco eficientes de suministro. Para evitar que el material se contamine y deteriore rápidamente, se sugiere que los materiales se ofrezcan un poco antes del acceso de los animales y que no queden expuestos largas horas al sol o las lluvias. Además, que el comedero o lugar de consumo se encuentre, en lo posible, libre de fecas, tierra y material de anteriores suministros. Uno de los principales focos de contaminación (hongos, clostridios, etc.) y de baja eficiencia de uso de los silajes lo constituyen estos aspectos, puesto que representan la fuente principal de los mayores desperdicios de los silajes.

Es necesario planificar, diseñar y construir adecuados sitios de alimentación, principalmente para los sistemas más intensivos (feedlots y tambos de alta carga y alta producción individual), ya que está bien demostrado que una parte muy importante de la respuesta animal y de eficiencia de conversión, depende del confort que puedan ofrecer estos sitios.

5.2.4 Granos h medos ensilados

El ensilaje de granos de maíz o sorgos son muy populares en Argentina, principalmente en los tambos. En todos los casos la humedad del grano al momento de la cosecha es el factor determinante de la calidad. Se sugiere que la misma se encuentre en un rango entre el 22 al 28 %, ni más húmedo ni más seco ya que se pueden generar fermentaciones indeseables: butírica (muy húmedo) o alcohólica (muy seco). Además, previo al embolsado los granos deberían quebrarse con un tamaño apropiado, en función de la humedad del material. Sin embargo, el partido fino (sobre todo en sorgos) siempre se recomienda, ya que permite una muy buena compactación, sin ingreso de aire y por lo tanto una apropiada formación del almidón a ácido láctico. El grano húmedo que se ensila entero o partido muy grueso (en 4 a 6 trozos), no se compacta bien y tiende a dejar bolsones de aire que luego favorecen la reacción de Maillard (ardido del grano), perdiendo significativamente valor nutritivo.

Desde el punto de vista nutricional los granos húmedos tienen una mayor fermentabilidad ruminal que los granos secos y por esta razón hay que tener precaución en los niveles de suministro, para evitar problemas de ácidosis. En términos generales, en dietas que de por sí son húmedas y con escasa FDNef (base pasturas tiernas suplementadas con silajes), se recomienda no superar los 3 a 3,5 kg MS/vaca día y completar el resto, si fuera necesario, con grano seco y en lo posible aplastado, no molido.

En el caso de los sorgos, el proceso de ensilado mejora sustancialmente su calidad, aumentando



Figura 17-44 *Vista de granos h medos de ma z.*

Tabla 17-2 *Valor nutritivo de silajes de ma z y de sorgos promedio (*) y el objetivo buscado para lograr una buena calidad.*

Ítem	SILAJE MAÍZ		SILAJE SORGO GRANÍFERO		SILAJES SORGOS FORRAJEROS Tipo sudán		Tipo azucarado	
	Promedio	Objetivo (1)	Promedio	Objetivo (2)	Promedio	Objetivo (3)	Promedio	Objetivo (4)
MS %	34	35 - 38	34	28 - 35	27	28 - 35	28	28 - 35
PB%	8	8 - 9	9	9 - 10	9	10 - 14	9.5	9 - 12
FDN %	52	45 - 50	54	50 - 53	63	55 - 63	61	50 - 52
FDA %	34	27 - 32	36	30 - 34	43	32 - 36	42	29 - 32
FDNdig	32	47	sd	sd	sd	sd	sd	sd
DIVMS %	62	60 - 70	61	+ 63	56	+ 60	58	+ 60
EM (Mcal/kg MS)	2.24	+2.35	2.19	+2.25	2.01	+2.15	2.12	+2.25
(rango de variación)	(1.63 - 2.71)		(1.53 - 2.41)		(1.65 - 2.27)		(1.75 - 2.70)	

(*) Laboratorio de Producci n Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composici n Qu mica de Alimentos 2008 (*)
(1)Silaje de ma z: cultivo con escasas hojas amarillas, grano un cuarto a media l nea de leche; (2)Sorgo gran fero: estado grano pastoso, planta con hojas sanas; (3)Sorgo sudan: estado de panojamiento; (4) Sorgo az carado: estado de grano pastoso, cultivo no afectado por vuelco.

notablemente la digestibilidad, pero siempre y cuando el material haya sido previamente molido. Si quedan granos enteros estos pasarán a las fecas. No obstante, las variedades con altos taninos (sorgos rojos, "antipájaros"), son inferiores ya que los taninos limitan la digestión de las proteínas de la dieta (Figura 17-44).

5.2.5 Silajes de leguminosas: puras o mixtas

En general son fuentes de fibra y de prote na (prote nas verdaderas y nitr geno no proteico), en especial los de leguminosas. Contienen escasos niveles de carbohidratos y azúcares fermentables y por esta razón **son alimentos pobres en energ a y de dif cil fermentaci n l ctica dentro del silo**. Son recursos muy apropiados para suplementar forrajes de bajos niveles de proteínas, como los de maíces y sorgos, o para sustituir a la pastura cuando las condiciones climáticas no permiten el pastoreo normal.

Constituyen una buena alternativa para suministrar en verano, cuando escasea la MS de calidad y normalmente la proteína se convierte en un nutriente limitante, principalmente en muchos sistemas basados en pastoreo de gramíneas. Los silajes de algunos cultivares de ray-grass anual pueden ser recursos de alta calidad, ya que poseen algunas características nutricionales (más azúcares solubles) que favorecen la fermentación.

Ventajas

En el caso de pasturas base alfalfa y de praderas mixtas (cebadillas, festuca, ray-grass, tréboles), se puede aprovechar el excedente de forraje de la primavera (el de mayor calidad para ensilar), a muy bajo costo. Además, en comparación al heno, es menor el riesgo de obtener un forraje de baja calidad debido a las lluvias de la temporada. Los materiales sometidos a buenas condiciones de elaboración y de fermentación son muy apetecibles por el ganado. Si el tamaño de las partículas es lo suficientemente largo representan una excelente fuente de FDNef.

Desventajas

Al igual que los henos, su calidad puede ser extremadamente variable, entre y dentro de cada uno de los tipos de praderas.

El estado fenológico óptimo para el picado en las leguminosas es bastante difícil de encontrar, sobre todo cuando integran mezclas de especies, donde la tasa de crecimiento y madurez de los distintos componentes pueden ser muy diferentes. Sobre todo en los casos donde el trébol blanco forma una parte importante de las mezclas.

En la mayoría de los casos antes de picar y ensilar hay que practicar un premarchitado (oreo previo), del material, de manera muy controlado para llegar a la MS adecuada (alrededor de 40-50 %).

La alfalfa, el trébol rojo, el ray-grass perenne, solos o en mezcla y casi todas las especies forrajeras que componen una pastura mixta poseen en general bajos niveles de azúcares y carbohidratos fermentables. Por lo tanto, se complica la fermentación láctica y la estabilización del silaje. En muchos casos, debido a las prácticas inadecuadas de elaboración del silaje (mala compactación y presencia de oxígeno), se puede producir una excesiva degradación de las proteínas (proteólisis, con formación de amoníaco) o la formación de los "compuestos Maillard", que hacen indigestible para el animal una buena parte de las proteínas y de la fibra.

La práctica de la inoculación, incorporando bacterias específicas, mejora las condiciones de fermentación y la estabilidad aeróbica de estos silajes.

Niveles en las raciones

Como ingredientes que poseen características fermentativas muy particulares, no se recomienda que estos silajes se incluyan en una elevada proporción en la MS total ofrecida, puesto que pueden acarrear grandes desequilibrios metabólicos.

Cuando complementan en otoño-invierno al pastoreo de praderas o de verdeos y no se dispone de concentrados energéticos extras, es deseable no superar 18-20 % de la MS total, de lo contrario se producirán excesos de nitrógeno amoniacal (N-NH3), a nivel ruminal y una sobrecarga hepática, con un gasto mayor de energía para transformar este metabolito en urea.

Si la base es silo de maíz con buenas mazorcas, el nivel de silajes de pasturas o de soja puede ser sustancialmente más elevado, de alrededor del 30 al 40 % de la MS total ofrecida. Al igual que los otros forrajes ensilados se recomienda iniciar los consumos en forma paulatina, para acostumbrar al rumen al nuevo sustrato.

De igual manera, evitar la salida abrupta del ingrediente en la ración. Estas prácticas previenen patologías podales de origen nutricional o la ocurrencia de cetosis en vacas en transición, sobre todo cuando se sobrealimenta bruscamente con silos que han tenido una extensa fermentación butírica.

Tabla 17-3 *Valor nutritivo de silajes de alfalfa, ray grass anual y pasturas mixtas, valores promedio (*) y el objetivo buscado para lograr una buena calidad.*

Ítem	SILAJE DE ALFALFA		SILAJE DE RAY -GRASS ANUAL		SILAJE DE PASTURAS MIXTAS	
	Promedio	Objetivo[1]	Promedio	Objetivo[2]	Promedio	Objetivo[3]
MS %	38	37 - 45	35	32 - 35	43	42 - 44
PB% [4]	18 (9-27)	17 - 22	10.2 (7 -16)	12 - 13	16.5 (12 -22)	17 - 18
FDN %	48	40 - 45	49	40 - 47	57	45 - 52
FDA %	38	32 - 35	30	28 - 30	41	30 - 34
DIVMS %	59	+ 62	58	+60	56	+58
EM (Mcal/kg MS)	2.14	+ 2.40	2.18	+2.35	2.03	+2.20
(rango de variación)	(1.79 -2. 62)		(1.89 -2.41)		(1.20 -2.51)	

(*) Laboratorio de Producci n Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composici n Qu mica de Alimentos 2008 (*).
(1) Silaje de alfalfa. 20-30 % floraci n con pre oreo; (2) Silaje de ray grass anual prepanojamiento; (3) Silaje de pasturas mixtas: gram - neas en estado de repanojamiento, alfalfa 50 % floraci n; (4) Para todos los ensilajes, NH_3/NT y NIDA/NT inferior al 15 %.

Formas de suministro

Son válidas las mismas consideraciones que las realizadas para los demás forrajes conservados. Si estos recursos van a ser utilizados en combinación con los silajes de maíz o sorgos, deberían poder suministrarse juntos, en forma mezclada (con mixer o manualmente).

5.2.6 Silajes de cereales de invierno

Al igual que los silajes de pasturas tipo ray-grass, festuca o pasto ovillo, los provenientes de verdeos de invierno (avena, trigo, cebada, centeno), son fuentes tanto de fibra (FDN química y FDNef), como de proteínas. Su contribución en uno u otro nutriente dependerá del estado de madurez de las plantas. Si se los procesa en estado más juvenil (panojamiento), la cantidad de proteínas será mayor, sin embargo como fuente de energía serán pobres, ya que no son cultivos con importantes cantidades de azúcares solubles.

El estado ptimo para combinar rendimiento de MS y calidad, es el de grano pastoso y los cultivos m s promisorios para ensilar son los de trigo y cebada, ya que contienen m s carbohidratos solubles y, por lo tanto, ser n m s f ciles de fermentar (Figura 17-45).

Ventajas

Desde el punto de vista nutricional pueden ser complementos muy interesantes de los silajes de maíz o de sorgos, por su mayor contribución proteica. Al igual que los silajes de leguminosas, estos recursos constituyen una buena alternativa para suplementar a los animales durante el verano y cuando acontecen problemas climáticos que impiden el pastoreo normal. Tanto los silajes de trigo como de cebada en estado de grano pastoso son, además, excelentes alimentos para vacas en transición a la lactancia, ya que poseen un buen equilibrio aniónico/catiónico.

Desventajas

Al igual que con otras especies forrajeras, una desventaja es sin duda la probabilidad de obtener bajos rendimientos de MS/ha en años determinados, por lo que pueden transformarse en recursos "coyunturales". Esto no es deseable desde el punto de vista de la estabilidad del sistema.





Figura 17-45 *(arriba.) Picado de trigo para silaje. (abajo) Silo de cebada.*

Tabla 17-4 *Valor nutritivo de silajes de trigo y de cebada, rango de valores objetivo (*)*

Ítem	SILAJE DE TRIGO	SILAJE DE CEBADA
	Objetivo(1)	Objetivo(2)
MS %	32-44	33-35
PB%	11-14	10-12
FDN %	50-62	45-55
FDA %	25-35	26-34
DIVMS %	+ 58	+ 59
EM (Mcal/kg MS)	+2.15	+2.20

(*) Laboratorio de Producci n Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composici n Qu mica de Alimentos 2008 (*). (1) Silaje de trigo, estado de grano pastoso. (2) Silaje de cebada,estado de grano pastoso.

Niveles en las raciones y formas de suministro

Las recomendaciones dadas para los silajes de praderas, son también válidas para estos recursos. Para vacas preparto, los niveles pueden llegar al 75-80 % MS total suministrada. Contienen niveles aceptables de proteínas para esta categoría y desde el punto de vista mineral, permiten mantener el balance anión/catión en un buen equilibrio. Debido a que son recursos de escaso uso en el país no se cuenta con una adecuada base de datos de laboratorio.

5.2.7 Silajes de oleaginosas

En los casos especiales de los cultivos de soja o de girasol, estos ensilados son recursos muy versátiles que pueden aportar tanto fibra, energía o proteínas de alta calidad. Comparativos a maíz y sorgos la información nutricional de estos recursos es relativamente escasa, sin embargo, el interés por utilizarlos como forrajes conservados, tanto para la producción de leche como de carne es cada vez mayor, porque son cultivos en franca expansión que se adaptan a variadas condiciones edafo climáticas. Son recursos muy apropiados para suplementar forrajes de bajos niveles de proteínas, como los silajes de maíces y sorgos o para sustituir a la pastura cuando las condiciones climáticas no



Figura 17-46 *Muestra de silo de soja.*

permiten el pastoreo normal (Figura 17-46). Para el verano, constituyen una buena alternativa de "alimentos fríos", pues contienen una proporción apreciable de aceites (lípidos), que pueden ser metabolizados a nivel intestinal con una eficiencia metabólica mayor (menor incremento calórico al evitar la fermentación ruminal).

Ventajas

En el caso de la soja, el ensilaje confeccionado en R3 (inicio de formación de vaina), constituye un excelente suplemento proteico que puede ser utilizado para reemplazar una parte de los concentrados proteicos tradicionales. En cambio, en el estado R6, cuando las plantas tienen los porotos aún verdes pero pastosos, el recurso es más versátil porque es rico en fibra, aceites, proteínas y además carbohidratos solubles. Por lo tanto, puede representar una fuente de nutrientes estratégica para utilizar durante todo el año, principalmente en verano.

En girasol el mejor momento para cosechar y ensilar puede variar sustancialmente en función tanto del genotipo del cultivo (duración del ciclo), como del ambiente (sequía, excesos hídricos, temperaturas más o menos cálidas). Las investigaciones sugieren que se debería cosechar el material cuando el envés del capítulo cambia a amarillo pálido. Sin embargo, en algunos cultivares esto puede suceder a los 37 - 40 días después de la floración y en otros a los 50 - 55 días.

Desventajas

Son materiales que no logran una rápida fermentación estable, debido a su carencia en azúcares o almidón. Un inadecuado proceso de elaboración conlleva a materiales que fácilmente se malogran, desarrollando ácido butírico. Como además son excelentes fuentes de nutrientes muy densos (aceites), son proclives a la proliferación de microorganismos indeseables, a la rancidez y a la contaminación total, con lo cual el desperdicio puede ser completo. El exceso de aceites también puede ser una desventaja desde el punto de vista operativo, al impedir un correcto funcionamiento de los equipos de picado.

En girasol, a diferencia de otros cultivos, no es sencillo determinar a simple vista el momento óptimo de corte, por esta razón es importante chequear in situ que durante el picado y compactado, no se produzcan excesos de efluentes, ya que esos efluentes se llevarán consigo los principales nutrientes: proteínas y aceites. En estos cultivos el uso de inoculantes para favorecer la fermentación láctica es altamente recomendable.

Tabla 17-5 *Valor nutritivo de silajes de soja y girasol, rango de valores objetivo (*)*

Ítem	SILAJE DE SOJA	SILAJE DE GIRASOL
	Objetivo(1)	Objetivo(2)
MS %	32-45	28-35
PB%	16-18	12-14
FDN %	45-52	40-50
FDA %	26-32	24-32
EE % (3)	7-10	7-11
DIVMS %	+ 60	+ 60
EM (Mcal/kg MS)	+2.35	+2.35

(*) Laboratorio de Producci n Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composici n Qu mica de Alimentos 2008(*). (1) Silaje de Soja: estado fenol gico R6; (2) Silaje de Girasol: env s de los cap tulos vira al color amarillo; (3) %EE: extracto et reo.

Niveles en las raciones

Se sugiere que estos silajes integren solo una parte de la ración diaria y no sean los únicos o principales componentes forrajeros. Pueden complementarse perfectamente con otros silajes energéticos, principalmente maíces o sorgos graníferos, que poseen almidón. Sin embargo, no son buenos complementos de silajes de pasturas que posean escasa energía. Los datos experimentales indican que una tasa de consumo de alrededor del 1.25 % del peso vivo del animal puede ser adecuada. Como para otros silajes, no se recomienda para categorías jóvenes, de menos de 180 - 200 kg de PV.

5.2.8 Otras especies forrajeras para ensilar

Para intensificar la ganadería en áreas no tradicionales existe un marcado interés en conservar forrajes, a través del ensilado, de especies subtropicales que producen muy altos volúmenes de MS durante la estación de crecimiento. Es el caso de la grama rhodes (Chloris gayana), el gatton panic (Panicum maximum,), el buffel grass (Cenchrus ciliaris), del pasto elefante (Pennisetum purpureum), etc. Estos materiales poseen algunas características de calidad semejantes a los sorgos forrajeros, aunque en general son de inferior valor nutritivo, ya que se caracterizan por una elevada concentración de paredes celulares (>70 %), escasa proteína (<10 %) y muy pocos azúcares simples, aún en los estados más juveniles de crecimiento. Estas cualidades pueden dificultar una fermentación óptima, por lo cual es necesario trabajar con cultivos que hayan sido apropiadamente manejados (sobre todo desde el punto de vista de la fertilización). Además, se debe mencionar que en climas calientes los microorganismos dañinos, como las levaduras y los mohos proliferan más rápido, causando mayor deterioro aeróbico en estos materiales.

Tabla 17-6 *Valor nutritivo de silajes de Moha (Setaria it lica) y de Grama Rhodes (Cloris gayana), rango de valores objetivo (*).*

Ítem	SILAJE DE MOHA	SILAJE DE GRAMA RHODES
	Objetivo (1)	Objetivo(2)
MS %	32 -40	32 -45
PB%	11 -12	9 -10
FDN %	52 -55	60 -62
FDA %	31 -35	35 -42
DIVMS %	+ 52	+ 48
EM (Mcal/kg MS)	+1.8	+1.7

(*) Moha: Laboratorio de Producci n Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composici n Qu mica de Alimentos 2008 (*). Grama Rodhes: Bibliograf a internacional; (1) Silaje de Moha: pre floraci n, inoculado; (2) Silaje de Grama Rodhes, cv callide: encaaz n, cultivo 1er corte de primavera, fertilizado, inoculado.

En muchas zonas agrícolas de mayor fertilidad de suelos la moha de hungría (Setaria itálica), que es también un cultivo megatérmico anual, integra muchas rotaciones ganaderas, principalmente en los tambos. Esta forrajera, ensilada en estado de grano pastoso (40 - 45 % MS), puede representar una fuente muy útil de FDNef para vacas de alta producción cuyas dietas están formuladas con niveles elevados de concentrados, siempre que se suministre a una tasa muy controlada (no más de 0.20 - 0.23 % del PV). En términos generales, el momento oportuno de corte de estas gramíneas megatérmicas ó también denominadas "carbono 4" (C4), debe seguir pautas semejantes a los sorgos forrajeros y son válidos los mismos principios prácticos recomendados para el corte y picado.

5.3 Fibra: la fracci n m s importante de los forrajes conservados para rodeos lecheros

Uno de los componentes principales de la dieta para la vaca lechera es la fibra, ya que la misma es necesaria para:

1. Una adecuada actividad de rumia (a través del flujo de suficiente cantidad de saliva).

2. Una apropiada relación de los productos de la fermentación ruminal (precursores para la síntesis de grasa butirosa).

3. Una buena capacidad reguladora de la acidez ruminal (capacidad "buffer" o tampón).

La fibra de los alimentos representa la pared celular de los vegetales y es determinada en laborato-

rio, como el componente denominado con la sigla FDN (fibra detergente neutro).

solo desde hace algunos pocos años se ha convenido en diferenciar los requerimientos de fibra en FDN fermentecible, que aporta energía a través de la fermentación ruminal y en FDN efectiva (FDNef), de acción mecánica.

- FDN fermentecible, cuando los carbohidratos de la pared celular, celulosa y hemicelulosa, permiten una buena fermentación ruminal y son transformados por los microorganismos del rumen en compuestos que luego el animal utilizará para mantenerse, crecer, aumentar de peso o producir leche.
- FDNef, de acción mecánica, es la fracción fibrosa del forraje que influye sobre la masticación, la rumia (salivación y pH ruminal) y los movimientos del rumen (ciclo de mezcla), acorde con la salud y producción de los animales. Estos efectos sobre el ambiente ruminal afectan directamente la producción y la composición de la leche (principalmente la concentración de grasa butirosa (GB) e indirectamente el estado corporal de las vacas, a través de los problemas generados por la ácidosis ruminal.

Si bien el análisis de laboratorio del total de FDN de los alimentos es muy útil en la formulación de raciones, este resultado no permite inferir sobre las características físicas de la fibra relacionada a su "efectividad". Se han propuesto algunos métodos para estimar la efectividad de la fibra de los distintos forrajes que se utilizan en la alimentación de rumiantes, en general y de vacas lecheras en particular. Por ejemplo, sistemas de clasificación del tamaño de partículas, un factor de efectividad física aplicado a la FDN, en relación con la estimulación de la actividad de masticado, y otro que relaciona el tamaño de picado con el contenido en grasa butirosa de la leche.

La fibra es clave para vacas lecheras

Si no se abastecen los requerimientos de este nutriente se producirán problemas digestivos (ácidosis ruminal) y metabólicos que pueden conducir por ejemplo a caídas pronunciadas en el porcentaje de grasa en la leche (menos de 3,0 % GB), incluso con niveles de proteína láctea superiores a la grasa (inversión). En condiciones de pastoreo, los problemas de bajas concentraciones de grasa en leche y ácidosis ruminal subclínica, que se producen en otoño y en primavera temprana, están relacionados normalmente con el bajo nivel de fibra efectiva de los pastos tiernos y húmedos. Pero con dietas típicas de estabulación (TMR), normalmente más secas y altas en concentrados, también se

Recomendaciones para cubrir los requerimientos en fibra efectiva para el ganado de leche (Fuente NRC, 2001 [1]).

Tabla 17-7

FDN (forraje)	FDN (dieta)	CNF [2] (dieta)	FDA (dieta)
Mínimo		Máximo	
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

[1] NRC 2001: Model software of Nutrient Requirements of Dairy Cattle seventh revised edition. USA; [2]CNF: Carbohidratos No Fibrosos CNF= 100 - (%PB+ %FDN+ %Cenizas+ %EE).

precisa una cantidad definida de FDNef en el forraje para prevenir alteraciones ruminales o efectos de "llenado ruminal".

Las investigaciones con ganado lechero sugieren que el consumo máximo de FDN debería ser equivalente a 1.2 % del peso vivo (PV) del animal, para el denominado "efecto llenado ruminal", el cual está regulado por la distensión del rumen. En base a esta sugerencia, una vaca de 600 kg PV consumiría unos 6.5 kg MS de FDN. Pero si solo se considera la FDN del forraje, el límite de llenado puede ser menor, entre 0,75 % y 1,1 % PV aproximadamente. La disminución del tamaño de partículas del forraje puede modificar esta regla, ya que las partículas más pequeñas pueden "escapar" del rumen, reiniciando un nuevo consumo más rápido (mayor tasa de pasaje), Sin embargo, cuando el tamaño de partículas es demasiado pequeño se debería usar un mínimo de consumo de FDN, superior al 0.85 % PV. Del consumo total de FDN una parte importante, aproximadamente un 50 %, debería corresponder a fibra larga (FDNef). En pastoreo se debe tener presente que los rebrotes tiernos de la primavera y el otoño no poseen suficiente fibra efectiva, principalmente cuando el animal selecciona solamente hojas.

Fibra para la producci n de carne

En los sistemas muy intensivos de engorde a corral (feedlot), está bien demostrado que los animales requieren una proporción mínima de fibra que estimule la rumia y la producción de saliva. Normalmente las dietas de estos sistemas son muy elevadas en concentrados (70 a 80 % de la MS total), que son ricos en almidón, por lo tanto, los riesgos de ácidosis están siempre latentes.

En los feedlot, para lograr una elevada eficiencia de conversión del alimento en carne, se recomienda iniciar el proceso de engorde con dietas más elevadas en fibra (no menos del 50 % de la MS total) e ir paulatinamente incorporando los concentrados, hasta que en unos 20 a 25 días se logre la dieta final establecida. Si los sistemas de engorde se basan en pasturas, la fibra también cumple un rol fundamental, sobre todo para complementar el pastoreo de los verdeos de invierno y de los rebrotes de las praderas de leguminosas. No solo se minimizan los potenciales problemas de "empaste", sino que además la fibra colabora en atenuar la tasa de pasaje de la digesta cuando los pastos están muy tiernos y húmedos, evitando las clásicas "diarreas" de los verdeos.

5.4 Tama o de picado del forraje a ensilar: su determinaci n pr ctica

Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes:

- Lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje.
- Lograr un tamaño de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDNef, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje. Se debe recordar que las tres principales características de un alimento que contribuyen a su "efectividad" para estimular la rumia son:
- Composición química (nivel de FIBRA).
- Gravedad específica funcional.
- Tamaño de partícula.

El tamaño final de picado del forraje a ensilar va a estar afectado tanto por la regulación de la máquina como por el contenido de humedad de la planta a ensilar. Además, en materia de regulación del equipo, es importante diferenciar que el "partido" de los granos en el cultivo de maíz o sorgo se realiza con el procesador de granos de la máquina ("cracker") y no achicando el tamaño de picado.

La FDNef puede ser cuantificada indirectamente midiendo el tamaño y grado de homogeneidad de las partículas de los alimentos. Para la alimentación basada en raciones totalmente mezcladas (TMR), se han desarrollado recientemente métodos que permiten efectuar estas mediciones. Se sustentan en un sistema que utiliza una serie de zarandas, cada uno con diferente tamaño de perforaciones, por donde la muestra debe ir pasando. La proporción de partículas que quedan retenidas en cada tamiz representará en forma indirecta la cantidad de FDNef del alimento ó mezcla. En Estados Unidos el sistema está disponible en el mercado y la mayor difusión es el separador de partículas de Penn State (desarrollado en la Universidad de Pensylvania, Figura 17-47).

Basados en las propiedades físicas de un cultivo "normal", los requerimientos y potencias de las nuevas picadoras, la salud y desempeños produc-

Sugerencias de tama os de part culas utilizando el separador Penn State de cuatro bandejas, para solo ensilaje de ma z, solo ensilaje de alfalfa o una raci n total mezclada (TMR), con base forrajera de ambos ingredientes (Fuente: Heinrichs, J. y P. Kononoff, 2002). [1] Porcentaje de MS que deber a queda en cada bandeja.

Tabla 17-8

	Ensilaje de Maiz	Ensilaje de Alfalfa	TMR
Bandeja superior[1] (> 0.75 pulgadas)	8% si es forraje único 3% si no es forraje único 10-15% si es picado grueso	10-15% en silo bolsa 15-25% en silo bunker	2-8%
Bandeja media[1] (0.31 – 0.75 pulgadas)	45-65%	45-75%	30-50%
Bandeja inferior[1] (0.07 – 0.31 pulgadas)	30-40%	20-30%	30-50%
Ultima bandeja[1] (< 0.07 pulgadas)	« 5%	« 5%	« 20%

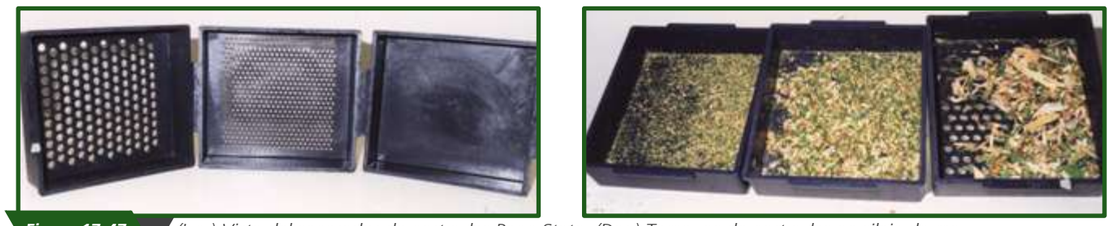


Figura 17-47 *(Izq.) Vista del separador de part culas Penn State. (Der.) Tama os de part culas en silaje de ma z.*

tivos acordes a una lactancia rentable, se recomienda que, para ensilar planta entera de maíz, la "longitud teórica de corte" (LTC) promedio se encuentre alrededor de pulgadas y la distancia entre los rodillos del procesador a 1/16 - 1/8 pulgadas (1 a 3 mm).

Desde un punto de vista más práctico, hasta tanto se avance en las investigaciones, las recomendaciones que se encuentran publicadas (que deben ser tomadas estrictamente como "guía de orientación"), sugieren que la mezcla final de alimentos procesados (mezclas de silajes/henos y concentrados) ó un alimento fibroso en particular (silaje o heno picado), debe tener entre un 5 y 10 % de partículas mayores a 2 cm, entre un 40 y 50 % de partículas entre 0,8 y 2 cm y el resto inferior a dicha longitud.

5.5 Importancia nutricional de un adecuado procesamiento (tama o de part - culas) del forraje

Cuando se procesan forrajes en estadios secos y muy secos, disminuir marcadamente el tamaño del picado tiene la ventaja de propiciar luego una buena compactación, evitando el efecto "fuelle" y el ingreso de aire al silo. Si el forraje está muy pasado, se recomienda además cosechar el material a una mayor altura, cortando al menos a unos 40 cm por encima del nivel del suelo. Esta práctica evitará llevar al silo una elevada cantidad de fibra indigerible (alta en lignina), además de sílice y otros elementos biológicos potencialmente dañinos, como esporas de hongos y ciertas bacterias (clostridios), que se encuentran en la tierra. Si bien quedará "MS" en el campo, ésta es de tan baja calidad que terminaría diluyendo el contenido energético del silaje.

Para un uso eficiente de la oferta energética del silo en materiales en estadios secos, los granos deben partirse correctamente para lograr el mejor aprovechamiento de los mismos, por lo que es fundamental utilizar el partidor de granos o "cracker", ya que, si estos granos no se trozan, pasarán indefectiblemente a las fecas con pérdidas casi totales del almidón contenido en ellos (Figura 17-48 y 17-49).

Se debe recordar que, para una buena digestión y utilización, los granos en general y los secos en particular deben estar adecuadamente procesados (molidos, partidos, aplastados), ya que el procesamiento permitirá que la mayor parte fermente en rumen y que el escape por las fecas sea mínimo.

Para ensilar forraje muy húmedo (inmaduro) y evitar una inadecuada fermentación, será necesario aplicar al material cortado unas horas previas de oreo (pre-secado), ejerciendo mucho control en su duración para no excederse de contenido de MS. El tamaño de picado debería regularse de tal manera que la cantidad de partículas retenidas en la bandeja ciega del separador Penn State (ver siguiente apartado), sea algo inferior al recomendado, solamente entre 25 a 30 %. Estas medidas evitarán la producción de efluentes, con la consiguiente pérdida de los nutrientes más digestibles de la planta.



Figura 17-48 *Feca con mucho grano, color rojizo.*



Figura 17-49 *Feca ideal.*



Figura 17-50 *Silaje de ma z picado muy fino, en separador Penn State.*



Figura 17-51 *Silaje de Sorgo forrajero picado muy fino, en separador Penn State.*

En muchos tambos de Argentina es normal que en algunos momentos del año falte fibra efectiva en las dietas, ya que es una práctica común combinar pasturas muy tiernas (que en general se suponen de baja FDNef), con silajes picados muy fino y tamaños de partícula muy parejos. Esta situación genera frecuentes problemas de ácidosis ruminal subclínica. Para prevenir esta patología, que viene acompañada por deposiciones muy blandas (diarrea), es necesario suministrar heno largo o "picado" (pero en partículas promedio de más de 5-7 cm de largo), o de lo contrario recurrir a la suplementación con sustancias reguladoras del pH ruminal, tales como las sales "antiácidas" basadas en bicarbonato y óxido de magnesio (Figura 17-50 y 17.51).

En la práctica, para vacas de alta producción el suministro de pequeñas cantidades de heno "largo" de buena calidad (1,5 a 2 kg/vaca día), en las mezclas de silajes que fueron picados muy fino ha demostrado mejorar sustancialmente el desempeño animal.

5.6 Diagn stico de la calidad de los forrajes conservados: an lisis qu micos, biol gicos y organol pticos

Los desequilibrios de las dietas (cuali - cuantitativos), representan una de las principales causas de pérdida de productividad en los sistemas ganaderos pastoriles. Para suministrar una dieta equilibrada de acuerdo a los requerimientos del rodeo es esencial conocer, antes de ejecutar cualquier formulación o de adquirir algún suplemento alimenticio extra para la temporada, el valor nutricional de los forrajes que se han conservado.

Si la información de la calidad no es genuina y se extrapolan datos de otras fuentes (bibliografía y del extranjero, principalmente), cualquier intento de realizar un balance de nutrientes coherente podría fallar.

Por otro lado, es necesario recordar que los forrajes conservados (secos o húmedos), son recursos muy susceptibles al deterioro si las condiciones de preservación no son las adecuadas.

La exposición de los materiales a la intemperie, la contaminación con hongos u otros materiales extraños y las fermentaciones indeseables, podrían provocar daños irreversibles en la salud y el desempeño animal.



Figura 17-52 *NIRS port til de la C mara Argentina de Contratistas Forrajeros(CACF) arrojando mediciones instant neas a los asistentes de la 8ª Jornada Nacional de Forrajes Conservados realizada en mayo de 2017 en INTA Manfredi, C rdoba.*

Los an lisis b sicos

En cualquier laboratorio especializado está disponible una amplia gama de análisis que permiten conocer la composición química y nutricional de los alimentos para el ganado. Sin embargo, algunos de estos análisis son de alta complejidad y no siempre la información que brindan, mejora sustancialmente el resultado de un balance básico de raciones, ya que a veces poseen un escaso valor "predictivo" de los atributos nutricionales de un forraje determinado. Además, pueden ser muy costosos.

Por estas razones, a nivel internacional se están realizando desde hace algunos años esfuerzos para seleccionar un grupo acotado de análisis que permita valorar adecuadamente los forrajes, en forma sencilla, de rápida resolución, con una buena correlación (valor predictivo) y económicos.

En este marco, algunos laboratorios están utilizando, para algunos parámetros, el método denominado NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que es una técnica de análisis no destructiva que, correctamente calibrada, cumple con algunos de estos requisitos de rapidez, sencillez y economía en la determinación de calidad.

En términos generales, el diagnóstico de la calidad y del valor nutritivo de los forrajes conservados se realiza combinando tres tipos de análisis:

- Análisis químicos.
- Análisis biológicos.
- Análisis organolépticos.

Estos son los análisis más representativos que actualmente recomiendan los nutricionistas para obtener información básica, que permita realizar un manejo adecuado y formular dietas equilibradas.

Par metros relacionados al procesamiento y conservaci n del forraje

- **MS (% MS):** indica indirectamente la cantidad de agua del forraje. Los balances de dieta deben realizarse siempre sobre base seca. El agua diluye los nutrientes.
- **pH (sin unidad):** Concentración de iones hidrógeno (H+), indica el grado de acidez del material. Valores de pH superiores a 5,5 indican una inadecuada fermentación láctica, con posible fermentación butírica.
- **Nitr geno Amoniacal (NH_3):** como proporción del nitrógeno total del forraje (NH_3 / %NT). Indica el grado de desaminación o degradación de las proteínas. No son adecuados los valores superiores al 15 %
- **Nitr geno insoluble en detergente cido y en detergente neutro (NIDA y NIDIN/ %NT, respectivamente):** representan indirectamente la proporción de proteínas y de fibra dañadas y por lo tanto no disponibles para el animal. No son adecuados los valores superiores al 15 % e indican que en el forraje se ha producido la reacción de Maillard (calentamiento con formación de compuestos indigestibles). Confiere al material un típico color marrón y cierto olor a "tabaco".
- **cido l ctico (% o mmoles):** Es el principal producto de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos del forraje. Es un ácido graso volátil, fuente de energía. Una buena fermentación produce no menos de 3 % de ácido láctico. Aumenta cuando hay almidón o azúcares solubles en el forraje.
- **cido but rico (% o mmoles):** Es también un ácido graso volátil, pero producto de una fermentación indeseable de los carbohidratos, en presencia de oxígeno. No son adecuados aquellos valores superiores a 0,1 %. Confiere al material un olor pútrido. El animal rechaza este tipo de alimento.
- **Micotoxinas:** metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen sobre diversos alimentos, bajo determinadas condiciones ambientales. Son compuestos que causan enfermedades, tanto en el hombre como en los animales, conocidas con el nombre genérico de micotoxicosis. Las determinaciones sugeridas y los límites máximos de aceptación son: aflatoxinas (25 ppb); deoxinivalenol o DON (300 ppb); zearalenona (250 ppb) y el tricoteceno toxina T-2 (100 ppb).

Par metros relacionados con la composici n qu mica (an lisis qu micos de laboratorio)

- **Prote na bruta (% PB):** esta fracción incluye también las sustancias nitrogenadas no proteicas (NNP) como aminas, amidas, urea, nitratos, péptidos y aminoácidos aislados. No siempre un alto nivel de PB significa buen nivel proteico. Los compuestos NNP, solubles o muy degradables, poseen menor valor nutricional que las proteínas verdaderas.
- **Fibra detergente neutro (% FDN):** representa los componentes de la pared celular de las plantas: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. No siempre un alto valor de FDN implica un alimento de tipo "fibroso", todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas. Si son muy pequeñas se dispondrá de menos "fibra efectiva" (FDNef).
- **Fibra detergente cido (% FDA):** Es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de compuestos Maillard; sílice; cutina, etc. Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje: cuanto más alta, menos digestible.
- **Lignina (% Lg):** Lignina es un polifenol que se produce cuando maduran las plantas, para darle rigidez y sostén, por eso principalmente se encuentra en los tallos y en general es mayor en ciertas las leguminosas (alfalfa, lotus, trébol rojo). La lignina actúa como una barrera para la digestión microbiana ruminal de la celulosa y la hemicelulosa, que en estado casi puro son muy digestibles
- **Cenizas (% Cz):** Esta fracción está compuesta de minerales (macro y micro-elementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente. En casi todos los forrajes esta fracción es inferior al 10 %. Si supera este valor, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra. En muchos casos es recomendable analizar en las cenizas los contenidos de minerales clave para el balance de la dieta (calcio, potasio; fósforo, magnesio, etc.).
- **Extracto et reo (%EE):** Es la fracción de lípidos del alimento. Contiene principalmente aceites y grasas. Valores superiores al 14 % indican que el alimento en cuestión no debería integrar una gran proporción de la dieta total. Pueden ser tóxicos para las bacterias ruminales. Además, durante el almacenamiento predisponen a enranciar los materiales cuando éstos no están adecuadamente acondicionados.

Par metros relacionados con la digesti n (An lisis biol gicos)

- **Digestibilidad in vitro de la MS (%DIVMS):** Indica indirectamente cuánto alimento quedará retenido en el tracto gastrointestinal para ser digerido (en rumen e intestinos). Si los valores son inferiores al 55 %, el forraje se considera de muy baja calidad. Este análisis todavía se utiliza para calcular el valor energético de los forrajes, sin embargo, está comprobado que en muchos casos no es un buen estimador.
- **Prote nas degradables y no degradables en rumen (%PDR- %PNDR):** Se determinan mediante la técnica de "bolsitas de nylon" incubadas durante determinados períodos de tiempo en el rumen de un animal canulado ad hoc. Si las proteínas son muy degradables (más del 70 %) en el rumen se producirá una gran cantidad de NH_3. En cambio, cuando los alimentos altos en PB poseen más del 50 % de PNDR se consideran del tipo "pasantes".
- **Fibra detergente neutro-digestible (FDNdigestible):** Se determina mediante una técnica in vitro similar a la DIVMS. Indica de manera indirecta qué proporción de la pared celular del forraje podrá ser digerida en rumen.
- **Tama o de part cula:** Se utiliza normalmente el denominado separador de partículas "Penn State" (set de 3 a 4 bandejas, tipo zarandas). Este análisis es un buen indicador de la efectividad de la fibra del forraje (FDNef).

An lisis organol pticos (determinaciones visuales, olfativas y t ctiles)

- **Color:** Gama de colores del verde al marrón oscuro. Indicador de las condiciones de almacenamiento, del grado de humedad del material, la ocurrencia de reacción de Maillard y también de la presencia de hongos. En caso de silaje de maíz, el verde de tono ligeramente "oliva" indica condiciones adecuadas de procesamiento y almacenamiento. Marrón oscuro, reacción de Maillard (que genera una especie de lignina artificial) y si se visualizan secciones blancas, presencia de hongos.
- **Olor:** del suave perfume a vinagre afrutado al rancio putrefacto. Indica si las condiciones de procesamiento fueron adecuadas (suave a vinagre); fermentación hiper-acética-material húmedo (avinagrado); fermentación butírica (putrefacto y rancio); fermentación alcohólica (olor a alcohol) por ejemplo, en grano húmedos almacenados muy secos y presencia de oxígeno). En el caso del heno, olor a tabaco fuerte indica reacción de Maillard.
- **Textura:** flexibilidad y humedad de tallos y hojas, aspectos del grano. Tallos muy "leñosos" y trozos visibles de mazorcas; material seco, desparejo, áspero, pero "mullido"; forraje que "moja" o está "resbaloso". Granos pastosos y suaves al tacto o granos duros y vítreos; granos inmaduros con aspecto "lechosos". Estas determinaciones son indicadores del estado en que el cultivo se ha procesado y preservado.

Todos estos análisis aportarán muy buena información si se realizan sobre "muestras representativas" de los forrajes que consumirán los animales. Por eso, se debe tener en cuenta las recomendaciones brindadas en este manual para la toma de

Tabla 17-9 *S ntomas organol pticos indicadores de problemas de confecci n y/o almacenamiento de henos y posibles causas del problema.*

SÍNTOMAS	POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA
Heno color marrón oscuro; olor dulzón, atabacado. Tallos extremadamente secos, frágiles y quebradizos.	Forraje henificado con alta humedad (mayor al 15%), ocurrencia de reacción de Maillard (indicador de calentamiento excesivo). Almacenamiento a la intemperie.
Heno color verde, con secciones osc uras y secciones blancas	Estado fenológico adecuado, pero andanas con diferente volumen y nivel de humedad.
Heno descolorido, con hojas casi blancas	Buen estado fenológico, pero muy "lavado" en la andana por acción de lluvia y sol.
Exceso de tallos grue sos y quebradizos, hojas que se desprenden y pulverizan fácilmente.	Forraje sobremaduro (estado fenológico de fructificación). Inadecuadas condiciones de almacenamiento.
Heno flojo, rústico, con hongos. Presencia de secciones con partículas blanquecinas (esporas de los hongos) que se desprenden como "talco".	Forraje sobremaduro, enmalezado. Andana expuesta varios días a la acción de los elementos climáticos y a la contaminación con tierra y excrementos por acción del rastrillo. Almacenamiento a la intemperie.



Figura 17-53 *Henos del alta calidad almacenados bajo tinglado.*



Figura 17-54 *Evaluando henos de alfalfa.*



Figura 17-55 *Silaje de ma z de alta calidad.*

la muestra y su acondicionamiento para enviarla al laboratorio.

Asimismo, también se sugiere que los resultados de estos análisis sean supervisados por el profesional asesor que realiza los balances de dietas, ya que a partir de algunos de ellos deberá estimar finalmente el valor energético, proteico o aniónico/catiónico, por ejemplo.

5.7 La cl nica de los forrajes conservados: detecci n de problemas relacionados a la conservaci n y fermentaci n

Cl nica de los henos

Un buen heno de alfalfa es aquel que ha sido producido a partir de un cultivo desarrollado bajo buenas condiciones de manejo, siguiendo prácticas de confección apropiadas. En consecuencia, el forraje, sea un fardo, rollo o megafardo, se caracteriza por conservar un color casi original, presentar abundante foliosidad, tallos finos, ausencia de malezas y materiales extraños. Su aroma es agradable y al tacto es seco, pero no abrasivo (Figura 17-53 y 17-54).

En la Tabla 17-9 se presentan los síntomas organolépticos que indican problemas de confección y/o almacenamiento de henos

Cl nica de los silajes

Al igual que los henos, un buen ensilaje debe reunir ciertas características organolépticas indicadoras de adecuadas condiciones de preservación. To-

Tabla 17-10 *S ntomas organol pticos indicadores de problemas de confecci n y/o almacenamiento de silajes y posibles causas del problema.*

SÍNTOMAS	POSIBLES CUSAS DEL PROBLEMA
Ensilaje caliente (+ 50°C); color marrón oscuro , olor fuerte a tabaco	Forraje muy maduro y seco picado grueso; alta población hongos y levaduras en el cultivo original, lento llenado del silo, falta compactación, presencia oxígeno (O_2).
Ensilaje con hongos. Manchas blancas en secciones oscuras. Olor a mohos.	Los hongos crecen solamente en presencia de O_2, por lo tanto, hubo ingreso de aire. Lento llenado del silo; tamaño de picado "largo"
Silaje con olor a alcohol	Fermentación dominada por levaduras que fermentan los azúcares a alcohol, lento llenado del silo, penetración de O_2 y pocas bacterias lácticas.
Ensilaje con un fuerte olor a leche "rancia" (olor a podrido), resbaloso al tacto, presencia de efluentes	Fermentación clostridial con producción de ácido butírico, favorecido por alto contenido de humedad del forraje, inadecuadas bacterias lácticas y bajos azúcares en la planta.
Ensilaje con fuerte olor a vinagre	La fermentación ha estado dominada por bacterias que fermentan los azúcares a ácido acético (vinagre), que ha sido favorecida por el alto contenido de humedad del forraje. Además inadecuadas bacterias lácticas y bajos azúcares en la planta



Figura 17-56 *Rollos deteriorados.*



Figura 17-57 *Muestra de silaje con hongos.*

da vez que no se cumplan las reglas de confección y almacenamiento apropiadas se presentarán problemas de calidad. En principio, estas reglas tienen relación con el manejo agronómico del cultivo y las prácticas inherentes al procesamiento y conservación de las partículas de forrajes en condiciones de anaerobiosis: tamaño de picado, compactación y tapado o sellado.

Una de las características sobresalientes de un buen ensilaje es su aroma, que debe ser suavemente "avinagrado afrutado", como consecuencia de la predominancia de las fermentaciones lácticas (Figura 17-55).

5.8 Contaminaci n de los forrajes conservados: Micotoxinas, diagn stico y prevenci n

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen en condiciones favorables sobre diversos alimentos (Figura 17-56 y 17-57). Son compuestos que causan enfermedades, tanto en el hombre como en los animales, conocidas con el nombre genérico de micotoxicosis.

Por su estructura química, son compuestos extremadamente resistentes a tratamientos físicos y químicos. No deben confundirse con las micosis, que son afecciones debidas a diversas especies de hongos que invaden los tejidos vivos, desarrollándose sobre ellos.

Hongos productores de micotoxinas

Los hongos productores de micotoxinas están ampliamente distribuidos en el ambiente. Se los puede encontrar en una gran variedad de alimentos, algunos de los cuales tienen gran importancia en la dieta humana y animal, como los cereales y las oleaginosas. Algunos de estos hongos invaden los cultivos en el campo (hongos del campo), antes de ser cosechados. Otros son capaces de desarrollarse en los productos almacenados (hongos del almacenamiento), en una gran variedad de condiciones ambientales.

La mayoría de los "hongos de campo" pertenecen al género Fusarium y los "del almacenamiento" a los géneros Aspergillus y Penicillium. El desarrollo de los hongos de "campo" depende de las condiciones climáticas imperantes durante algunas fases del cultivo. Por lo tanto, son más difíciles de controlar que los del almacenamiento, cuyo desarrollo puede prevenirse con buenas prácticas de acondicionamiento y conservación.

Las aflatoxinas, micotoxinas producidas por hongos del género Aspergillus, son consideradas muy peligrosas por su poder contaminante aún a muy bajas concentraciones, por el tipo de daño, muchas veces irreversible y por su capacidad de acumularse en productos animales y continuar contaminando la cadena alimentaria.

Si bien las micotoxinas derivadas de hongos "del campo" resultan dañinas para la producción de leche, generalmente tienen muy baja tasa de metabolización y, por lo tanto, de aparición en el producto animal. Entre las toxinas más frecuentes y perjudiciales se encuentran la zearalenona y los tricotecenos (toxina T-2, diacetoxiscipernol o DAS y el deoxinivalenol o DON).

Las micotoxinas y sus efectos adversos

El término micotoxicosis es muy general y abarca enfermedades diferentes, que solo están relacionadas entre sí por deberse a toxinas producidas por mohos. Las principales vías de intoxicación se deben a la ingesta de alimentos contaminados con micotoxinas o con residuos de las mismas. Cabe aclarar que las aflatoxinas son resistentes a los tratamientos térmicos y si estuviesen presentes en la leche por ejemplo, no se destruirían con la pasteurización.

Tabla 17-11 *Efectos y patolog as asociadas a micotoxinas espec ficas y concentraciones m ximas sugeridas en la dieta para bovinos de leche y carne.*

MICOTOXINA	EFECTOS -PATOLOGÍAS	Límite máximo sugerido en la
Aflatoxinas	Disminución del desempeño animal y del estado general de salud. Residuos en leche	25ppb
DON (vomitoxina)	Menor c onsumo y producción de leche, recuento elevado de células somáticas en leche, reducción de la eficiencia reproductiva	300 ppb
Zearalenona	Modificaciones en el nivel de estrógenos, aborto (dosis altas), reducción del consumo de alimentos, disminución en la producción de leche, vaginitis, secreción vaginal, menor eficiencia reproductiva.	250 ppb
Toxina T -2	Rechazo del alimento, pérdidas de producción. Gastroenteritis, hemorragias intestinales, muerte. En terneros, disminución de la respuesta inmunológica.	100 ppb

En el ganado, el consumo de alimentos contaminados produce una depresión del sistema inmunológico y como consecuencia, se reduce la resistencia a enfermedades infecciosas, la eficiencia de las vacunas preventivas y se producen daños patológicos en órganos como hígado y riñones. Además, se observa disminución de crecimiento, menor eficiencia de conversión de alimento y reducida eficiencia reproductiva. Todo esto se traduce en pérdidas económicas significativas.

En la Tabla 17-11 se presentan algunas patologías producidas en ganado vacuno por las micotoxinas que se encuentran con mayor frecuencia en los alimentos y los límites de aceptación en la dieta. Cabe aclarar que estos límites son para cada micotoxina en particular, sin embargo, el efecto de estas toxinas es sinérgico.

Marcadores de la presencia de micotoxinas

Se han realizado algunos intentos para encontrar una micotoxina "marcadora", que indique la presencia de otras en forrajes conservados, en particular silajes. El DON (vomitoxina), ha sido señalado con este propósito. Este compuesto es producido por especies de Fusarium y las vacas lecheras se encuentran entre los animales más susceptibles.

Sin embargo, los estudios realizados en la EEA Rafaela del INTA en forrajes conservados, indican que no habría un "marcador" certero, ya que aún en ausencia de Fusarium, se constató presencia de DON y no siempre la presencia de hongos potencialmente productores de aflatoxinas, estuvo asociada a muestras DON positivas.

La presencia de micotoxinas en los henos y silajes depende de las condiciones climáticas, fundamentalmente las precipitaciones y por la elaboración y almacenamiento del forraje. Por ejemplo, en henos de pastura los análisis indicaron presencia de toxinas cuando los mismos fueron confeccionados con alta humedad (mayor a 25 %) y almacenados directamente sobre la tierra, a la intemperie.

Para silajes, los parámetros analíticos de aquellos con contaminación fúngica señalaron claramente que el proceso de conservación no fue el adecuado. Se registraron valores de pH y de nitrógeno amoniacal que indican una inapropiada fermentación (ingreso de aire), con elevada proteólisis.

5.9 Observaci n de las deposiciones fecales del animal para diagnosticar desequilibrios en la dieta

El estiércol está compuesto principalmente por residuos de alimentos que no fueron utilizados, ya sea porque son indigestibles, como por ejemplo la fibra muy lignificada, o porque pasan rápidamente sin tiempo para ser digeridos, como algunas secciones de fibra del forraje, alimentos en partículas muy finas y en algunos casos hasta granos enteros. Por lo tanto, un detenido monitoreo a campo de las deposiciones en los potreros y/ó corrales de alimentación pueden, en la práctica, ayudar a interpretar y corregir problemas de alimentación.

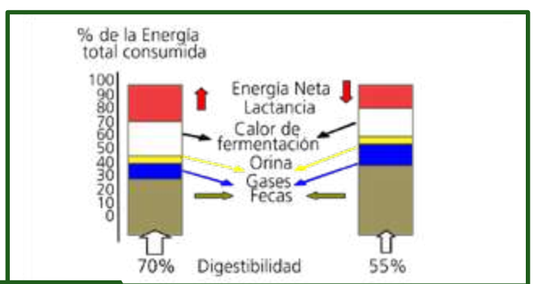


Figura 17-58 *Partici n relativa de la energ a consumida por vacas lecheras con dietas de diferente digestibilidad.*

P rdidas energ ticas del proceso digestivo

Si se considera que las pérdidas de alimento en las fecas constituyen la principal "fuga de energía" del sistema animal es por ende determinante de la digestibilidad de la dieta.

En el siguiente gráfico se muestran las composiciones de las pérdidas hipotéticas de energía (partición de la energía), en vacas lecheras consumiendo dos raciones de digestibilidad contrastante (Figura 17-58).

El proceso digestivo es, en términos generales, poco eficiente aún con una dieta de alta digestibilidad. Para una digestibilidad del 70 % (rectángulo de la izquierda), la energía disponible para la síntesis de leche (Energía Neta lactancia) sigue siendo relativamente baja, menos del 30 % del total de energía consumida por el animal. Pero cuando la calidad de los alimentos disminuye o el desbalance entre nutrientes de la dieta es importante, la digestibilidad disminuye y la magnitud de las pérdidas se incrementan sustancialmente, en más del 35 % (rectángulo de la derecha).

Las pérdidas más sencillas de controlar son en primer orden las derivadas de las fecas y luego las de los gases de fermentación (metano), ambas pueden disminuir sensiblemente a través de dietas equilibradas (relación energía a proteínas), con alta calidad de la fibra del forraje y suministrando diariamente los alimentos de forma tal que se produzcan buenas sincronizaciones ruminales de los diferentes nutrientes contenidos en ellos.

La materia fecal y sus caracter sticas

En función de la consistencia (grado de humedad) y características físicas (aspecto general), se pueden distinguir cuatro tipos de deposiciones, las cuales se describen a continuación.

A) Consistencia "firme"

Caracter sticas: son fecas duras que se deponen como una única unidad en forma piramidal, relativamente secas (bajo contenido de humedad). En general no poseen un olor intenso. Al tacto son ásperas, con abundantes partículas de fibras gruesas, sin rastros visibles de grano (Figura 17-59).

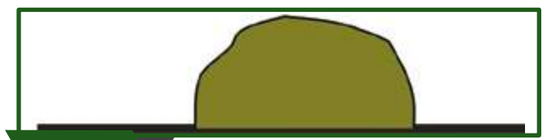


Figura 17-59 *Fecas firmes.*

Diagn stico: Consumo de abundante fibra entera de regular calidad con alto grado de lignificación y largo tiempo de retención en rumen, escaso nivel de proteína en la dieta en especial de compuestos nitrogenados degradables, provoca efecto "llenado ruminal" que conduce a menores consumos. Generalmente coincide con pH de rumen de alrededor de 7 o levemente superior. Son comunes en vacas secas o de fines de lactancia.

En vacas de alta producción durante el 1er tercio de lactancia reflejan una condición de subnutrición y consecuentemente menores rendimientos de leche, con elevadas concentraciones de grasa butirosa y bajos porcentajes de proteína.

B) Consistencia "ideal"

Caracter sticas: deposición menos firme que la anterior, suavemente redondeada en sus bordes, dejando en el centro una leve depresión (donde, por dichos de algunos expertos "podría colocarse una flor de margarita"). Al tacto es suave y levemente pastosa y homogénea, no se visualizan fácilmente partículas de fibra larga ni granos enteros o parcialmente digeridos (Figura 17-60).

Diagn stico: Dieta balanceada, correcta cantidad y calidad de Fibra (FDN) y suficiente nivel de fibra efectiva (FNDef.). En rumen se forma un "entramado" fibroso en la capa superior que promueve una adecuada masticación, rumia e insalivación. Indica buena sincronización, con pH ruminal promedio diario de 6 - 6,5. Adecuado consumo voluntario y buen nivel de producción y composición de sólidos en leche.

C) Consistencia "blanda"

Caracter stica: Feca acuosa y de olor penetrante. Presenta una forma aplanada y expandida, al deponerse "salpica" bastante. Es inconsistente y resbaladiza al tacto, muchas veces se nota la presencia de "mucus" (mucina/fibrina), del tracto gastrointestinal que es transportado por la rápida



Figura 17-60 *Feca de consistencia ideal.*

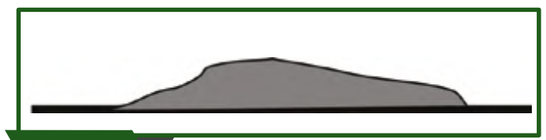


Figura 17-61 *Feca de consistencia blanda.*

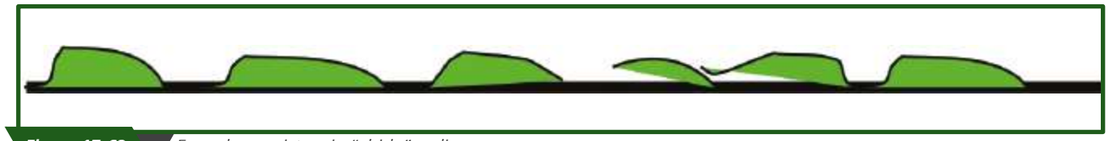


Figura 17-62 Feca de consistencia "chirle" o diarrea.

tasa de pasaje de la dieta. También son fecas con presencia de "burbujas de gas".

En contacto con el aire presenta una coloración levemente grisácea. Se distinguen fácilmente partículas aisladas de finas fibras largas (> 1 cm) y granos enteros o partidos que no fueron digeridos, debido precisamente a la rápida tasa de pasaje. Coincide con un rumen de tipo ácido, con pH inferior a 6 en buena parte del día (Figura 17-61).

Diagn stico: Es indicativo de un déficit de fibra, principalmente FDNef. En muchas circunstancias el animal puede encontrarse en ácidosis subclínica. Es frecuente en vacas de alta producción en los primeros meses de la lactancia, que reciben elevados niveles de concentrado en la dieta.

En otras categorías es común en condiciones de pastoreo de forrajes tiernos (alfalfa de primavera y otoño, por ejemplo) y dietas con altos contenidos de proteína degradable.

Generalmente se asocia a altos consumos voluntarios y muy rápidas tasas de digestión y pasaje. El contenido de sólidos de leche es normalmente bajo, principalmente el de grasa butirosa., en algunas ocasiones se presenta la inversión en las concentraciones de grasa a proteínas (más proteína que grasa). Esta condición es de "alerta" y se deben corregir rápidamente los niveles de fibra de la dieta.

D) Consistencia "chirle" (diarrea)

Caracter stica: Fecas totalmente planas y acuosas, se visualiza entrecortada, en secciones muy extendidas. Se va deponiendo en forma de "chorros", salpicando en su alrededor. Contiene abundante "mucus" intestinal, muy resbaladiza al tacto. Los garrones y cola generalmente están muy sucios con materia fecal (Figura 17-62).

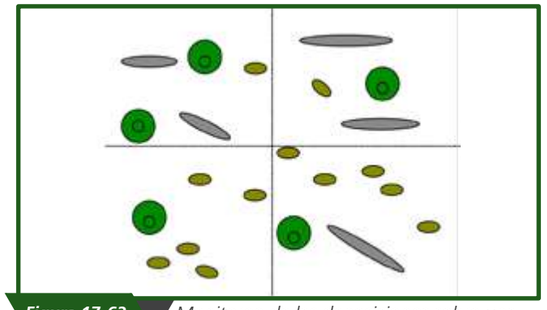


Figura 17-63 Monitoreo de las deposiciones sobre una superficie representativa de los sitios de alimentaci n.

Diagn stico: Severo desbalance nutricional, déficit pronunciado de fibra y FDNef, excesos de proteínas de alta degradabilidad ruminal; disturbios en el metabolismo mineral (balance aniónico/catiónico) que provoca graves alteraciones en el balance hídrico corporal. Es también signo de déficit pronunciado de magnesio (Mg) en la dieta. Es frecuente en vacas pastoreando verdeos de invierno muy tiernos, como principal componente de su dieta. "Alerta roja", se debe plantear nuevamente la ración incorporando fuentes de energía, fibra y minerales.

El monitoreo de las fecas a campo y la interpretaci n de los resultados

Las prácticas de monitoreo del estiércol son sencillas y de rápida resolución. Se sugiere que se lleven a cabo rutinariamente, al menos una vez por semana, entrenando al personal que normalmente lleva a cabo el manejo de los animales. Las observaciones pueden realizarse tanto en las franjas de pastoreo, como en los corrales de encierro donde se suministran henos/silajes u otros alimentos.

En el caso de las franjas de pastoreo es conveniente dividir imaginariamente una superficie, lo suficientemente representativa, en cuartiles (Figura 17-63), efectuar el conteo de las deposiciones por cuartil, clasificarlas según su tipo (duras, normales, blandas, chirles) y finalmente calcular la proporción de cada una sobre el total monitoreado. Teniendo identificado el rodeo en cuestión según su estado fisiológico (proporción de vacas en lactancia temprana, lactancia media, etc.), luego se procede al diagnóstico de situación.

Para el caso de un lote de animales de alta producción (24-30 litros/vaca día), si la cantidad de deposiciones de tipo blandas se encuentra en una proporción mayor al 40 % será necesario corregir la cantidad de fibra de la dieta, principalmente la FDNef y readecuar los niveles proteicos de la misma. Posiblemente la proteína degradable en rumen sea excesiva.

Si, por el contrario, en el total monitoreado, se advierte gran heterogeneidad en el tipo de estiércol podría indicar que los animales no se están alimentando en forma pareja, es posible que algunas vacas estén consumiendo más rollo, otras más pasto y otras más silaje. En estos casos es necesario corregir el sistema de suministro y tal vez, lotear los animales de manera que se elimine la competencia entre ellos (vaquillonas de 1er lactancia separadas de vacas multíparas).

6. Anexo Primero: Concurso nacional de forrajes conservados

Si bien Argentina ha evolucionado en la adopción de los forrajes conservados, en la actualidad el trabajo debe focalizarse en la calidad nutricional que producimos, dado que solo el forraje de calidad que llega a la boca del animal garantiza eficiencia en la producción. Una mejor conversión de Kg/MS en litros de leche y kilos de carne, permite disminuir los costos de la producción y aumenta la competitividad de la ganadería.

Debe quedar claro que la confección de un forraje de excelente calidad y uno de mala calidad poseen el mismo costo operativo, dado que para ambos casos hay que realizar las mismas operaciones y normalmente interviene la misma cantidad de maquinaria.

El INTA logró un rol protagónico en la difusión de los forrajes conservados, no solo por la masificación de esta tecnología y el aumento en la producción de heno y silo, sino también por el gran aporte que realizó para incrementar la calidad de los mismos en busca de ampliar la eficiencia productiva.

El puntapié inicial para incentivar el aumento de la calidad en la producción de forrajes conservados se produjo hace exactamente 20 años, en el año 1998, donde los técnicos Mario Bragachini, Pablo Cattani, Edgar Ramirez y Silvana Ruíz del Proyecto Nacional INTA PROPEFO junto a Ángel Barrenechea y Sergio Dequino de la Agencia de Extensión del INTA Villa María, elaboraron las bases del reglamento del Primer Concurso Nacional de Forrajes Conservados, el cual se llevó a cabo en la Exposición Mundo Lacteo 98, realizada del 8 al 11 de octubre de ese año, en la Estancia Santa Elena, Pergamino, Prov. de Buenos Aires.

A continuación, se muestra el cupón para participar del 1º Concurso Nacional de Forrajes Conservados que se distribuyó con la Revista Super



Figura 17-64 Notas de Revista Super Campo de junio y julio de 1998 promocionando el 1° Concurso Nacional de Forrajes Conservados

Mundo Lácteo '98

ORGANIZA

PRIMER GRAN CONCURSO NACIONAL CALIDAD DE FORRAJE CONSERVADO

Edición 1998: Heno Enrollado de Alfalfa Pura



Propefo

Participan: Proyecto Propefo - INTA Manfredi- Fac. de Ciencias Agropecuarias de la Univ. Católica de Córdoba

Auspicia: Programa Cambio Rural

PRIMER GRAN CONCURSO NACIONAL CALIDAD DE FORRAJE CONSERVADO

Edición 1998
Heno enrollado de alfalfa pura

Fecha de envío: ...../...../199....

Datos Personales

Nombres y apellido:.....

Domicilio:..... CP: .....

Localidad: ..... Provincia: .....

Teléfonos: .....

Datos del Establecimiento

Ubicación:.....

.....

Tipo de explotación (marcar con una cruz lo que corresponda)

MIXTO ❑ INVERNADA ❑ TAMBO ❑ CRIA ❑

Información sobre la muestra

Variedad de la alfalfa sembrada: .....

Fecha de siembra: ...../...../ 199.....

Tipo y densidad de siembra: .....

Hectáreas sembradas .....

Fertilización NO-SI (tipo y cantidad).....

Fecha de corte: ...../...../199.....

Número de corte en el que se efectuó el rollo .....

Maquinaria utilizada para corte, hilerado, enrollado, transporte.etc.(Marca y modelo)

.....

.....

.....

.....

Observaciones: (detallar cualquier información que no figure en la planilla)

.....

.....

.....

.....

Reglamento:

Mundo Lácteo organizará anualmente un Concurso Nacional sobre Calidad de Forraje Conservado (Heno – Henolaje – Silaje)
En la Edición 1998 se trabajará sobre Heno enrollado de alfalfa pura



Objetivos:

- Seleccionar y premiar al productor que presente el mejor rollo de heno de alfalfa pura.
- Contribuir a la difusión de las características físicas y químicas que distinguen el valor alimenticio de un rollo bien confeccionado.
- Favorecer la difusión de las recomendaciones básicas para confeccionar un rollo de calidad.

Organizadores:

- Mundo Lácteo
- Cambio Rural
- INTA Manfredi
- Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba

Coordinación Técnica:

Proyecto INTA-Propefo

Laboratorios de Referencia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba.
Gorosito y Asociados. (Pergamino)

Participantes:

Productores, contratistas, entidades o grupos de productores.
Las entidades y grupos de productores deberán designar un integrante que los represente.
Cada participante deberá concursar con dos rollos de alfalfa pura.

Jurado:

Estará integrado por profesionales de reconocida experiencia y

Figura 17-65 *Bases del 1° Concurso Nacional de Forrajes Conservados desarrollada por INTA PROPEFO en conjunto con INTA AER Villa Mar a, publicado en julio de 1998.*

trayectoria en la actividad. Sus fallos serán inapelables, al igual que los resultados que informen los laboratorios de referencia.

Premios:

Habrá importantes premios para los tres primeros puestos, para el técnico asesor y el operario que realizó el trabajo.

Inscripción:

El concurso tendrá un costo de inscripción de $ 20, productores de Cambio Rural $ 15, que deberá ser abonado mediante cheque o giro postal a nombre de Oscar Melo, y recibirá un recibo oficial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba.
Lugar de Inscripción: Oficinas de Cambio Rural en todo el país y en Mundo Lácteo (Chacabuco 253 piso 3° -1069- Capital Federal).
Tel: (01) 341-9370 al 75. Fax: (01) 341-9376/77.



Metodología de muestreo y evaluación:

Forma de extracción y envío de la muestra:

a) El productor participante debe seleccionar dos (2) rollos muy parejos.

b) Se debe desenrollar uno de los rollos y tomar muestras de diferentes lugares llegando hasta el corazón.

c) El otro rollo se debe guardar intacto para llevar a Mundo Lácteo en la etapa final.

d) Colocar las muestras dentro de una bolsa de polietileno, con un rótulo escrito en lápiz, indicando el nombre de la persona que lo envía, la dirección, el teléfono y la fecha de extracción de la muestra.

e) La muestra enviada debe pesar entre 1.000 y 1.500 gramos y debe estar acompañada de la planilla de información y del derecho de inscripción.

f) Las muestras se recibirán en las oficinas de Cambio Rural hasta el 31 de julio de 1998.

Método de evaluación:

La evaluación se llevará a cabo en tres etapas:

Primera etapa:
La primera selección se realizará sobre la base de la composición física de la muestra.
En esta etapa se clasificarán las 100 mejores muestras.

Segunda etapa:
A las 100 muestras seleccionadas se les hará un análisis químico para determinar el Valor Relativo del Alimento a través de:

- Materia Seca (MS)
- Proteína Bruta (PB)
- Fibra Detergente Acido (FDA)
- Fibra Detergente Neutro (FDN)



En esta etapa se seleccionarán las 15 mejores muestras de acuerdo a sus características químicas para pasar a la instancia final.

Tercera etapa:

- Los 15 productores que califiquen para la final serán notificados el día 15 de Septiembre
- Entre el 23 y 25 de Septiembre de 1998 deben llevar el segundo rollo hasta el predio donde se realizará Mundo Lácteo.
- Estos rollos concursarán por el primer lugar y serán exhibidos en el predio de la exposición durante los días de Mundo Lácteo.
- La clasificación final se realizará el sábado 10 de Octubre en la exposición, y en ella se tendrán en cuenta:

Características químicas: (60%)

- El Jurado extraerá una nueva muestra de material del rollo enviado, para repetir el análisis de laboratorio, el cual será comparado con el que se realizó en la primera etapa.

Apreciación visual y densidad de Materia Seca: (25%)

- Esta tarea será realizada por el Jurado del concurso, el que calificará la calidad de los rollos seleccionados, teniendo en cuenta:

Las características organolépticas: color, olor, presencia de materiales extraños, hongos, cantidad de hojas, además de la densidad de compactación.

La densidad de Materia Seca de cada rollo mediante: el peso, medición de volumen y el contenido de materia seca.

Evaluación personal: (15%)

- Para la obtención del puntaje final, los participantes deberán completar un ***cuestionario escrito*** de opciones múltiples, referente a la confección y utilización de heno de alfalfa de calidad.

El resultado del concurso y los datos de los participantes que alcancen la instancia final serán publicados en la revista ***Super*** **CAMPO**

Buenos Aires, Junio de 1998.



ORGANIZA
REVISTA *Super* CAMPO
Y EDITORIAL PERFIL

Del 8 al 11 de Octubre
Estancia Santa Elena, Ruta 32 (Pergamino / Rosario) Km. 18
y Acceso a Manuel Ocampo, Pergamino, Pcia. de Bs. As.

Campo del mes de julio de 1998, donde se publicaron las bases para participar, aclarando que las distinciones del certamen no serían otorgadas a fabricantes de maquinaria, sino que solamente a productores, técnicos asesores y operarios.

El objetivo de este concurso fue incentivar la calidad en la producción de los forrajes a la vez de concientizar al productor de la importancia de analizar sus reservas para saber qué tipo de alimento está utilizando en sus dietas. Es esencial conocer, en tiempo y forma, la calidad y el valor nutricional de los forrajes que se han conservado, antes de ejecutar cualquier formulación o de adquirir algún suplemento alimenticio extra para la temporada. Los desequilibrios de las dietas, tanto en calidad como en cantidad, representan una de las principales causas de pérdidas de productividad.

Desde el año 2004, con la idea de seguir con la mejora continua en la calidad de los alimentos, técnicos de INTA y de la actividad privada, bajo la coordinación de la Ing. Miriam Gallardo, llevaron a cabo en el marco de Mercoláctea, 14 ediciones del Concurso Nacional de Forrajes Conservados. Bajo este contexto, este tradicional concurso se ha transformado en el único parámetro de referencia nacional para indicar la calidad que podemos llegar a producir en nuestros sistemas, premiando a quienes logran los mejores resultados y generando discusiones sobre cómo proceder para lograr esos aumentos de calidad promoviendo un proceso de mejora continua en los establecimientos lecheros que utilizan este parámetro de referencia año a año.

En términos generales, el diagnóstico de calidad y del valor nutritivo de las muestras participantes de todas las categorías del concurso se realiza combinando análisis químicos de laboratorio y análisis organolépticos.

En laboratorio se realizan los análisis más representativos que actualmente recomiendan los nutricionistas, a fin de obtener información básica para un adecuado manejo y una correcta formulación de dietas equilibradas. Entre los parámetros relacionados al procesamiento y conservación del forraje se destaca Materia Seca, pH y Nitrógeno Amoniacal. Entre los parámetros relacionados a la composición química se destaca Proteína Bruta, Fibra de detergente ácido, Fibra de detergente neutro, Cenizas y Almidón.

El análisis organoléptico (determinaciones visuales, olfativas y táctiles) fue desarrollado en cada edición en la jura del concurso, por los distintos técnicos especialistas que participaban como evaluadores, donde se consideraban distintos indicadores complementarios como si las condiciones de procesamiento y almacenamiento fueron, adecuadas, del grado de humedad del material, la ocurrencia o no de reacciones de Maillard, presencia de hongos, etc.





Figura 17-66 *Jura de muestras finalistas en 13° del Concurso de Forrajes Conservados realizado en INTA Rafaela en el marco de Mecol ctea 2016.*

6.1 Calidad de las muestras de forrajes participantes del concurso del a o 2004 al 2017

- Por Mónica Gaggiotti, Luis Romero y Alejandra Cuatrín

A continuación se presenta un análisis de todas las muestras participantes del Concurso de Forrajes Conservados (CFC), que se llevó a cabo durante las 14 ediciones realizadas en Mercoláctea.

De este concurso participaron las siguientes categorías: fardo alfalfa (FA), rollo alfalfa (RA), fardo pastura (FP), rollo pastura (RP), silaje maíz (SM), silaje sorgo forrajero (SSF), silaje sorgo granífero (SSG), silaje alfalfa (SA), silaje pastura (SP), silaje soja (SS) y silaje ray-grass anual (SRG) esto hasta el año 2008 y a partir del 2009 se incorporó la categoría silajes de cereales de invierno (SCI) y se unificaron RA y FA y RP y FP en heno alfalfa (HA) y heno pastura (HP) respectivamente, y en el 2013 se incorporó la categoría de silaje de sorgo silero (SSS) y de sorgo azúcarado (SSA). Las muestras fueron analizadas hasta el año 2011 inclusive, en el laboratorio de Producción Animal del INTA EEA Rafaela y a partir del año 2012 fueron remitas al Laboratorio de Nutrición Animal TEKNAL S.A.

Las determinaciones químicas efectuadas en todas las muestras fueron: %MS, %PB, %FDN, %FDA y % cenizas, almidón (para silaje de maíz) adicionándose para los silajes el valor de pH y para SA, SP, SS y SRG el %N-NH_3.

Se evaluaron 4028 muestras correspondientes a diferentes forrajes. La distribución anual de las muestras según el año de evaluación se presenta en la figura 17-67. Se observa que la cantidad de muestras remitidas aumentó hasta el año 2010 y luego comenzó a disminuir.

Como se puede observar en la Figura 17-68, la proporción de silajes siempre fue superior a la de henos. En el año 2016 se recibió 1 muestra de heno de pastura y ninguna en el 2017.

6.2 An lisis estad stico

A todas las bases de datos consideradas se les aplicó el siguiente procedimiento:

1. Se construyeron los diagramas de tallo y hoja para determinar distribución de los datos y señalar valores raros.

2. Se limpió la base en función de la presencia de valores raros.

3. A la base depurada se le realizó:
   - Estadísticas descriptivas generales por parámetro composicional.
   - Estadística descriptivas y gráficos de evolución a través de los años de evaluación
   - Gráficos de relación entre variables

Todos los procedimientos estadísticos se realizaron con el sistema R (2016) utilizando los paquetes: car (2011), extremevalues (2010), psych (2017) y pastecs (2014).

Se evaluaron los siguientes forrajes:

Silajes

1. **Silaje de ma z:** esta base fue dividida en dos categorías según su contenido de materia seca,
   - a) Menos de 25 % MS (232 muestras, observadas en los años 2004 a 2016).
   - b) 25 % o más de MS (1821 muestras, observadas en los años 2004 a 2017).

2. **Silaje de sorgo:** estos se clasificaron en:
   - a) Silo de sorgo azúcarado.
   - b) Silo de sorgo sudan.
   - c) Silo de sorgo forrajero.

3. **Silaje de alfalfa**

4. **Silaje de cereales de invierno**

5. **Silaje de pastura:** en este grupo se contempló todas aquellas pasturas que pudieran o no tener alfalfa, pero que en su composición contaban por lo menos con un elemento de composición diferente a la misma.

6. **Silaje de Ray-grass anual**

7. **Silaje de sorgo gran fero**

8. **Silaje de soja**

Henos

1. **Heno de pastura**

2. **Heno de alfalfa**

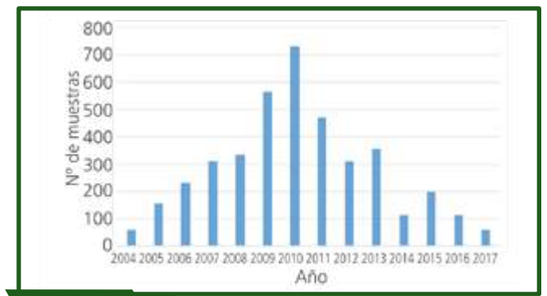


Figura 17-67 *Evoluci n de la cantidad de muestras seg n el a o de evaluaci n.*

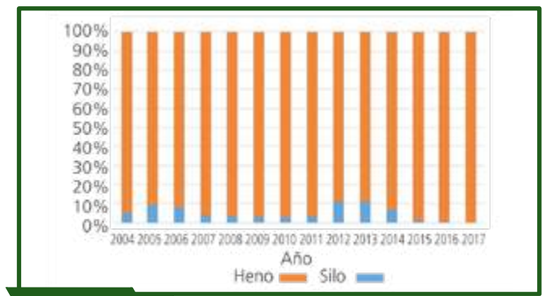


Figura 17-68 *Relaci n de la proporci n de silajes y henos evaluados seg n el a o.*

Tabla 17-12 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SM con <25 %MS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

	n	Min	Max	rango	median	promedio	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	203	3,38	4,30	0,92	3,76	3,77	0,03	0,19	0,05
N-H,/NT%	3	7,57	8,95	1,38	7,62	8,05	1,94	0,78	0,10
MS%	203	18,25	24,95	6,70	23,39	22,90	0,23	1,66	0,07
PB%	196	5,02	12,21	7,19	9,10	8,99	0,22	1,54	0,17
FDN%	196	43,17	64,11	20,94	53,23	53,14	0,62	4,39	0,08
FDA%	196	21,64	35,70	14,06	28,46	28,36	0,39	2,78	0,10
Cenizas%	196	4,75	10,72	5,97	7,44	7,56	0,17	1,21	0,16
LDA%	33	1,58	7,25	5,67	5,59	5,14	0,47	1,33	0,26
Almidón%	33	0,32	21,11	20,79	12,49	11,78	2,10	5,92	0,50

Tabla 17-13 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SM con 25 % o m s de MS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

	N	min	max	range	median	mean	CI.mean.0.95	std.dev	coef.var
pH	1721	3,27	4,49	1,22	3,81	3,83	0,01	0,20	0,05
NH, /NT%	25	3,45	15,35	11,90	7,37	7,96	1,29	3,12	0,39
MS%	1722	25,00	50,08	25,08	32,40	33,23	0,24	5,15	0,15
PB%	1693	4,09	11,73	7,64	7,89	7,91	0,06	1,23	0,16
FDN%	1693	26,44	63,54	37,10	47,44	47,13	0,29	6,16	0,13
FDA%	1693	14,78	34,04	19,26	23,92	24,11	0,14	3,03	0,13
Cenizas%	1693	2,81	10,00	7,19	6,15	6,26	0,05	1,15	0,18
LDA%	395	1,83	7,21	5,38	5,48	5,04	0,12	1,25	0,25
Almidón %	395	8,80	43,01	34,21	26,19	25,88	0,61	6,18	0,24

Resultados

SILAJES

Son 10 las categorías de silajes consideradas en el concurso, y la proporción de las mismas varió según el año. En la figura 17-69 se presentan cuáles fueron los ensilajes evaluados y su proporción según el año.

La categoría de silaje de maíz ha sido la que más muestras (2052) presentó en los diferentes años evaluados, los ensilajes cereales de invierno (413) tuvieron una muy buena participación a pesar de haberse incorporado recién en el año 2009.

1. **Silo de ma z:**
   - a) Menos de 25 % MS

En la tabla 17-12 se presentan las características básicas de la base evaluada, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

   - b) 25 % o más de MS

La tabla 17-13 presenta las características básicas de la base evaluada, con el rango de valores normales hallados para cada variable.

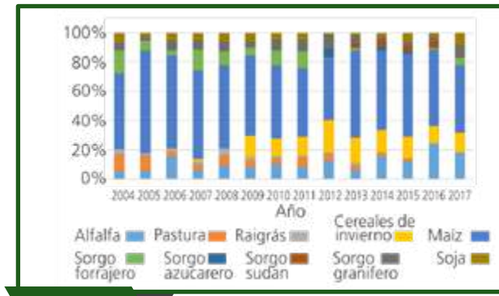


Figura 17-69 *Relaci n de la proporci n de silajes y henos evaluados seg n el a o.*



Figura 17-70 *Evoluci n del porcentaje de FDN y FDA de silajes de ma z con m s de 25 % MS a lo largo de los a os.*

Los valores que figuran en la Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes (tabla) publicada por INTA 2008 son: %MS: 32,54 %PB: 8,05; %FDN 46,14, %FDA 29,06, %cenizas 7,18; %LDA 4,51; como se puede observar la mayor diferencia se encuentra en el %FDA y en el de cenizas que son inferiores en las muestras concursadas, lo que indicaría una mayor digestibilidad de las muestras evaluadas.

Cuando se comparan los silajes de maíz con menos de 25 % MS vs los de más de 25 %, se puede observar que cuando se cosecha con más MS en la planta se mejoran los valores de FDN (53,14 vs 47,13), FDA (28,36 vs 24,11) y el contenido de almidón (11,78 vs 25,88) lo que los hace más digestibles y es de esperar también lograr un mayor consumo y respuesta animal. En la figura se puede visualizar una disminución de los valores de FDN y FDA, lo que implica un aumento de la digestibilidad y de la energía de los mismos. Si bien se mejora la calidad en los últimos años hay que tener presente también que hay menos muestras analizadas lo cual puede indicar que los que enviaban muestras al concurso eran productores que estaban interesados y que aplicaban muy bien las técnicas del ensilado.

Un hecho relevante en la evolución de este cultivo, es que en busca de mayor seguridad agronómica, a lo largo del periodo 2004-2017, se observó una tendencia al incremento de participación de cultivos de siembra tardía. Otro punto, es que a medida que se avanzó con el concurso, se evolucionó en el quebrado de los granos, recalcando que en las últimas ediciones, en la mayoría de las muestras recibidas se destaca la presencia de granos quebrados, fundamentalmente en aquellas que superaban el 35 % MS y presentaban mayor porcentaje de endosperma duro en sus granos. También se observó una variación del tamaño de picado según condiciones de MS, con un picado más largo en las muestras cercanas al 30 % y uno más pequeño cuando se acercaban al 40 %, lo que

Tabla 17-14 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SSA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

	n	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	21	3,67	5,54	1,87	4,65	4,49	0,23	0,51	0,11
MS %	22	19,00	46,00	27,00	32,00	31,90	3,01	6,78	0,21
PB %	22	3,64	11,53	7,89	5,97	6,18	0,77	1,74	0,28
FDN %	22	38,26	67,71	29,45	48,94	50,71	3,45	7,78	0,15
FDA %	22	21,99	42,92	20,93	29,39	30,51	2,39	5,39	0,18
Cenizas %	22	4,82	8,32	3,50	6,62	6,67	0,38	0,85	0,13
LDA %	6	2,84	6,94	4,10	5,55	5,23	1,49	1,42	0,27

Tabla 17-15 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SSS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

	n	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	27	3,55	4,69	1,14	3,93	4,01	0,13	0,32	0,08
MS%	27	21,70	38,20	16,50	33,67	33,18	1,52	3,83	0,12
PB%	27	3,81	9,70	5,89	6,22	6,50	0,65	1,65	0,25
FDN%	27	36,80	60,78	23,98	47,11	47,05	2,59	6,55	0,14
FDA%	27	26,20	39,61	13,41	31,60	31,36	1,48	3,73	0,12
Cenizas%	27	3,31	8,37	5,06	5,16	5,34	0,57	1,44	0,27
LDA%	27	4,37	7,70	3,33	5,86	5,79	0,27	0,69	0,12

Tabla 17-16 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SSF, con el rango de valores normales hallados para cada variable:*

	n	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	227	3,40	4,50	1,10	3,83	3,86	0,03	0,21	0,05
MS%	227	18,46	39,47	21,01	27,80	27,78	0,55	4,24	0,15
PB%	223	3,84	11,11	7,27	7,00	7,17	0,20	1,50	0,21
FDN%	223	46,52	71,40	24,88	57,92	58,02	0,60	4,55	0,01
FDA%	223	21,78	42,50	20,72	32,00	32,34	0,50	3,81	0,12
Cenizas%	222	4,11	13,01	8,90	8,76	8,86	0,22	1,66	0,19
N-H,/NT%	7	4,35	9,00	4,65	6,67	6,71	1,64	1,78	0,27
LDA%	9	3,93	7,04	3,11	5,36	5,53	0,92	1,20	0,22

Tabla 17-17 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

	n	min	max	range	median	mean	CI.mean.0.95	std.dev	coef.var
pH	340	3,77	5,64	1,87	4,68	4,70	0,04	0,34	0,07
N-NH_3/N%	322	1,20	20,86	19,66	9,49	9,75	0,41	3,73	0,38
MS%	341	15,42	64,85	49,43	37,20	37,85	0,99	9,33	0,25
PB%	335	11,38	27,30	15,92	19,41	19,67	0,33	3,04	0,15
FDN%	336	27,21	58,86	31,65	44,41	44,07	0,69	6,50	0,15
FDA%	336	21,34	44,20	22,86	31,89	32,13	0,47	4,37	0,14
Cenizas%	336	7,01	16,03	9,02	10,90	11,10	0,18	1,72	0,15
LDA%	58	5,90	9,81	3,91	7,91	7,94	0,25	0,99	0,12

es un indicador del buen manejo que se está efectuando, al momento de efectuar el picado.

2. **Silo de sorgo:**

La variabilidad genética y la composición que presenta el sorgo es muy amplia y por eso en el concurso siempre se analizaron por separado.

- a) Silo de sorgo azúcarado

Es esta base no se sacaron valores raros dada la escases de información con la que se contaba por lo cual se hizo una descripción general de los mismos. En la tabla 17-14 se presentan las estadísticas descriptivas.

- b) Silo de sorgo sudan

Los datos de este forraje fueron escasos en el período de evaluación, por lo cual se muestra la totalidad de los mismos sin la eliminación de valores raros. La tabla 17-15 presenta las estadísticas descriptivas de los mismos. Entre los silajes de sorgo azúcarado y de tipo sudan no se visualizan grandes diferencias en los valores de calidad.

- c) Silo de sorgo forrajero

Esta base estaba conformada por 258 registros a través del período de evaluación. Se observaron 31 muestras que presentaban registros en alguna de las variables con valores raros. En la tabla 17-16 se presentan las estadísticas descriptivas que permiten caracterizar a este forraje.

En la figura 17-71 se presenta la evolución del porcentaje de FDN Y FDA en el silaje de sorgo forrajero a lo largo de los años. En esta categoría no se observó ningún cambio en los valores de FDN y FDA durante los años analizados.

3. **Silaje de alfalfa**

Los datos correspondientes a las estadísticas descriptivas de este forraje se presentan en la tabla 17-17. Se partió de una base con 395 registros, a los cuales se les determinó la presencia de valores raros, descartándose 55 datos. El número final de observaciones cambió de una variable a otra debido a la presencia de valores faltantes en alguno de ellos.

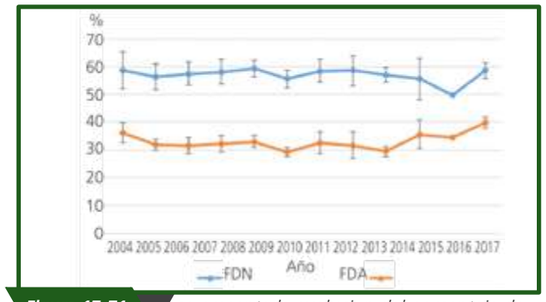


Figura 17-71 *se presenta la evoluci n del porcentaje de FDN Y FDA en el silaje de sorgo forrajero a lo largo de los a os.*

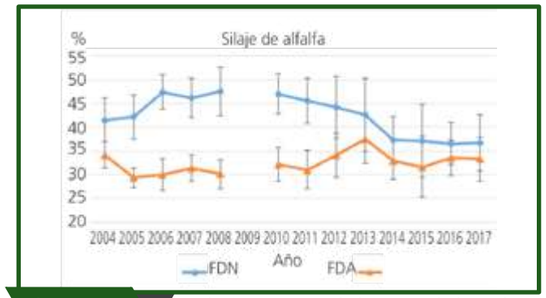


Figura 17-72 *Evoluci n a trav s de los a os de los valores de FDN y FDA en los silajes de alfalfa evaluados.*



Figura 17-73 *Evoluci n anual del contenido de PB en silajes de alfalfa.*

En los silajes de alfalfa evaluados, si bien el porcentaje de PB es bueno es importante destacar el rango que existe para este parámetro (15,92), lo que demuestra que existió una gran variabilidad en las muestras remitidas.

En la figura 17-72 se indica la evolución a través de los años de los valores de FDN y FDA de los silajes de alfalfa evaluados.

En este caso como se observa en el gráfico en el periodo 2004 – 2008, hay un aumento en el porcentaje de FDN manteniéndose bastante constante la FDA. Mientras que el ciclo 2010 – 2017 la FDN mejora notablemente en tanto que la FDA si bien es estable es un poco superior al periodo antes mencionado.

En la figura 17-73 se presenta la evolución del contenido de PB de los silajes de alfalfa.

Como ocurrió para la FDN y FDA, en el caso de la proteína en el periodo 2004 – 2008, estos valores fueron constantes, alrededor de 20 % de PB, en el ciclo 2011 – 2017 se notó un incremento sustancial en los valores de este parámetro, aún cuando se partió de un porcentaje más bajo 17 – 18 %. Ya se ha expresado en el capítulo 11 que un factor fundamental a tener en cuenta para la confección de estos silos es la época del año. En este sentido se destaca que la mayoría de las muestras fueron confeccionadas entre octubre y noviembre debido a que en esta época la concentración de azúcares es alta y el desarrollo de bacterias ácido lácticas se ve favorecido por las condiciones ambientales (en estos meses se tienen 24 h de secado lo que permite un buen desarrollo bacteriano).

Entre los puntos negativos se destaca que aunque se obtuvieron silos de muy alta calidad nutricional, estos poseían un elevado porcentaje de Cenizas, lo que indica gran presencia de tierra en el material picado a ensilar. Debe procurarse cortar con máquinas de gran ancho de labor y pasturas de buen volumen, tratando de evitar al máximo el uso de rastrillos estelares. En el caso de necesitar aumentar el volumen de la andana se debe recurrir a herramientas que no se accionan al contacto con el suelo como son los rastrillos giroscópicos, o bien los desplazadores de andanas montados en las máquinas segadoras.

4. **Silaje de cereales de invierno**

Se parte de una base de 411 muestras evaluadas de las cuales se conservaron 363 por la presencia de valores raros en los distintos componentes del silaje. En la tabla 17-18 se presentan las estadísticas descriptivas de las mismas.

En el caso de los cereales de invierno, fundamentalmente en cebada, se observa una evolución a realizar el corte en forma directa en el estadio de grano lechoso, respecto a realizar un corte con

Tabla 17-18 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SCI, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

Variable	n	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	363	3,600	5,110	1,510	4,090	4,157	0,031	0,297	0,071
NH_3/ NT%	356	0,500	22,800	22,300	8,950	9,850	0,437	4,189	0,425
MS%	363	19,500	57,320	37,820	35,600	36,482	0,745	7,219	0,198
PB%	358	3,680	15,600	11,920	9,400	9,535	0,230	2,212	0,232
FDN%	358	36,800	66,900	30,100	50,360	51,000	0,681	6,552	0,128
FDA%	358	19,860	47,900	28,040	29,195	30,437	0,601	5,784	0,190
CENIZAS %	358	3,750	15,380	11,630	8,430	8,885	0,246	2,366	0,266
LDA%	45	3,560	6,620	3,060	4,560	4,710	0,248	0,827	0,176

Tabla 17-19 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SP, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

Variable	nbr,val	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	160	3,67	5,64	1,97	4,52	4,52	0,06	0,41	0,09
N-NH_3/ .NT%	157	2,00	19,91	17,91	9,50	9,49	0,52	3,31	0,35
MS%	160	21,30	59,36	38,06	35,43	36,23	1,30	8,35	0,23
PB%	158	4,81	28,10	23,29	16,34	16,32	0,74	4,72	0,29
FDN%	159	32,74	63,28	30,54	50,32	49,89	1,13	7,19	0,14
FDA%	159	21,98	43,81	21,83	33,00	32,86	0,67	4,30	0,13
CENIZAS %	158	5,90	22,47	16,57	11,73	12,43	0,52	3,31	0,27

Tabla 17-20 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SRGA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

Variable	nbr,val	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	47	3,68	4,61	0,93	4,12	4,13	0,06	0,22	0,05
N-NH3/N T%	47	4,08	13,90	9,82	7,51	8,13	0,74	2,54	0,31
MS%	47	21,33	47,94	26,61	34,09	34,49	1,84	6,26	0,18
PB%	47	6,21	19,16	12,95	11,63	11,57	0,80	2,73	0,24
FDN%	47	43,38	63,64	20,26	53,95	53,75	1,39	4,73	0,09
FDA%	47	22,86	37,90	15,04	32,60	32,06	1,07	3,66	0,11
CENIZAS %	47	8,01	15,20	7,19	11,72	11,51	0,49	1,66	0,14

Tabla 17-21 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SSG, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

Variable	nbr,val	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
pH	205	3,50	4,83	1,33	3,94	4,00	0,039	0,282	0,070
NH3NT	4	6,93	9,68	2,75	7,60	7,95	1,924	1,209	0,152
MS	205	20,19	43,73	23,54	31,56	31,67	0,617	4,480	0,141
PB	202	3,40	10,81	7,41	6,95	7,23	0,209	1,506	0,208
FDN	202	40,30	66,90	26,60	54,87	54,87	0,728	5,247	0,096
FDA	202	21,52	39,59	18,07	30,25	30,25	0,508	3,664	0,121
Cenizas	202	4,25	12,23	7,98	8,60	8,48	0,239	1,722	0,203
LDA	27	4,86	7,42	2,56	6,04	5,99	0,255	0,645	0,108

Tabla 17-22 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de SS, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

	nbr,val	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	var	std,dev	coef,var
pH	146	4,10	5,58	1,48	4,83	4,82	0,05	0,09	0,31	0,06
NH3NT	141	1,80	27,94	26,14	10,93	12,00	0,79	22,31	4,72	0,39
MS	146	21,71	46,49	24,78	30,89	31,69	0,95	34,04	5,83	0,18
PB	139	9,40	22,05	12,65	16,86	16,40	0,44	6,76	2,60	0,16
FDN	140	35,69	59,70	24,01	47,71	47,29	0,77	21,05	4,59	0,10
FDA	140	25,56	44,22	18,66	33,41	33,52	0,65	14,93	3,86	0,12
Cenizas	140	3,60	15,65	12,05	10,11	9,98	0,43	6,68	2,58	0,26

pre-oreo en hoja bandera, dado que se obtiene un considerable volumen de materia seca, sin perder la palatabilidad.

5. **Silaje de pastura**

Se parte de una base de 183 registros, en los cuales se contemplan pasturas que pueden o no contener alfalfa en diferentes niveles. De los mismos, una vez detectados los valores raros, se presentan las estadísticas descriptivas para este forraje en la tabla 17-19. No se consideró la variable % LDA, dado que la misma presentaba en este forraje un solo valor.

6. **Silaje de Ray grass anual**

Para este forraje durante el período de evaluación se tienen pocas muestras (64), igualmente, al hacer el control de valores raros, se presentan un número importante (17) lo que reduce casi un 28 % la base bajo estudio.

Los datos de las estadísticas descriptivas de cada parámetro composicional evaluado se presentan en la tabla 17-20. Los datos promedios de la Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes, %PB 12,0; %FDN 49,33; %FDA 25,59; % cenizas 12,11 indican en promedio que los silaje concursados fueron de calidad inferior a la media.

7. **Silaje de sorgo gran fero**

Para este forraje se parten de 229 observaciones relevadas entre los años 2004 y 2017. Se determinan la presencia de 24 muestras con valores raros.

Las estadísticas descriptivas se presentan en la tabla 17-21.

Si comparamos los promedios obtenidos con los que figuran en la Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes (2008) los promedios de %PB, de FDA, de LDA y cenizas son menores a los que figuran en tabla (8,43, 35,56, 10,03 y 9,66 % respectivamente) y el %FDN es mayor (54,16); valores que indican que en promedio los silajes enviados al concurso son de calidad ligeramente superior al promedio zonal, particularmente por los contenidos de FDA, LDA y cenizas.

Se observa en las muestras evaluadas la decisión de picar en estado de grano pastoso evitando su práctica en estadios más tardíos para evitar la aparición de granos en las heces. Si bien se presentaron muestras de silos con mayor proporción de materia seca, muy pocas de estas presentaban sus granos quebrados, siendo que esta práctica del craqueado, particularmente en el sorgo, aumenta la digestibilidad en el rumen y esto es clave para lograr una alta conversión a leche y para cosechar lotes.

8. **Silaje de soja**

Se parte de una base de 181 datos de silaje de soja relevados durante todo el período. Por la presencia de valores raros se descartan para el análisis 35 muestras. Las estadísticas descriptivas se presentan en la tabla 17-22. Lo que sobresale de estos datos es el amplio rango que existe en el porcentaje de MS (24,78) y en los valores de PB (12,65), FDN 24,01) y FDA (18,66).

Recordar que esta especie es una leguminosa con bajo contenido de azúcar, siendo ésta una restricción importante que determina que sea más difícultosa su conservación, pero brinda un altísimo contenido de proteína bruta, con una muy buena producción de materia seca.

HENOS

Dentro del rótulo de henos solo se consideraron los rollos, ya que de fardos fueron muy pocas las muestras evaluadas (25) y las mismas se hicieron hasta el 2008. De esta fecha en adelante no hubo más muestras en el concurso.

1. **Heno de pastura**

Dentro de esta categoría dada la diversidad de pasturas consideradas (diferente incorporación de alfalfa) y a la escasez de datos de las mismas (solo 25 muestras), se presentan las estadísticas descriptivas sin discriminar por presencia de valores raros.

2. **Heno de alfalfa**

Se partió de 178 muestras de heno de alfalfa, relevadas desde 2004 hasta 2015. Se eliminaron 20 muestras por presencia de valores raros en algunos de los parámetros analizados. En la tabla 17-24 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables bajo estudio.

Si comparan los henos de pastura y de alfalfa la gran diferencia se indica en los valores medios de PB 15,97 % y 20,26 %, para heno de pasturas y alfalfa, respectivamente.

En el caso de los henos de alfalfa, si bien son el recurso de conservación de forrajes más antiguos y utilizado en la Argentina, históricamente la calidad de los henos fue muy baja por el uso de maquinaria de corte inapropiada (hélices), corte con niveles avanzados de floración, rastrillado a más de 8 km/h y niveles de humedad inferiores al 30

Tabla 17-23 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de HP, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

Variable	nbr,val	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
MS%	25	34,02	97,44	63,42	89,83	87,71	4,83	11,71	0,13
PB%	25	3,39	23,06	19,67	16,90	15,97	1,70	4,11	0,26
FDN%	25	40	69,10	29,10	53,30	52,81	3,28	7,96	0,15
FDA%	25	21,76	42,60	20,84	31,30	32,10	2,35	5,70	0,18
Cenizas %	25	4,54	11,99	7,45	9,12	9,07	0,82	1,98	0,22

Tabla 17-24 *Caracter sticas b sicas de la base evaluada de HA, con el rango de valores normales hallados para cada variable.*

Variable	nbr,val	min	max	range	median	mean	CI,mean,0,95	std,dev	coef,var
MS%	158	84,03	96,02	11,99	90,45	90,37	0,40	2,56	0,03
PB%	158	13,62	26,78	13,16	20,26	20,15	0,40	2,55	0,13
FDN%	158	31,68	59,00	27,32	44,77	45,13	0,89	5,65	0,13
FDA%	158	19,90	43,80	23,90	31,02	31,22	0,76	4,83	0,15
Ceniza %s	157	7,81	13,56	5,75	10,32	10,47	0,18	1,11	0,11

%, deficiente control de malezas y plagas y su mal almacenamiento a la intemperie.

Actualmente el heno de alfalfa además de ser considerando una fuente de fibra “clave”, se revalorizó como fuente de proteína de alta calidad, al ser incluido como parte de la ración que se prepara y suministra con los acoplados mixer. Al cosechar la alfalfa con abundante hoja, se transforma en un insumo de alto valor proteico, disminuyendo la necesidad de aportar proteína extra con otros alimentos más caros. Cuando el heno es de mala calidad limita la capacidad de consumo de un animal, que se refleja en una caída de la producción.

Consideraciones finales

El alimento por su costo es la base de la producción, por lo que estos parámetros de calidad que se observan en cada una de las categorías responden a un nuevo paradigma que posiciona a la lechería frente a un cambio tecnológico, donde la producción de los distintos forrajes conservados elaborados en los establecimientos propios debe ser la máxima por hectárea, pero elaborada bajo estrictos parámetros de calidad nutricional.

Las 14 ediciones del Concurso de Forrajes Conservados realizados por técnicos de INTA y de la actividad privada en el marco de Mercoláctea fueron testigos de la calidad de alimentos que pueden alcanzar productores y contratistas de nuestro país, basándose en el profesionalismo que demanda hoy la confección de reservas para lograr una mayor respuesta productiva (litros de leche y kilos de carne/kg MS), pero con una alta eficientización de los costos ($/Kg MS de alimento).

Como se expresó anteriormente, la información presentada tiene el objetivo de dejar registrado y mostrar, qué sucede a nivel de productor con la calidad de los forrajes conservados, producidos durante el periodo 2004-2017, siendo la misma una base para ser utilizada como indicador de la calidad de henos y silajes de diferentes especies, en la formulación de raciones para el ganado.

Se agradece el trabajo y el aporte de todos los t cnicos que participaron, como jurado del Concurso Nacional de Forrajes Conservados en las distintas ediciones llevadas a cabo en el marco de Mundo Lacteo (1998 y 1999) y en Mercolactea (2004 al 2017).

- Gallardo, Miriam (Coordinadora General del concurso de Mecoláctea)
- Gaggiotti, Mónica
- Cattani, Pablo
- Zubizarreta, Javier
- Bargo, Fernando
- Baudino, Juan
- Colombato, Darío
- Oddino, Carlos
- Wawrzkiewicz, Marisa
- Clemente, Gustavo
- Monge, Juan
- De León, Marcelo
- Sánchez, Federico
- Urrets Zavalía, Gastón
- Bertino, Diego
- Auil, Martín

7. Anexo segundo: Toma de muestras y env o a laboratorio

- Por Fernando Opacak y Fernando Clemente

Conocer qu calidad de alimento tenemos en forma de forraje conservado, es el primer paso para realizar un correcto balance de la dieta de nuestro rodeo y planificar la oferta forrajera de todo el a o.

Antes de comenzar con la descripción técnica de las correctas prácticas de muestreo para cada tipo de alimento, es necesario hacer algunas salvedades. La primera de ellas, es que **solo una correcta toma de muestras puede representar al m ximo posible lo que tenemos guardado**. El primer error que se comete al intentar obtener una muestra, es que ésta no es lo suficientemente homogénea.

Otro error frecuente que se comete al intentar obtener una muestra, es que no se respetan los tiempos de fermentación y estabilización del forraje conservado, que para materiales ensilados, se debe considerar un tiempo de por lo menos 30 días y quizás un poco menos en el caso que el material haya sido inoculado.

Ensilajes

Dependiendo del tipo de silo que hayamos confeccionado (aéreo o bolsa), las técnicas pueden diferir en mayor o menor grado, pero básicamente se utilizan las mismas herramientas.

Silo bolsa

Se debe establecer una secuencia de tareas a cumplir:

1. Muestrear componiendo muestras de cada estructura, formando una por lote de 1 kg.

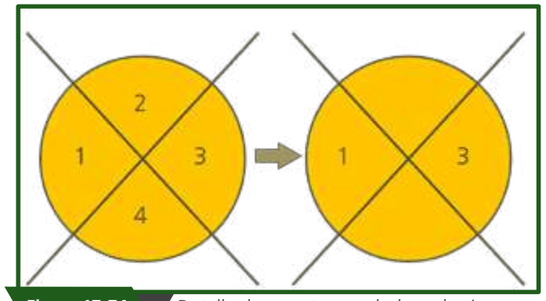


Figura 17-74 *Detalle de muestreo en bolsas pl sticas.*



Figura 17-75 *Extracci n de material superficial hasta que se produzca un cambio en la temperatura.*

2. Identificar mínimo 3 zonas en cada bolsa sobre un lateral.

3. Limpiar sector donde se abrirá con alcohol diluido al 50 % en agua.

4. Cortar el plástico de forma perpendicular al sentido de la bolsa, unos 30 cm, también se puede abrir un cuadrante de 15 x 15 cm, previamente asegurado con cinta plástica.

5. Retirar la muestra explorando unos 40-50 cm, realizar la técnica de cuarteo de la misma y colocar en bolsas plásticas extrayendo la mayor cantidad de aire posible, sellar las mismas y refrigerar hasta el análisis.

6. Sellar la bolsa con los elementos específicos para tal fin (cinta, parches, pintura elastomérica). Tener en cuenta que las reparaciones deben ser controladas periódicamente para verificar su correcto sellado.

Silo a reo

En silos aéreos abiertos y considerando su altura, según el especialista en seguridad de silajes, Keith Bolsen, la recomendación es no acercarse a la pared del silo. La distancia de seguridad mínima que debemos tener en relación a la pared, es de 3 veces la altura del silo. Para extraer muestras en estas estructuras de manera segura, lo que se recomienda es tomar muestras de la herramienta que ha realizado la extracción, antes que deposite ese silaje en el mixer o carro forrajero.

En caso de tener que muestrearse cuando se encuentran cerrados, la alternativa es realizar el procedimiento desde la superficie. Cortar la manta de manera que nos permita sacar toda la parte superior del silo y tomar la muestra en profundidad (no menos de 70-80 cm), buscando que el forraje a extraer se encuentre frío.

Una vez tomada la muestra, colocar todo el forraje extraído y sellar la manta con cinta reparadora y pintura elastomérica (Figura 17-75).

Heno

Para las muestras de heno, lo primero que debe hacerse es poder cuantificar la capa de pérdida, quitarla y luego con un calador sacar una porción de “heno bueno”.

Sabiendo que los caladores se desafilan con mucha facilidad o bien que no se cuenta algunas veces en el campo con ellos, se puede cortar una porción del rollo o fardo para luego ser remitido al laboratorio.

Es importante tener en cuenta que el material que se remite a laboratorio, no debe ser arrancado del fardo o rollo sino cortado del mismo, conservando la proporción de tallos y hojas que tiene el heno original.



Figura 17-76 *Muestreo de Heno.*

Un error común es tomar una sección y tirar del heno, arrancando una porción del mismo arrojando generalmente henos con menor contenido de proteína y más de fibra que lo que realmente contiene el forraje. Esto ocurre principalmente en leguminosas como alfalfa y es un error que se debe evitar para llegar a datos ciertos en los análisis realizados(Figura 17-76).

Henolaje

En este caso se debe proceder en la extracción de la muestra de igual manera que con el heno, salvo que para remitir la muestra al laboratorio, debe estar preparada y enviada de la misma manera que los silos, ya que este es un material fermentado y que sufre un proceso de oxidación en mayor o menor medida dependiendo del contacto con el oxígeno y la temperatura ambiente.

No está de más aclarar que el material que se remite al laboratorio debería ser de un paquete recién abierto, sabiendo que esa calidad obtenida será la mayor alcanzada y que en la medida que el forraje tome contacto con el aire, esa calidad comenzará a deteriorarse dependiendo de las condiciones y tiempos de suministro.

Remisi n de muestras al laboratorio

Para definir el mejor criterio de envío de una muestra a laboratorio, lo que debe primar es el sentido común. Si sabemos que lo que estamos enviando es material que puede rápidamente perder calidad por acción del oxígeno y la temperatura, eso nos da la pauta de cómo deben enviarse las muestras.

En el caso de los silajes y en lo posible, las muestras deben ir congeladas. Esto no quiere decir que sea necesario hacerlo, puesto que una muestra refrigerada correctamente y enviada a laboratorio en un plazo no mayor a las 24 h de tomada, perfectamente puede ser analizada y sus datos correlacionarse con la realidad. Pero hay veces en que la fuerza mayor puede hacer que se pierda tiempo entre la toma y la entrega de esas muestras, y una muestra congelada soporta mucho mejor el traslado que una solamente refrigerada, aún dentro de heladeras portátiles.

Colocar la muestra en una bolsa de nylon, cerrarla, y colocar esa bolsa dentro de otra. Antes de cerrar la segunda bolsa, colocar una etiqueta. Luego de cerrar la segunda bolsa, colocar una segunda etiqueta o escribir sobre ésta con marcador indeleble, los datos de la muestra.

Otro de los temas importantes a la hora del envío de muestras al laboratorio, es el etiquetado. En muchas ocasiones todos los pasos anteriores se realizaron de manera correcta, pero en éste paso, que al parecer es el más sencillo, se cometen los errores más infantiles.

Un correcto etiquetado de nuestra muestra nos va a asegurar que el laboratorio va a poder diferenciar esa bolsa del resto de muestras que enviamos o hayan enviado terceros. Un incorrecto etiquetado, puede llevarnos a que nos envíen datos incorrectos o directamente se pierdan en el camino nuestras preciadas muestras.

Los datos mínimos que debiera tener una bolsa conteniendo una muestra son:

- Fecha de extracción.
- Empresa.
- Apellido y nombre.
- Numeración de la muestra, establecimiento, lote.
- Tipo de forraje: Silaje, heno, henolaje, etc.
- Cultivo: maíz, sorgo, trigo, alfalfa, etc.

Contactar al laboratorio con antelación al envío de muestras, comentando qué cantidad de muestras se van a remitir y qué parámetros se buscan de cada una de ellas es una buena práctica para ahorrar tiempo y descoordinación. También es importante aclarar si se desea que el análisis se efectúe con una técnica especial, por ejemplo NIRS o la tradicional “química húmeda”.

Para que esta herramienta (el análisis) no se constituya en un punto de conflicto, se debe tener cuidado de preparar y enviar las muestras siempre con la misma rutina y procedimiento, para minimizar la variabilidad de datos ocasionada por la diferencia en la toma de muestras o en el procedimiento de acondicionado de las mismas.

18 Uso agron mico de residuos pecuarios



- Por Nicolás Sosa

La producci n de carne y leche en Argentina evolucion hacia sistemas intensivos y concentrados, que generan una mayor cantidad de residuos recuperables. El principal desaf o de estos sistemas, est ligado a maximizar los beneficios productivos y econ micos, acompa ados a su vez por un mayor inter s del ambiente asociado a las caracter sticas de producci n y al desarrollo sustentable. El proceso de intensificaci n fue acompa ado por mejoras en el sistema de producci n (mayor uso de tecnolog as de insumos y procesos, bienestar animal, gen tica, nutrici n, sanidad, formaci n del personal, entre otros). Sin embargo, en muchos casos, no hubo una planificaci n previa sobre la disposici n final de los residuos generados, los cuales, de no gestionarse adecuadamente, pueden generar un grave impacto ambiental.

Por otra parte, los suelos de la región pampeana Argentina han perdido en promedio entre el 30 y el 50 % del contenido inicial de materia orgánica (MO), producto de la prolongada historia agrícola de los mismos (Sainz Rozas et al., 2011). La MO de los suelos, entre otras funciones, es una importante reserva de nutrientes especialmente de Nitrógeno (N) y Azufre (S).

En los cultivos agrícolas de la región pampeana se incrementó el uso de fertilizantes, si bien la relación de aplicación de nutrientes con respecto a la remoción en la producción de los principales granos se incrementó, fue insuficiente para el mantenimiento de balances aparentes de fertilidad de suelos (García y Díaz Zorita, 2015), tal como se observa en la Figura 18-1.

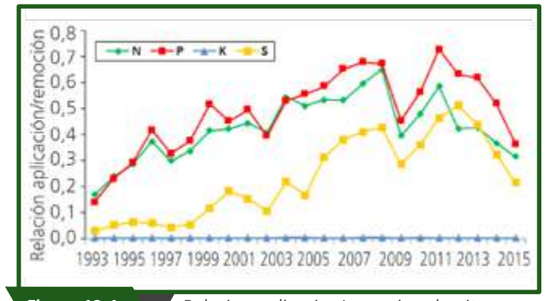


Figura 18-1 *Relaci n aplicaci n/remoci n de nitr geno (N), fosforo (P), potasio (K) y azufre (S) para soja, ma z, trigo y girasol en Argentina en el per odo 1993-2015. Fuente: IPNI Cono Sur (2017) elaborado en base a datos de Fertilizar AC y MinAgro.*

Frente a dicho panorama, el reciclado de nutrientes por medio del uso de subproductos orgánicos de origen animal (efluentes y residuos sólidos), podría contribuir en gran medida a mitigar dicha falta de reposición. No obstante, el uso de estos subproductos no solo aumenta la producción de los cultivos por su función como fertilizante, sino también contribuye a generar un sistema sustentable, dado que mejora las condiciones físicas y biológicas de los suelos.

1. Caracterizaci n de subproductos

Los residuos ganaderos presentan una enorme variabilidad en su composición y por lo tanto en el contenido de nutrientes para los vegetales. Esto depende de muchos factores tales como: sistema de estabulación, alimentación, sistema de limpieza, tratamiento y duración del almacenaje, etc (Sosa et al., 2015).

Básicamente, los fertilizantes orgánicos constituyen una importante fuente de MO y nutrientes como N, P y potasio (K) necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en relación a las necesidades de los cultivos.

Para una correcta utilización de los residuos orgánicos como abono agrícola es necesario considerar la composición de los mismos, la oferta de nutrientes del suelo y las necesidades de los cultivos a fertilizar.

Los subproductos orgánicos se comportan de manera diferente según la relación carbono/nitrógeno (C/N) que presentan. Aquellos con relación C/N alta, tienen una tasa de mineralización más lenta y contribuyen a incrementar la MO del suelo. La aplicación de estos subproductos orgánicos (compost, estiércol) se recomienda para el mantenimiento de la MO del suelo. Los subproductos orgánicos con relación C/N baja (guano de ponedora, efluentes de cerdo) tienen una contribución neta final a la MO del suelo reducida, en cambio, se comportan de forma más parecida a los abonos minerales ya que los nutrientes que aportan están rápidamente disponibles para los cultivos (Ubacht et al., 2005).

La siguiente caracterización de residuos orgánicos es orientativa por lo que se recomienda, a cada establecimiento, realizar un correcto muestreo y análisis de los mismos previo a su uso.

1.1 Subproductos de la producci n de leche: efluentes y residuos s lidos de tambo

Luego de dos años de atravesar una de las crisis lecheras mundiales más profundas y prolongadas, a la que se sumaron los problemas del contexto económico y las deficiencias estructurales del sector lechero argentino, se comienza a recomponer lentamente el panorama. Los precios de toda la cadena han mejorado, al igual que las principales relaciones de costos y, por su parte, los efectos climáticos negativos, aunque todavía notorios en algunas zonas, progresivamente van quedando atrás (OCLA, 2017). Los excesos hídricos ocurridos entre 2016 y 2017, produjeron el cese de alrededor del 5 % sobre el total de unidades productivas. Si bien, hubo una reducción del número de tambos (menos de 2.000 l diarios), se produjo un aumento en la escala productiva de los que lograron permanecer en la actividad, cambiando muchos de ellos su sistema de producción tradicional a campo por sistemas estabulados (Figura 18-2).

En el proceso de concentración actual de la producción de leche, es clave un correcto manejo y tratamiento de los efluentes generados en el sistema. Los efluentes de tambo están conformados por una fracción sólida (materia fecal, restos de alimentos y barro) y una líquida (agua, orina, restos de leche y soluciones de limpieza del equipamiento de ordeño) según Verónica Charlón (2009).



Figura 18-2 *Tambo estabulado.*

De acuerdo a la literatura publicada, una vaca en ordeño excreta en promedio el 10 % de su peso vivo como heces y orina, es decir una vaca de 600 kg de peso vivo produce al día el equivalente a 60 l de heces y orina por día. Este valor puede modificarse por distintos factores como: raza del animal, tipo de animal, alimentación, ingesta de agua y condiciones atmosféricas. A mayor tiempo de confinamiento del animal (estabulación, patio de alimentación o tiempo antes y durante el ordeñe), mayor será la cantidad de heces y orina a colectar, quedando el resto directamente en pasturas o potreros en que los animales son manejados en el predio (Salazar, F; 2012).

Con la finalidad de reducir la carga orgánica y cantidad de sólidos en el efluente, se puede implementar como alternativa de manejo y tratamiento del mismo, la separación mecánica y/o física de los residuos sólidos en el sistema de tratamiento (Figura 18-3).

Existe una enorme variabilidad en la composición físico-química del efluente de tambo dependiendo del sistema de producción, tipo de explotación, la dieta y el manejo del rodeo. En la Tabla 18-1, se observa la caracterización promedio del efluente crudo de tambo y del material semisólido retenido en el tamiz.

La separación de sólidos de los subproductos de tambo por acción física y/o mecánica, genera la concentración de nutrientes y MO en la fracción sólida. La menor carga orgánica en el efluente líquido remanente, garantiza una mayor eficiencia del sistema de tratamiento secundario previo a su disposición final.



Figura 18-3 *Sistemas de separaci n de s lidos: tornillo (izquierda) y tamiz (derecha).*

Tabla 18-1 *Composici n qu mica promedio de subproductos de tambo. Fuente: Garc a et al, 2011.*

Variable*	MS	MO	N	P	K
	(%)				
Efluente crudo	0,60	0,34	0,19	0,02	0,36
Residuo semisólido	5,09	83,04	1,86	0,36	1,17

* MS expresada en % sobre muestra fresca.
MO, N, P y K expresados en % sobre muestra seca.

Otros parámetros a destacar en la composición de estiércol de vacas lecheras son (LAF, 1999):

- Contribución importante de calcio (Ca) de 4,45 % sobre MS.
- Valores de pH básicos (7,5 a 8).
- Conductividad eléctrica entre 1,2 y 4,2 dS/m.
- Relación C/N muy variable según el grado de madurez del estiércol.

Cuando se estima la dosis de aplicación para cubrir los requisitos de N, es necesario tener en cuenta que el N en estos subproductos está presente en forma inorgánica y orgánica. El N inorgánico en los efluentes de tambo oscila entre el 26 % y el 79 % del N total (Cabrera y Gordillo, 1995), con un valor promedio de aproximadamente del 40 %. El porcentaje de N orgánico que se mineraliza en efluentes de tambo, fluctúa desde -30 % (indicando inmovilización de N) a 55 % del N total, con un promedio del 10 % (van Kessel y Reeves, 2002). El N mineralizable en los efluentes de tambo no puede predecirse a partir de su composición o del análisis NIRS (van Kessel y Reeves, 2002). Por lo tanto, el valor medio de N mineralizable es típicamente utilizado para estimar las tasas de aplicación.

Cuando el efluente de tambos es aplicado en superficie, las pérdidas de amoníaco suelen oscilar entre cerca del 0 % y 50 % de N amoniacal, dependiendo en parte del contenido de materia seca y la temperatura. El aumento del contenido de materia seca de 2 % a 8 % y el aumento de la temperatura de 5ºC a 30ºC, por lo general aumentan las pérdidas de amoníaco (Sommer y Hutchings, 2001). La magnitud de las pérdidas depende del tipo de residuo, contenido de materia seca, y factores climáticos durante la aplicación. El factor más relevante para reducir las pérdidas de N por volatilización es el contenido de materia seca del efluente. Investigaciones señalan que por cada 1 % de aumento en el contenido de materia seca del efluente, las pérdidas de la parte del N que se encuentra en forma de amonio (N-NH4+) se incrementan cerca de un 5 % (Alfaro y Salazar, 2012).

En el caso del fósforo, aproximadamente 50-60 % se encuentra disponible para el cultivo el primer año post aplicación, en tanto que en el caso del Potasio los valores rondan entre 90-100 %. Por lo

tanto, cuando se aplican efluentes al suelo es importante considerar que una parte de los nutrientes serán absorbidos por el cultivo y otra quedará en el suelo, necesitará ser mineralizado por los microorganismos para la posterior utilización de las plantas (Alfaro y Salazar, 2012).

Cuando el efluente se encuentra almacenado en lagunas, ocurre un proceso de sedimentación, que afecta la distribución de los nutrientes en las diferentes profundidades o niveles de la fosa (Figura 18-4). Únicamente el K y el N amoniacal se localizan de forma homogénea en diversas profundidades. En cambio, el P y el N orgánico se encuentran concentrados en los sedimentos. La sedimentación de nutrientes del efluente en los distintos estratos de la laguna tendrá implicancias en el momento de repartir los elementos nutritivos del mismo. Actualmente, el tamaño de muchas fosas dificulta o impide la homogeneización del efluente previamente al vaciado. Ello implica un reparto irregular de los nutrientes concentrados en el fondo.

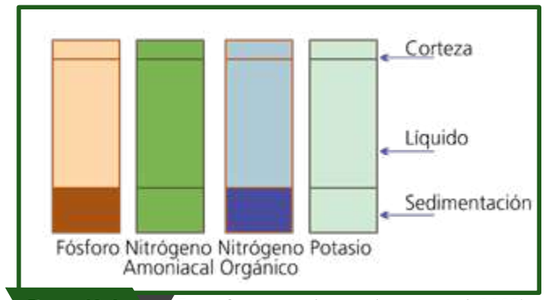


Figura 18-4 *Estratificaci n en laguna (Iraneta et al, 2002)*

1.2 Subproductos de la producci n de carne (feedlot)

La producción bovina de carne desarrollada en encierre a corral (feedlot), experimentó un sostenido crecimiento en los últimos años en Argentina. Según datos de SENASA un 40 % de los animales faenados proviene de feedlots, aunque esa cifra llega al 70 % según la industria frigorífica, teniendo en cuenta los animales remitidos a faena que provienen de establecimientos con corrales de campo que no se encuentran registrados en SENASA (Cámara argentina de feedlot, comunicación personal).

El desarrollo y consolidación de la producción intensiva de carne bovina de calidad (Figura 18-5), está ligado a la aplicación y cumplimiento de buenas prácticas pecuarias. Estas comprenden una correcta planificación del sistema de tratamiento, un



Figura 18-5 *Corrales de feedlot.*

plan de aplicación que contemple las necesidades de nutrientes del cultivo, el aporte de los subproductos y la oferta del suelo, la elección del método correcto de aplicación y/o distribución, permiten reducir el impacto negativo en el ambiente, etc.

El manejo de efluentes líquidos y estiércol en el feedlot requiere del diseño de estructuras de captura o concentración, recolección, procesamiento y reutilización o dispersión de las excretas. La información sobre la escala del feedlot (cantidad de animales a contener) y sobre las características topográficas, edáficas, hidrológicas y climáticas del sitio constituye la base del diseño. El objetivo debe ser la contención y manejo de los efluentes líquidos y residuos sólidos para reducir al mínimo los escapes al medio, y el proceso debería iniciarse con la estimación de los volúmenes a generar y consecuentemente a contener, tanto en líquidos como en sólidos (Pordomingo, 2003).

El estiércol fresco de feedlot está compuesto por una mezcla de heces y orina, cuya composición es un factor clave para entender no solo la magnitud de los niveles de nutrientes y sales acumulados en el suelo, sino además los potenciales cambios en las propiedades y atributos de calidad del sistema edáfico (García, 2009). Cuando el mismo se acumula sobre la superficie del suelo, sus componentes pueden ser movilizados por la dinámica hídrica y alcanzar las fuentes de agua superficiales o subsuperficiales, degradando la calidad de las mismas (EPA, 2000).

Por los motivos mencionados, es necesario remover periódicamente una porción de la capa de estiércol de los corrales, para disminuir los efectos que su acumulación produce. Para disminuir el impacto que genera dicha actividad y asignarle una adecuada ubicación al estiércol removido de los corrales dentro del establecimiento, las normas establecidas por USEPA (EPA, 2000) sugieren la utilización del mismo en la fertilización de cultivos agrícolas extensivos, como una de las medidas de manejo (Ciapparelli, 2011).

Tabla 18-2 *Propiedades qu micas de esti rcol de feedlot. Fuente: ASAE, 2003.*

Variable*	MS	MO	N	P	K
	(%)				
Estiércol de feedlot	14,7	84,7	4	1,08	2,47

* MS expresada en % sobre muestra fresca.
MO, N, P y K expresados en % sobre muestra seca.

En la Tabla 18-2, se presentan las propiedades químicas del estiércol fresco registradas como valores estándares por organismos internacionales (ASAE, 2003).

Investigaciones realizadas ponen de manifiesto que las heces frescas presentan un pH cercano a 7, y que con el tiempo de almacenamiento el pH aumenta.

Otros parámetros a destacar en la composición de estiércoles son:

- Contribución de calcio y magnesio (1,65 % y 0,57 %, respectivamente sobre MS).
- Relación C/N muy variable según el grado de madurez del estiércol.
- Valores de sodio (Na) de 0,35 % sobre MS, que suponen aportaciones de 5 kg de Na por cada 10 t de estiércol.

El clima, la dieta, el tipo de instalaciones y la limpieza afectan la composición final de la excreta acumulada en los corrales. Debido a esta gran variabilidad en los contenidos, particularmente de N, es conveniente producir información local para ajustar las estimaciones de las concentraciones de elementos en la excreta recientemente producida y la que se remueve periódicamente de los corrales.

Como regla general se sugiere disponer de 1 ha a fertilizar cada 20 a 25 animales en el feedlot, en sistemas de secano. En áreas bajo riego, con cultivos de mayor intensidad, se utiliza una relación de 1 ha por cada 10 a 15 animales. Si se implementan algunas prácticas de manejo y manipulación de las dietas podrían reducirse las emisiones de nitrógeno en las excretas y consecuentemente podría incrementarse el número de animales por superficie a fertilizar (Pordomingo, 2003).

2. Regulaci n de maquinaria

Un preciso control de la cantidad de efluentes a aplicar y una correcta utilización de los métodos mecánicos para realizar esta distribución, resultan imprescindibles para garantizar un manejo sostenible, rentable y agronómicamente correcto de los efluentes. Una aplicación controlada reducirá las desagradables emisiones de olores, disminuirá la emisión de amoníaco y de gases con efecto invernadero, mejorará la calidad del aire y, por lo tanto, también la aceptación social de este tipo de prácticas.

2.1 Distribuci n de esti rcol s lido

Los acoplados esparcidores de estiércol sólido (Figura 18-6), son máquinas agrícolas adaptadas para su transporte hasta el campo y para esparcirlo con un cierto grado de uniformidad. Se construyen sobre una estructura de remolque sin sistema de suspensión, con un solo eje (simple o doble), neumáticos de alta flotación y baja presión de inflado. El vaciado se realiza por desplazamiento de una parte del fondo de la caja del remolque o por una compuerta móvil, que arrastra el estiércol hasta el dispositivo de esparcido. Estos últimos suelen ser tambores cilíndricos, con dientes en la periferia que giran según su eje situado en posición horizontal (de uno o dos cilindros) o vertical de hasta 4 ejes, en algunos casos con puerta de dosificación posterior.

En función del sistema de esparcido, se tendrá un mayor o menor grado de uniformidad, así con los remolques que dispongan de dispositivos centrífugos, se tendrá una mayor caída de estiércol en el centro que en los bordes y en los de esparcido lateral, los elementos más pesados caerán más cer-





Figura 18-6 *Remolques distribuidores de esti rcol s lido.*

ca del remolque que los más ligeros que alcanzan una distancia mayor. En ambos casos será necesario un solapamiento entre pasadas para conseguir una uniformidad aceptable.

Recomendaciones para una correcta carga del remolque:

- Cargar por delante en los equipos de fondo móvil y por detrás en los de compuerta móvil.
- Cargar en capas regulables y homogéneas.
- No superar con la carga el nivel del travesaño superior del sistema esparcidor.
- Evitar el ingreso de objetos contundentes con el estiércol.
- Igualar la superficie del estiércol en la caja.

Consejos durante el esparcido del material:

- Mantener constante el régimen de la toma de fuerza y la velocidad de avance.
- Trabajar de manera ininterrumpida hasta vaciar el contenido de la caja.
- Evitar esparcir el estiércol contra el viento.
- Verificar la buena adherencia en los elementes de propulsión, ya que la variación de la velocidad de avance afecta a la dosificación.
- El desmenuzado parejo y en trozos pequeños favorece su distribución.

El sistema de distribución ha de garantizar una buena uniformidad transversal del material sobre el terreno y es el elemento que caracteriza a la máquina, porque determina la calidad de la operación y la posibilidad de adaptación a los diferentes tipos de estiércol.

2.2 Distribuci n de efluentes l quidos

El método más difundido y adoptado en Argentina es el de boquilla única de aspersión en abanico (Figura 18-7). El sistema tradicional se basa en una boca de salida de gran diámetro que proyecta el efluente sobre el plato, determinando que sea proyectado hasta una altura de entre 2 y 3 m, formando un abanico con un ancho de aplicación de entre 7-12 m. En este caso, la fuerza del viento o eyección favorece la difusión de los olores y el chorro puede ser desviado en relación al sentido de avance.

Existe una variante de este método en el que el plato se encuentra en posición invertida, en este caso el abanico formado se eleva menos y se atenúan las emisiones. En ambas variantes, la distribución del efluente es heterogénea y difícilmente se consigue una dosis precisa, la dispersión de olores y volatilización del nitrógeno son importantes. Como ventaja, se destaca que es el sistema con menor precio de adquisición, no precisa de tractores de gran potencia y no presenta problemas de obturación con efluentes espesos.



Figura 18-7 *Estercolera para aplicaci n de efluentes l quidos.*

La determinación del caudal de distribución (Q), es la primera etapa de una distribución adecuada a una determinada dosis, D (t/ha o m³/ha). Esta última surge como resultado de un balance de fertilización de una parcela y de un cultivo. Como en casi todas las distribuciones, el caudal Q en t/min (estiércol sólido) o en m³/min (estiércol líquido) es conocido por la relación:

$$Q = (D \times a \times v) / 600$$

Dónde:

- D = dosis a distribuir, en t/ha (estiércol sólido) o en m³/ha (estiércol líquido)
- a= ancho de trabajo, en m
- v= velocidad de avance, km/h

2.3 Incorporaci n de herramientas de agricultura de precisi n en la aplicaci n de enmiendas org nicas

La agricultura de precisión ha experimentado en los últimos años un gran avance en el ámbito de los equipos de distribución de efluentes y otros abonos orgánicos (Figura 18-8). Independientemente de sus características y aptitudes como elemento fertilizante como se mencionó, el valor agronómico y económico de los efluentes depende en gran medida del manejo que se haga de ellos. Las tecnologías actualmente disponibles permiten la aplicación variable diseñada mediante la interpretación de mapas de necesidades de fertilizante, y permiten también, predeterminar y prefijar áreas de máxima sensibilidad donde es necesaria la reducción o la eliminación de la aplicación desde el punto de vista ambiental (Teira y Romaní, 2008).



Figura 18-8 *Sistema conectado para el manejo de nutrientes de John Deere, desarrollado junto a sus socios Land Data Eurosoft, Vista, Rauch y Sulky.*

3. Consideraciones finales

Conocer el tipo de abono que gestionamos (composición físico química y características), así como su correcta utilización y manejo (aplicación al suelo en dosis agronómicas según tipo de cultivo, época de aplicación y suelo receptor), determinarán principalmente el buen uso que se le dé a estos materiales, que sin duda hay que tener presente, dado su importante valor agrícola, a la hora de restituir los niveles de materia orgánica y nutrientes del suelo.

La fertilización de cultivos y pasturas con residuos orgánicos debe considerarse una alternativa viable de fertilización complementaria al uso de fertilizantes minerales.

La utilización de subproductos de la producción animal debe ser tomada como una estrategia de fertilización a largo plazo, donde se preserva en el medio ambiente y se conserva la fertilidad del suelo. Son una alternativa viable para reutilizarlos dentro del sistema y evitar una fuente de contaminación, solucionando así el destino final de los mismos.

Es importante e indispensable conocer la calidad del subproducto utilizado, para prevenir potenciales daños al suelo, además de monitorear periódicamente el sodio intercambiable (PSI) y las propiedades físicas del suelo.

MiniDest
EN TU CAMPO, TU INDUSTRIA.
PORTA



www.minidest.com.ar

19 Generaci n de bioenerg a en el sector agropecuario y su relaci n con la maquina-ria de forrajes conservados



• Por Diego Mathier, Marcos Bragachini, José Mendez y Nicolás Sosa

La matriz energ tica primaria de Argentina presenta una marcada dependencia de los combustibles f siles (petr leo, carb n y gas natural), los cuales representan alrededor del 86,8 % de la misma; de estos combustibles el gas natural representa el 53,5 % Balance Energ tico Nacional (BEN) 2016. Por otro lado, la balanza comercial energ tica del pa s desde el a o 2010-2011 es negativa (importaciones mayores a exportaciones), alcanzando en el a o 2015 un d ficit de alrededor de 4.590 M de U$S. Si bien en los ltimos a os este d ficit viene disminuyendo, en 2017 fue de aproximadamente 3.272 M de U$S.

Sumado a esta realidad, en numerosas regiones de nuestro país las redes de transporte y distribución de energía eléctrica no se encuentran homogéneamente dispuestas, con lo cual existen zonas del país sin acceso a la misma o con un acceso de menor calidad. La misma situación se da para el gas natural.

Por otro lado, hay regiones en las cuales la demanda supera a la oferta, generando cortes temporarios en determinados momentos del día condicionando, fundamentalmente, el normal desempeño de numerosas plantas industriales. Esto se traduce en que en horas pico de demanda energética por parte del sector familiar, deben dejar de funcionar o trabajar a un costo de la energía significativamente superior al de horarios de baja demanda.

Argentina dispone de recursos naturales que le permiten tener un enorme potencial de producción de biomasa y por ende de generación de

energías renovables a partir de ésta, de manera distribuida.

Dentro de las energías renovables, la bioenergía es la producida mediante el aprovechamiento de la biomasa.

La biomasa desde el punto de vista de su origen se la puede clasificar en:

1. **Biomasa residual:** son subproductos o residuos de las actividades agropecuarias, agroindustriales y forestales. Son ejemplos de estos:
   - ***Residuos agr colas:*** RAC (Residuo agrícola de la cosecha de caña de azúcar), rastrojos, marlos de maíz, otros.
   - ***Residuos industriales:*** carozos, cascarilla de maní, cascarilla de girasol, otros.
   - ***Residuos forestales:*** restos de poda, costaneros, corteza, otros.
   - ***Residuos pecuarios:*** estiércoles y residuos sólidos de producciones porcinas, aviares, bovinas, otras.

2. **Biomasa Producida:** son especies vegetales que se producen exclusivamente con la finalidad de su aprovechamiento energético.
   - ***Cultivos energ ticos dedicados:*** sorgos biomásicos, maíz, caña de castilla (Arundo donax), otros.

Existen regiones del país en donde la producción de biomasa no es lo suficientemente abundante (por ejemplo, gran parte de la Patagonia o algunas regiones del NOA), pero sí disponen de una oferta de vientos y/o radiación solar importante como para generar energía y satisfacer la demanda local. Esto no limita este tipo de oferta ambiental (radiación y vientos) a solo ésta regiones, sino que en nuestro país hay zonas en donde disponemos de volúmenes importantes de biomasa y además radiación y/o vientos, lo suficientemente importantes como para generar energía a partir de estos recursos renovables.

Un ejemplo que podemos citar en este sentido es la región NEA. Disponemos de suficiente radiación como para generar energía fotovoltaica y de diferentes tipos de biomasa:

1. Forestal que se produce en ambientes apropiados para esta actividad.

2. La residual proveniente de la industrialización de la madera.

3. La residual de otras industrias que están establecidas en la región.

4. La proveniente de los RSU (residuos sólidos urbanos) de los centros urbanos.

5. La proveniente de la actividad ganadera (bovina) que en los últimos años se ha incrementado en forma significativa.

6. La proveniente de los cultivos dedicados.

El buen aprovechamiento de la biomasa y de otras energías renovables representan una oportunidad para mitigar, en cierta medida, los problemas planteados anteriormente.

Dependiendo de las características de cada biomasa, existen diferentes tecnologías para su aprovechamiento energético que se pueden clasificar en procesos termoquímicos (combustión, gasificación, pirolisis, otros) y procesos bioquímicos (biodigestión anaeróbica, fermentaciones con levaduras, etc).

Este capítulo se centrará, por un lado, en ensayo sobre tecnologías de henificación de residuos de cosecha de caña de azúcar (RAC), el cual puede ser utilizado como biomasa para la generación de energía, y por otro en la tecnología de biodigestión anaeróbica como una alternativa de valorización de residuos pecuarios y empleo de cultivos energéticos para la obtención de energía.

1. Henificaci n de residuos agr colas de cosecha (RAC) de ca a de az car y su utilizaci n para la producci n de bioenerg a.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es uno de los principales cultivos del norte de Argentina, ocupando en la campaña 2017 una superficie neta cosechable de 269.530 ha y con el que se obtiene un rendimiento promedio de 65 t/ha. Luego de efectuada la cosecha mecánica de la caña quedan en superficie aproximadamente entre 15 y 25 t/ha de residuos agrícolas de cosecha (RAC), que normalmente son incorporados al suelo, recolectados con máquinas henificadoras o destruidos mediante la quema. Esta última práctica está totalmente prohibida en la provincia de Tucumán.

Estas acciones para disminuir la cantidad de RAC en superficie se deben a que este residuo dificulta las labores posteriores del cultivo, a su vez que aumenta los costos de manejo del cañaveral, generando por año importantes efectos como:

1. Dificultar el cultivo mecánico, la operación de fertilización y el control selectivo de malezas a través del colchón de residuo.

2. Demorar el brotado y generar discontinuidad del mismo, produciendo una disminución del rendimiento cuando las temperaturas son bajas y/o el suelo está muy húmedo luego de cosechar.

3. Incrementar las poblaciones de plagas que se refugian y multiplican debajo del RAC.

Al quemar la caña se genera la pérdida del 48 % del RAC, presentando una serie de inconvenientes como:

1. Incremento de la necesidad de herbicidas.

2. Pérdida de nutrientes del suelo y afectaciones a los microorganismos.

3. Disminución de la porosidad del suelo y, como consecuencia de esto, menor infiltración del agua.

4. Eliminación de los enemigos naturales de las plagas.



Figura 19-1 *Megafardo y rollo confeccionados a partir de RAC.*



Figura 19-2 *Henificaci n de residuo agr cola de cosecha de ca a de az car.*

Además, produce contaminación ambiental por la emisión de gases (monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NOx), óxido nitroso (N_2O) y metano (CH_4), generando como consecuencia, efectos adversos en la salud, daños a la vestimenta y suciedad en las ciudades cercanas.

Una alternativa sustentable de manejo agronómico es recolectar este residuo de cosecha mediante máquinas henificadoras como rotoenfardadoras que generan rollos de entre 300 y 400 kg o megaenfardadoras que generan fardos gigantes de 280 y 320 kg (Figura 19-1) o picadoras con cabezal recolector pick up.

Esta última, conduce a un manejo del material a granel el cual no puede ser trasladado por grandes distancias, ya que genera aproximadamente un 30 % de ineficiencia de uso del espacio, debido a la menor cantidad de kg trasladados por m³ en el flete, si se lo compara con las otras dos opciones en donde un camión puede trasladar hasta 30 rollos de 1,20 m de ancho o 54 megafardos de 0,80 m x 0,87 m x 2,1 m de largo.

Luego de que se efectúa la cosecha mecanizada, el RAC queda esparcido en el campo hasta que su humedad disminuya a valores inferiores al 20 %, momento en el cual se puede efectuar la henificación. Es importante aclarar que con niveles de humedad superiores hay altos riesgos de que se produzcan fermentaciones, que en casos extremos pueden llegar a causar el ardido del material henificado, además de no permitir una combustión adecuada en caso de utilizarlo para energía. Generalmente, esta tarea se realiza entre los meses de mayo y octubre que, al ser un período seco, normalmente permite alcanzar esta humedad en un lapso de 20 días.

Toda esta biomasa que tradicionalmente es quemada a campo, podría ser aprovechada para la

generación de energía como una alternativa renovable, diversificando así la matriz energética de las provincias del norte del país y reduciendo los problemas mencionados anteriormente. Además, este material puede presentar otros usos como alimento y fuente de fibra para ganado bovino de cría y de tambo (Anexo 1).

A nivel internacional, numerosos países (Brasil, Cuba, Australia, etc.) ya vienen empleando el RAC como fuente de energía alternativa. En nuestro país ya existen casos de uso energético del RAC en las provincias de Jujuy y Tucumán.

Un ejemplo es el Ingenio Ledesma, que en el año 2012 reemplazó 15 M de m³ de gas natural, lo que representa el 10 % del gas que es consumido anualmente por la empresa, por el uso de RAC. Por otra parte, gracias al aprovechamiento de la fibra, al uso de electricidad de usinas hidroeléctricas y el uso de la biomasa, hoy el 40 % de la energía que usa Ledesma es renovable.

1.1 Evaluaci n comparativa de equipos de henificaci n en residuo de cosecha de ca a de az car

Debido a que esta técnica de henificación del RAC se está expandiendo en la zona cañera argentina, el Programa Agroindustria del INTA, en convenio de asistencia técnica con AGCO Argentina S.A. realizó un ensayo para conocer las prestaciones de una enfardadora (Valtra Hesston 1837), una rotoenfardadora (Challenger RB46CA) y una megaenfardadora (Challenger LB33B) utilizando este material.

El objetivo fue evaluar los equipos, configurados como los utilizan los usuarios normalmente, en cuanto a pérdidas de material a nivel de recolector (recogido en condiciones de ser henificado), capacidad de trabajo, densidad de compactación alcanzada y consumo de combustible trabajando a tres presiones de compactación diferentes (110, 140 y 170 bar).

1.1.1 Materiales y m todos

El ensayo fue llevado a cabo en agosto de 2013 en la provincia de Tucumán. El lote presentaba un RAC promedio de 24 t/ha, con un máximo de 33 t/ha en algunos ambientes y mínimos de 17,4 t/ha en las zonas menos productivas. Este residuo pertenecía a la segunda cosecha (Soca 1), de una caña variedad LCP 384 cuyo rendimiento cultural fue de 1,15 t/surco, equivalentes a 71 t/ha. Es importante aclarar que la caña de azúcar se cultiva en bordos, que en este caso particular presentaban una altura promedio de 0,16 m medidos desde el fondo del surco. El ancho del mismo era de 0,8 m (Figura 19-4 abajo) y la distancia entre centro de bordos de 1,6 m.

En el ensayo se compararon las prestaciones de los 3 equipos de henificación mencionados. Cada uno de ellos trabajó 7.650 metros lineales de gavilla de RAC, confeccionando 2.550 m lineales en cada una de las tres presiones. Esta distancia trabajada en cada presión, se llevó a cabo en tres repeticiones de 850 m cada una, donde se tomaron todos los parámetros evaluados.

El hilerado del residuo se llevó a cabo con un rastrillo estelar de 4 estrellas de 2,9 m de ancho de trabajo (Figura 19-3), el cual tiene la función de juntar el RAC acumulado en dos surcos, conformando una gavilla que queda situada sobre el bordo, por donde posteriormente lo recolectarán las máquinas henificadoras.

Se evaluó la eficiencia de recolección del rastrillo lograda tanto en el surco como en el bordo, midiendo la cantidad de material remanente luego del rastrillado y comparándolo con el disponible inicial. Para ello se tomaron 10 estaciones de muestreo, de las cuales se determinó que, en promedio, entre las gavillas permanecían sin recolectar por el rastrillo 630,6 gr/m² de RAC, que se traducen en 6,31 t/ha. Considerando que las estimaciones de rendimiento del RAC que presentaba este lote fueron de 24 t/ha, la eficiencia de recolección del rastrillo estuvo en el orden de 73,7 %.



Figura 19-3 *Gavilla conformada por el rastrillo estelar (arriba). Detalle del rastrillo con 4 estrellas (abajo).*

Para cada formato de heno, obtenidos a partir de las tres máquinas ensayadas (enfardadora, rotoenfardadora y megaenfardadora), y para cada una de las presiones preestablecidas de 110, 140 y 170 bar se evaluó:

- Densidad de compactación.
- Capacidad de trabajo.
- Consumo de combustible.
- Pérdidas de recolector (RAC no recogido).
- Calidad del material confeccionado.

Densidad de compactaci n alcanzada: se tomaron 6 rollos, 6 fardos y 6 megafardos para cada presión de cámara, estableciendo las dimensiones representativas para el cálculo del volumen de cada formato de heno a cada una de las presiones (en total se trabajó con 18 rollos, 18 fardos y 18 megafardos). Utilizando una báscula se pesaron dichos henos identificados, obteniéndose el peso promedio de cada fardo, rollo y megafardo. Posteriormente, por fórmula se estableció la densidad de trabajo.

Capacidad de trabajo: se midió el tiempo que le demandó a cada máquina confeccionar una cantidad determinada de fardos, rollos o megafardos, a cada una de las densidades de trabajo. Conociéndose el peso de cada unidad de heno, se determinó la cantidad de materia confeccionada por unidad de tiempo.

Consumo de combustible: iniciando la tarea con el tanque lleno, se trabajó henificando una cantidad determinada de fardos, rollos y megafardos. Posteriormente se llenaron los tanques de los 3 tractores, determinándose la cantidad de gasoil consumido por cada equipo, estableciéndose los litros consumidos por tonelada confeccionada.

Evaluaci n de p rdidas de recolector: para la determinación de las pérdidas por recolector se marcaron con estacas tres diferentes sectores (clausuras). Cada una de estas medían 3 m de largo por el ancho del recolector para cada una de las máquinas y presiones de compactación. Se juntó el material no captado por los recolectores y luego se determinó el porcentaje de material perdido.

Calidad del material confeccionado: con el fin de determinar la calidad de este material como fuente de fibra para alimentación vacuna, se tomaron muestras de 3 rollos y 3 megafardos, las cuales se enviaron a laboratorio para determinar materia seca (MS), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) y Cenizas (Cz). Las gavillas confeccionadas por el rastrillo presentaban un ancho que variaba regularmente entre 1,40 m y 1,60 m, con una altura promedio de 0,65 m. Estas gavillas quedaban conformadas sobre los bordos, en los cuales también se encontraban tocones de caña que presentaban una altura de 10 a 15 cm (Figura 19-4 arriba), lo cual hizo que haya que trabajar en todas las máquinas con un despeje del recolector de 10 cm, respecto al piso en la zona del bordo. Tener en cuenta que parte de la andana quedaba dispuesta sobre el surco, dado que el ancho de esta era mayor al ancho del bordo, lo cual dificultaba el trabajo de los recolectores.

La cantidad de material que presentaban las gavillas sobre las cuales trabajaron las 3 máquinas variaba entre 4,5 kg/m lineal en las zonas menos productivas del lote, a 8 kg/m lineal en los ambientes con mayor cantidad de residuo de cosecha. Es importante recordar que para un correcto trabajo de las rotoenfardadoras lo aconsejable son valores cercanos a los 5-6 kg MS/m lineal.

Esta prueba se llevó a cabo en un lote de producción, el cual no tenía como objetivo recolectar la mayor cantidad de RAC posible, sino disminuir la cantidad de material dispuesto. Si se hubiese querido aumentar la agresividad del recolector se podría haber disminuido la altura del mismo y aumentar la eficiencia de las henificadoras.

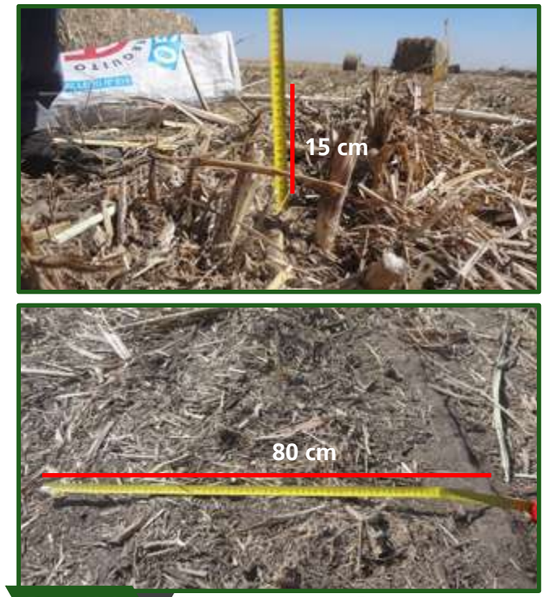


Figura 19-4 *Detalle de toc n de 15 cm de altura (arriba) y bordo de 80 cm de ancho (abajo).*

1.1.2 Resultados y conclusiones

P rdidas por recolector

Las pérdidas ocurridas a nivel de recolector fueron de 1,4 kg MS/m lineal de andana para la mega enfardadora Challenger LB33B, 1,2 kg MS/m lineal de andana para la rotoenfardadora Challenger RB46CA y de 1,9 kg MS/m lineal de andana para la enfardadora Valtra Hesston 1837.

Estos datos expresados en porcentaje de material que no se recolectó por cada tonelada henificada, indican que la rotoenfardadora obtuvo una eficiencia de recolección del 80 %, la megaenfardadora del 77 % y la enfardadora pequeña del 70 %.

Luego de la conformación de las andanas (rastrillado) y la recolección del material (máquinas henificadoras), el RAC remanente promedio de 12 estaciones de muestreo, fue de 10,8 t/ha. Esto significa que se henificó el 55 % del residuo total de caña (bordos y surco) que estaba disponible.

Para un lote productivo se buscan valores entre 50 y 60 %. En caso de querer aumentar este porcentaje de recolección debe incrementarse la agresividad del rastrillo, pero teniendo en cuenta que debe quedar una cobertura de residuo de cosecha en superficie, dado que en años normales llegan en los meses subsiguientes elevadas precipitaciones.

Las tres máquinas están equipadas con recolector de bajo perfil, con una distancia entre dientes de 6,6 cm y con un ancho de captación mayor que el de las cámaras de compactación. Si bien los recolectores de ambas máquinas son similares, la experiencia a campo desarrollada con los altos volúmenes de RAC en las gavillas confeccionadas (entre 4.5 y 8 kg/m lineal de andana), demostró que la rotoenfardadora (trabajando a 3,5 Km/h) tuvo una eficiencia de recolección 6 % superior respecto a la megaenfardadora que trabajó a 5 km/h.

En el caso de la enfardadora, la eficiencia de captación fue un 10 % menor respecto de la megaenfardadora. Para lograr una mayor performance, la enfardadora necesita trabajar sobre gavillas con forma plana y no piramidal.

Capacidad de trabajo

En la tabla 19-1 se resumen los datos y parámetros medidos para determinar la capacidad de trabajo de cada máquina. Los registros de velocidad de avance se pueden observar en la figura 19-5.

La megaenfardadora tuvo una capacidad de henificación superior a la obtenida por la rotoenfardadora. Para efectuar el llenado de cámara ambas máquinas transitaron el lote a una velocidad cercana a los 5 km/h, pero la mayor capacidad de trabajo de la megaenfardadora se debe a la ausencia de detenciones para atar y expulsar el material henificado.

La megaenfardadora logró una capacidad de henificación un 34,3 % superior a la rotoenfardadora cuando se trabajó a 110 Bar de presión, un 38,72 % cuando se trabajó a 140 Bar, y 34,74 % cuando se trabajó con la máxima presión de compactación (170 Bar).

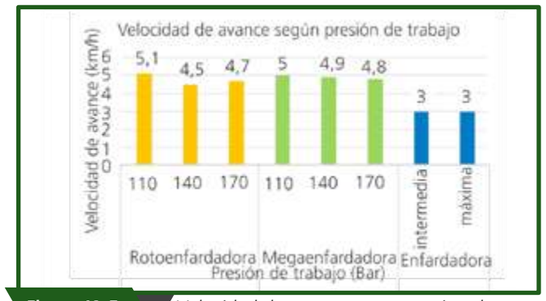


Figura 19-5 *Velocidad de avance seg n presi n de trabajo.*

Tabla 19-1 *Registro de distancia, tiempos y cantidad de unidades henificadas por cada m quina. Capacidad de trabajo expresada en unidades elaboradas por minuto y en toneladas de MS por hora.*

Máquina	Presión de Compactación (Bar)	Distancia (m)	Tiempo de trabajo (minutos)	Unidades henificadas	Peso de la unidad henificada	Tn MS/hora
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	110	2.598	52,5	35	277	11,1
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	140	2.532	55,2	32	320	11,7
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	170	2.411	44,3	28	335	12,7
Megaenfardadora Challenger LB33B	110	2.579	31,1	38	231	16,9
Megaenfardadora Challenger LB33B	140	2.571	31,4	38	263	19,09
Megaenfardadora Challenger LB33B	170	2.586	32,5	37	285	19,46
Enfardadora Valtra Hesston 1837.	media	382	7,32	48	20 (19– 20,5)	7,86
Enfardadora Valtra Hesston 1837.	máxima	390	8,32	52	22 (21-23)	8,25

Esta máquina disminuyó la velocidad de avance a medida que se incrementó la presión de compactación. Su capacidad de trabajo aumentó cuando se pasó de 110 Bar a 140 Bar, dado que la velocidad cayó solo un 2 % e incrementó en un 14 % el peso henificado.

Mientras que cuando se incrementó de 140 a 170 Bar, la velocidad cayó un 2 % y solo se incrementó en un 8 % el peso henificado.

La rotoenfardadora logró su mayor capacidad de henificación cuando trabajó con 170 Bar debido a que la mayor compactación del material permitió incrementar el peso de cada uno de los rollos elaborados.

Al trabajar con mayor presión se disminuyó la cantidad de unidades henificada, con lo cual fueron menos las veces que la máquina estuvo detenida atando y expulsando rollos; manteniendo la velocidad de avance con la cual efectuó el llenado de cámara (3,5 km/h).

La enfardadora puede trabajar a un 75 % de la rotoenfardadora (110 Bar) y a un 48 % de la megaenfardadora (110 Bar). La máxima presión en la cámara de compactación, para un correcto funcionamiento, se logró con una capacidad de trabajo de 8,25 t MS/ha de RAC.

Consumo de combustible

En la tabla 19-2 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a consumo de combustible.

Respecto al consumo de combustible, para henificar una tonelada de materia seca, tanto la rotoenfardadora como la megaenfardadora fueron más eficientes cuando trabajaron con 140 Bar de presión.

En la megaenfardadora a medida que se incrementó la presión en la cámara de compactación, se pudo incrementar la cantidad de kg totales henificados que se tradujo en un aumento del consumo de combustible. A 140 Bar, la cantidad de RAC henificado fue 400 kg superior a lo logrado con 110 Bar, con solo un incremento de 0,19 litros del consumo. Mientras que, a 170 Bar henificó 180 kg más de RAC, pero elevando el consumo en 0,7 litros.

La megaenfardadora a 140 Bar, demandó un 7 % menos en litros/tonelada de combustible, que cuando trabajó a 110 Bar y un 11 % menos que cuando trabajó con 170 Bar.

La rotoenfardadora consumió a 140 Bar un 3 % menos que cuando trabajó con 110 Bar. Esta diferencia se debe a que henificó 200 kg más de RAC (distinto rendimiento de ese sector del lote), sin que ello haya significado un aumento en el consumo de combustible. Cuando trabajó a 170 Bar, henificó 300 kg menos de RAC e incrementó un 20 % el consumo de combustible, respecto del enrollado a 140 Bar.

Si comparamos ambas máquinas a 140 Bar, la rotoenfardadora consumió un 14 % menos que la megaenfardadora.

La enfardadora, trabajando a máxima presión, para henificar una tonelada de MS, obtuvo parámetros de consumo similares al de la megaenfardadora trabajando con 140 Bar de presión y al de la rotoenfardadora trabajando a 170 Bar de presión.

Tabla 19-2 *Registro de consumo de combustible y materia seca henificada.*

Máquina	Presión de Compactación (Bar)	Gas oil (litros)	MS henificada (kg)	Consumo Gas oil l/tn MS	Tiempo de trabajo (minutos)	Consumo Gas oil l/hora
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	110	3,25	3.232	1,00	17,5	11,14
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	140	3,33	3.413	0,97	18,4	10,85
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	170	3,66	3.127	1,17	14,76	14,87
Megaenfardadora Challenger LB33B	110	3,56	2.926	1,21	10,36	20,61
Megaenfardadora Challenger LB33B	140	3,75	3.331	1,12	10,46	21,51
Megaenfardadora Challenger LB33B	170	4,46	3.515	1,26	10,83	24,70
Enfardadora Valtra Hesston 1837.	Intermedia	0,50	480	1,04	3,66	8,19
Enfardadora Valtra Hesston 1837.	Máxima	0,65	572	1,14	2,77	14,07

Densidad de compactaci n

En la tabla 19-3 se muestran los pesos obtenidos, el volumen y la densidad calculada de cada formato.

Analizando los parámetros obtenidos de la rotoenfardadora, ésta elevó un 12 % la densidad al pasar de 110 a 140 Bar, pero solo un 2 % al pasar de 140 a 170 Bar.

La megaenfardadora por su parte, también elevó un 12 % la densidad al pasar de 110 a 140 Bar, y un 8 % al pasar de 140 a 170 Bar.

La enfardadora, trabajando con máxima presión logró obtener valores de densidad 8 % superiores al de la rotoenfardadora. Respecto a los megafardos, fue un 14 % inferior cuando estos se elaboraron con 170 Bar, un 8 % inferior a los megafardos realizados a 140 Bar, pero un 4 % superior a los fardos gigantes confeccionados con 110 Bar.

La megaenfardadora permitió henificar un 14 % más de RAC por unidad de volumen que la rotoenfardadora, cuando se configuraron a 110 Bar, un 19 % más cuando se trabajó a 140 Bar y un 26 % más a 170 Bar. Esto indica que la megaenfardadora es más eficiente en cuanto a la cantidad de material henificado por unidad de volumen, permitiendo disminuir gastos de flete y cobertura.

Dado que el mayor incremento de densidad se logra pasando de 110 a 140, vs 140 a 170 Bar, se entiende que el mayor equilibrio entre la densidad lograda de RAC, consumo de combustible por tonelada y vida útil de los elementos móviles de las cámaras de compresión se logra a 140 Bar. A 110 las máquinas están subutilizadas y a 170 Bar sobreexigidas.

1.2 Energ a a partir del RAC

La energía producida a partir de la biomasa tiene junto con la hidráulica, un papel preponderante en muchos países. Los residuos que resultan de la actividad agrícola y forestal, constituyen un amplio porcentaje de la misma.

Actualmente, muchos de los residuos que no son aprovechados, se constituyen en un problema medioambiental sin aprovechar el gran potencial de producción de energía a partir de los mismos, pero pueden tenerlo, siempre que se solucionen algunas dificultades como su mayor volumen o menor densidad energética en comparación a los combustibles de origen fósil, necesitando, por lo tanto, un mayor desarrollo de logística en recolección, transporte y almacenamiento.

Por medio de la compactación es factible aumentar la densidad de los residuos biomásicos, lo que facilita su manejo y permite su utilización como un combustible más homogéneo, solucionando el problema de los residuos y acondicionándolos para una posible utilización energética.

Los factores que limitan la combustión óptima de las materias leñosas son esencialmente físicos: la densidad aparente, la granulometría y la humedad, además de su disponibilidad. Entre las biomasas, la caña de azúcar ocupa un destacado lugar por sus altos rendimientos agrícolas.

Caracter sticas del RAC

La caña de azúcar es uno de los cultivos con mayor capacidad de convertir la energía solar en biomasa. Si se toman en cuenta solo el bagazo y la paja, en los cañaverales se almacenan alrededor del equivalente a una tonelada de petróleo por cada tonelada de azúcar que puede producirse.

La combustión de la biomasa no incrementa la concentración atmosférica de carbono, porque solo devuelve a la atmósfera el carbono que fijó la planta durante su crecimiento.

La biomasa aprovechable energéticamente son el bagazo y los RAC. El bagazo representa el 30 % de los tallos verdes molidos y es el residuo fibroso de la molienda; se obtiene con un 50 % de humedad.

En cuanto al RAC, según datos obtenidos del presente ensayo, se logró recolectar alrededor de 13.000 Kg RAC/ha (24000 Kg RAC/ha de residuo inicial), dejando un porcentaje en el suelo para favorecer los procesos de mineralización de la materia orgánica, retención de humedad edáfica, evitar erosión, etc.

Las características del RAC como combustible son las siguientes:

1. **Composici n qu mica:** Carbono: 48,28 %, Hidrógeno: 5,55 %, Oxígeno: 45,61 %, Cenizas 9,5 %, Azufre: 0,13 % y Nitrógeno: 0,43 %.

2. **Calor espec fico de combusti n:** Según mediciones realizadas en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), el poder calorífico inferior(PCI) del RAC con un 15 % de humedad y entre un 10-11 % de cenizas oscila entre 2300 y 2400 Kcal/Kg; llegando su poder calorífico superior (PCS) en promedio a 3500-3600 Kcal/kg (este valor tiene en cuenta la energía liberada por el vapor de agua al condensarse). Se lo utiliza en calderas especiales llamadas calderas de condensación. (Feijóo, E.).

Cuatro toneladas de RAC equivalen a una tonelada de petróleo (calor de combustión de la paja con 30 % de humedad: 11,7 MJ/Kg.).

Usos energ ticos del RAC

Existen en la actualidad diversos usos alternativos a la quema a campo abierto que se le pueden dar a estos residuos agrícolas de cosecha (RAC), entre ellos se encuentran algunos que se emplean a gran escala y donde la inversión por lo tanto es mayor, y otros de menor escala con menores inversiones para uso doméstico o en pequeñas producciones.

Entre los usos estudiados hasta el momento y los que aún se están evaluando se encuentran los siguientes:

- **Hidr lisis, para la producci n de etanol lignocelul sico (2G):** La tecnología de conversión de biomasa lignocelulósica en azúcares fermentecibles para la producción de etanol viene siendo considerada como una alternativa promisoria para atender la demanda mundial de combustibles. A pesar de que ya existen tecnologías para el procesamiento de la celulosa, la mayoría tienen alguna dificultad técnica o económica. Si bien, en general se da esta situación, en algunos países como Estados Unidos existen empresas que ya se encuentran instalando plantas de producción de etanol a partir de residuos de cosecha de maíz y planifican procesar alrededor de 600.000 megafardos de los mismos al año. La producción de etanol lignocelulósico requiere de las siguientes etapas: pretratamiento, hidrólisis y fermentación.
- **Pirolisis:** consiste en la descomposición físico-química de la materia orgánica bajo la acción del calor y en ausencia de un medio oxidante (O_2); es un proceso térmico de conversión en el que se utiliza un material con alto contenido de carbono, para producir compuestos más densos y con mayor poder calorífico, que pueden ser empleados como combustibles directamente o luego de un tratamiento posterior. Los productos de la pirolisis son gases, líquidos y un residuo carbonoso, cuyas cantidades relativas dependen de las propiedades de la biomasa a tratar y de los parámetros de operación del equipo. En los últimos años la pirolisis se viene utilizando para la obtención de combustibles líquidos y productos químicos, a partir del carbón y residuos orgánicos.
- **Gasificaci n, para generaci n de energ a el ctrica y diversos productos qu micos:** es un conjunto de reacciones termoquímicas, que se produce en un ambiente pobre en oxígeno (combustión incompleta) a altas temperaturas (600-1.500ºC), y que da como resultado la transformación de un sólido en una serie de gases posibles de ser utilizados en una caldera, en una turbina o en un motor, tras su debido acondicionamiento.
- **Combusti n, para generaci n de energ a el ctrica o calor:** es el proceso de conversión en el cual se produce la oxidación completa del combustible. La combustión directa de la biomasa es el sistema más elemental y, por supuesto, más antiguo de recuperación energética de la misma. La energía obtenida en forma de calor (producto primario del proceso) se utiliza en calderas para la producción de vapor y como calor de proceso en una multitud de aplicaciones, como son para uso doméstico o industrial, calefacción, etc.

Tabla 19-3 *Registro de medidas, volumen y peso de los henos elaborados.*

Máquina	Presión de Compactación (Bar)	Medidas (m)	Volúmen (m^3)	Peso Seco (kg)	Densidad (kg/m^3)
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	110	1,55 diámetro x 1,20 ancho	2,26	277	122,56
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	140	1,57 diámetro x 1,20 ancho	2,32	320	137,93
Rotoenfardadora Challenger RB46CA	170	1,59 diámetro x 1,20 ancho	2,38	335	140,75
Megaenfardadora Challenger LB33B	110	2,27 largo x 0,87 ancho x 0,80 alto	1,58	231	146,20
Megaenfardadora Challenger LB33B	140	2,30 largo x 0,87 ancho x 0,80 alto	1,60	263	164,37
Megaenfardadora Challenger LB33B	170	2,30 largo x 0,87 ancho x 0,80 alto	1,60	285	178,12
Enfardadora Valtra Hesston 1837.	Intermedia	0,80 largo x 0,45 ancho x 0,40 alto	0,144	20	138,88
Enfardadora Valtra Hesston 1837.	Máxima	0,80 largo x 0,45 ancho x 0,40 alto	0,144	22	152,77

2. Biodigesti n anaer bica en el sector agropecuario: producci n de biog s

La biodigestión anaeróbica es un proceso de degradación de la materia orgánica por acción de microorganismos en condiciones de anaerobiosis (ausencia de oxígeno), que da como resultado la producción de una mezcla de gases (biogás) que puede ser utilizado, luego de su acondicionamiento, para la generación de energía eléctrica mediante un motogenerador (también se puede aprovechar el calor generado por el agua de refrigeración del motor y el de los gases de escape) o para la combustión directa (calor) y además, el producto digerido puede ser utilizado como enmienda orgánica (biofertilizante) para los cultivos.

En el proceso es importante tener en cuenta diversos factores que lo afectan: relación C/N, pH, temperatura, agitación, entre otros. Estos parámetros son de importancia, ya que en gran medida la producción exitosa de biogás depende de un correcto control de los mismos.

Es un proceso antiguo pero que ha tenido un desarrollo tecnológico a gran escala en algunos países del mundo como Alemania, con alrededor de 10.800 plantas instaladas e Italia con 1.555 plantas en las últimas décadas (EBA 2017).

En Argentina, si bien es una tecnología de desarrollo incipiente, con la creación del programa RenovAR, se favoreció la instalación de proyectos de energías renovables en los últimos 2 años. En la última ronda de este programa se superó la potencia licitada en todas las fuentes (fotovoltaica, eólica, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, biogás y biomasa), con lo cual queda demarcada una tendencia creciente al desarrollo de este tipo de proyectos en nuestro país.

Según un relevamiento de biodigestores realizado por el grupo de biogás de INTI, en el año 2016 existían en Argentina alrededor de 105 biodigestores instalados; de los cuales la mayoría se encuentran en la provincia de Santa Fe.

Un aspecto a destacar es que el 56 % de las plantas no posee sistemas de control de temperatura, un 48 % no tienen sistemas de agitación y un 70 % desconoce la calidad del biogás que se produce (Goicoa, 2016). La falta de control sobre estos parámetros conduce a una baja eficiencia del procesolo que queda demostrado en que solo el 6 % de las plantas a nivel país utiliza el biogás con fines energéticos.

Entre los sustratos que pueden utilizarse como materia prima para el proceso se encuentran los efluentes y residuos de las actividades pecuarias. Estas actividades han sufrido un proceso de intensificación (concentración de animales en menor superficie), lo cual ha generado un mayor volumen de efluentes y deben ser tratados para reducir su impacto ambiental.

Una alternativa de tratamiento es la biodigestión anaeróbica que permite disminuir este impacto y a su vez valorizar económicamente estos subproductos. Esta valorización contempla la producción de biogás para la generación de energía eléctrica y calórica y la utilización del digerido como enmienda orgánica, en sustitución de los fertilizantes químicos. Una alternativa interesante es utilizar esa energía generada para algún proceso productivo de transformación de materias primas en productos de mayor valor comercial; con lo cual se podría dar un mayor valor a cada unidad de energía producida en un sistema productivo.

Actualmente existen 3 plantas del sector agropecuario que inyectan energía a la red a través del programa RenovAR:

1. **Yanquetruz:** criadero de cerdos de ciclo completo con 1.300 madres (proyectado a 5.200 madres).

2. **Bioel ctrica:** planta realizada en forma asociativa por productores agropecuarios. Alimentada con efluentes de tambo y en su mayoría por cultivos energéticos. Además de vender energía eléctrica a la red, venden energía calórica a una planta de producción de bioetanol de maíz, ubicada en cercanías a la misma.

3. **San Pedro Verde:** tambo estabulado con 7.000 vacas en ordeñe (proyectado 14.000 vacas en ordeñe).

En la tabla 19-4. se presentan las características de las mismas y en la Figura 19-6 imágenes de las plantas.

En la ronda 2 del programa RenovAR, como se mencionó anteriormente, se superó la potencia licitada en todas las fuentes. En el caso de biogás si se compara la ronda 1 con la 2 se pasó de 6 proyectos adjudicados (8.6 MW) a 36 proyectos (69.3 MW) (Ministerio de Energía y Minería de la Nación).

Si bien se mencionó la utilización de esta tecnología como una estrategia de tratamiento y valorización de residuos pecuarios, es necesario destacar que el potencial de generación de biogás de los

Tabla 19-4 *Plantas de biog s que inyectan energ a a la red (Programa RenovAR).*

	Yanquetruz (ACA)	Bioeléctrica	San Pedro Verde (Adecoagro)
Ubicación	Juan Llerena (San Luis)	Río Cuarto (Córdoba)	Christophersen (Santa Fe)
Sustrato	Efluentes porcinos + Silaje de maíz	Silaje de maíz + Efluentes de tambo	Efluentes de tambo + restos de alimentos
Cantidad Procesada	Silaje: 50 t MV/día + 150 m^3 estiércol/día	Silaje: 52 t MV/día + 6m^3 estiércol/día	95% estiércol + 5% restos de alimentos
Rango Tº Digestión	Mesofílico (35-37 ºC)	Termofílico (55-60 ºC)	Mesofílico (35-37 ºC)
Productos y su destino	Energía Eléctrica (Venta – RenovAr) Digerido: Lotes de maíz (enmienda orgánica).	Energía Eléctrica (Venta – RenovAr) Digerido: Lotes de maíz (enmienda orgánica). Energía Calórica: planta bioetanol.	Energía Eléctrica (Venta – RenovAr) Digerido: Lotes agrícolas (enmienda orgánica).
Potencia Inyectada a la red*	1.2 MW	1.2 MW	1.42 MW

**1MWh puede alimentar el consumo de 180-200 viviendas.*







Figura 19-6 *1) Yanquetruz 2) Bioel ctrica y 3) San Pedro Verde*

mismos es reducido si se lo compara con otros sustratos como por ejemplo los cultivos energéticos (Figura 19-7.). Generalmente, ante esta situación lo que se realiza es la codigestión de sustratos (mezcla de sustratos), para elevar el potencial de generación de biogás ya que las inversiones en este tipo de tecnología (cuando se pretende generar energía eléctrica y calórica) son elevadas y por lo tanto se busca una mayor producción de biogás para convertir en energía.

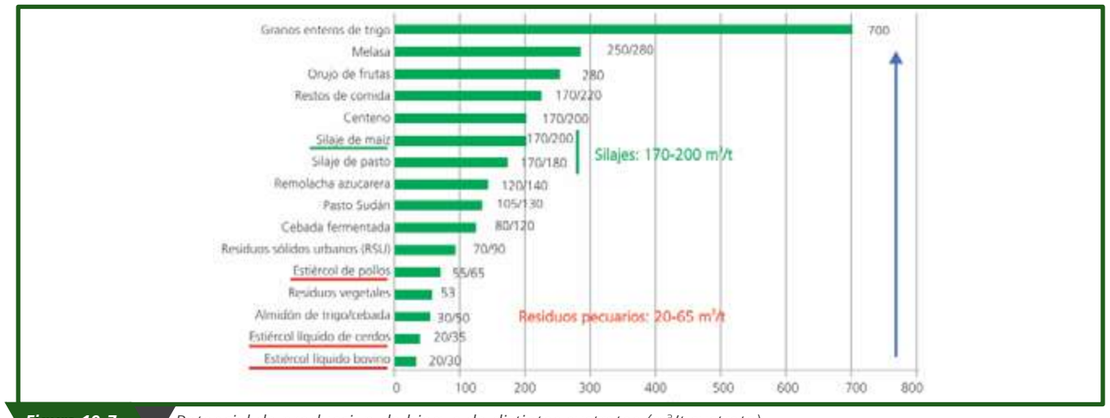


Figura 19-7 *Potencial de producci n de biog s de distintos sustratos (m^3/t sustrato).*

En este sentido en INTA se están evaluando diferentes cultivos con fines energéticos como son: variedades de sorgo de alta producción de materia seca y caña de castilla (Arundo donax). Estos cultivos según su estado al momento de cosecha se pueden utilizar para biodigestión anaeróbica (cosechado en verde) o para procesos termoquímicos (cosechado seco).

Son cultivos que se adaptan a una gran diversidad de ambientes y tipos de suelo; permitiendo producir biomasa en suelos que no se destinan a la producción de alimentos. El cultivo de sorgo en particular, a nivel de los criaderos, ha despertado cierto interés en la búsqueda de materiales que se adapten al proceso de biodigestión anaeróbica.

La producción de energía en origen, además de sustituir la demanda de combustible fósil, con un impacto importante en la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, generaría a nivel de la región un nuevo negocio; producir energía a partir de lo que hoy son residuos o produciendo cultivos que no solo se adaptan ambientalmente, sino que además dan la posibilidad de utilizar distintos residuos provenientes de la actividad pecuaria y agroindustrial de la región.

Ésta nueva mirada del sector agropecuario, aportando biomasa para la producción de bioenergía generará un nuevo negocio a nivel local y una importante demanda de puestos de trabajo para llevar adelante este tipo de proyectos.

2.1 Evaluaci n de la aplicaci n de digerido sobre la producci n de materia seca del cultivo de ma z y los par metros qu micos del suelo

El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de digerido y digerido más fertilizantes químicos, sobre la producción total de biomasa (Kg MS/ha) de maíz y sobre las propiedades químicas del suelo. La experiencia se realizó en un lote agrícola sobre un suelo haplustol entico durante la campaña agrícola 2016/2017. El cultivo antecesor fue maíz.

Se utilizó un diseño estadístico en parcelas aleatorizadas. Las unidades experimentales fueron parcelas de 24 m de ancho por 50 m de largo (1.200 m²). Los tratamientos evaluados se describen a continuación:

- T1. Testigo (sin aplicación de digerido)
- T2. 40.000 l de digerido/ ha
- T3. 80.000 l de digerido/ha
- T4. Fertilizante químico. Acorde al planteo de fertilización de la empresa.
- T5. 40.000 l de digerido/ha + fertilizante químico (50 % de T4).

La distribución del digerido se realizó con una máquina estercolera de líquidos, 15 días previos a la siembra (Figuras 19-8 y 19-9). Se sembró con tecnología de siembra directa el híbrido de maíz ACA 485 MG RR2 el 03 de enero de 2017, logrando una densidad de 66.600 plantas/ha.



Figura 19-8 *Estercolera empleada en el ensayo.*



Figura 19-9 *Distribuci n de digerido en las parcelas del ensayo.*

Tabla 19-5 *Caracterizaci n f sico-qu mica del digerido empleado.*

Ensayo	Método	Resultado	
pH	APHA 4550-H8	7,91	upH
Fósforo Total (Pt)	APHA 4500 P-C	473,6	mg P_t/L
Nitrógeno Total (Nt)	J. Rodier 9.6.2	1.368,0	mg N_t/L
Conductividad eléctrica (CE)	APHA 2510-B	21.140,0	µS/cm
Amoníaco (NH_3)	APHA 4500 –NH3-C	200,0	mg NH_3/L
Potasio (K)	APHA 3500 K-D	2.240,0	mg K^+/L
Calcio (Ca)	APHA 3500 Ca-D	646,4	mg Ca/L
Sodio (Na)	APHA 3500 Na-D	892,0	mg Na_+/L
Magnesio (Mg)	APHA 3500 Mg-E	49,1	mg/L
Sólidos volátiles secados a 550°C	APHA 2540-E	13.495,0	mg/L

El digerido utilizado en el ensayo proviene del proceso de biodigestión anaeróbica realizado por el mismo establecimiento, utilizando como sustrato estiércol porcino y silaje de maíz.

Para conocer la composición del mismo se enviaron muestras al laboratorio para su análisis. En la Tabla 19-5 se presentan los resultados del análisis.

Se tomaron muestras de suelo previo a la aplicación de digerido y previo a la siembra del cultivo (11/11/2016) y se llevaron a laboratorio para su análisis. Para el muestreo de situación inicial se conformó una muestra compuesta por cada una de las profundidades 0 - 20 cm, 20 - 40 cm y 40 - 60 cm. En la profundidad 0 - 20 cm se realizaron las determinaciones de Carbono orgánico (%CO), Materia orgánica (%MO), Nitrógeno Total (Nt), Relación Carbono/Nitrógeno (C/N), Fósforo extractable (Pe), pH, Conductividad eléctrica (CE), Nitrógeno de nitratos (N-NO_3-), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio(K), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), y en las profundidades 20 - 40 cm y 40 - 60 cm se realizó solo determinación de Nitrógeno de nitratos (N-NO_3). En la Tabla 19-6. se presentan los resultados con los valores obtenidos para cada uno de los estratos de profundidad.

Posterior a la cosecha del cultivo se realizó un monitoreo de suelo, para evaluar los efectos de los distintos tratamientos sobre las propiedades químicas del mismo. Se realizó un análisis completo en la profundidad de 0 - 20 cm (químico y cationes) y de nitratos para las profundidades restantes (20 - 40 cm y 40 - 60 cm). Los resultados del análisis de fertilidad pueden verse en la Tabla 19-7. y los resultados de la determinación de cationes en la Tabla 19-8.

Resultados

Producci n de biomasa

La biomasa total acumulada (kg MS /ha) al final del ciclo de cultivo con el tratamiento estadístico correspondiente se presenta en la Figura 19-10.



Figura 19-10 *Efecto de los distintos tratamientos sobre la producci n de biomasa (Kg MS/ha).*

Tabla 19-6 *Par metros qu micos del suelo evaluados previo a la aplicaci n de digerido.*

Prof. (cm)	CO	MO	N_T	Pe	pH	CE	N-NO_3-	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI
	g/100g suelo			(ppm)		(dS m^{-1})	(ppm)	(cmol Kg^{-1})					(%)
0-20	0,62	1,06	0,06	20	6,84	1,79	7,8	5,9	1,18	0,25	1,2	8,5	2,9
20-40							4,4						
40-60							6,8						

Tabla 19-7 *Valores de MO, pH, Ce, Nt, Pe y N-NO_3 postcosecha.*

Tratamiento	MO (%)	pH	CE dS m^{-1}	Nt (g/100 g suelo)	Pe (ppm)	N-NO_3-	
						Profundidad (cm)	ppm
T1	1,13	6,75	0,6	0,06	14,6	0-20	5,5
						20-40	3,5
						40-60	2,0
T5	1,11	6,8	0,6	0,06	23,3	0-20	6,1
						20-40	2,7
						40-60	1,9
T3	1,04	7,05	0,9	0,06	39,5	0-20	7,4
						20-40	4,3
						40-60	5,4
T2	0,96	7,2	0,9	0,06	17,8	0-20	6,0
						20-40	3,2
						40-60	2,0
T4	0,98	7,17	0,9	0,06	19,6	0-20	5,4
						20-40	2,1
						40-60	2,5

Tabla 19-8 *Resultados an lisis de cationes postcosecha.*

Tratamiento	Mg (cmol kg⁻¹)	Na (cmol kg⁻¹)	K (cmol kg⁻¹)	CIC (cmol kg⁻¹)	PSI (%)
T1	1,73	0,28	1,13	9,37	2,95
T5	1,48	0,30	1,13	8,77	3,33
T2	1,58	0,30	1,18	9,01	3,28
T3	1,99	0,30	1,02	8,00	3,70
T4	2,42	0,28	1,11	9,01	3,08

Existen diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento de 80.000 l de digerido por hectáreas y el resto de los tratamientos evaluados. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T1, T4, T2 y T5.

Los diferentes valores de rendimiento obtenidos en el ensayo oscilan entre 17.239 kg/ha, para el tratamiento T4 y 22.443 kg/ha, para el tratamiento T3. El rendimiento medio del ensayo fue de 19.025 kg/ha.

La diferencia de producción de biomasa entre el tratamiento de mayor y el de menor rendimiento fue de 5.204 Kg MS/ha. Tomando un requerimiento de 13,95 t MS/día para alimentar el biodigestor, se necesitan 5.093 t MS/año de silaje de maíz. En función de la producción de biomasa del tratamiento empleado por la empresa (fertilizante químico), se requieren aproximadamente 295 ha para alimentar el digestor durante todo el año.

Con el rendimiento de la parcela donde se aplicaron 80.000 l/ha de digerido, podríamos reducir la superficie de siembra destinada para producción de bioenergía a 227 ha. Es decir, se genera un ahorro de superficie agrícola de 68 ha, que podrían destinarse por ejemplo a grano, para consumo animal u otros cultivos.

An lisis de Suelo a cosecha

F sforo

De acuerdo al análisis de suelo posterior a la cosecha del cultivo, se evidencia un cambio en las propiedades químicas del mismo respecto del análisis inicial. Existen diferencias estadísticamente significativas de P entre T3 y el resto de los tratamientos (Figura 19-11).

Fue muy importante el incremento del fósforo alcanzado (19,5 ppm) luego de 6 meses desde la fecha de aplicación del digerido. Para incrementar 1 ppm en el suelo se necesitan 6 kg P_2O_5. El incremento observado sería equivalente a la utilización de 254,3 kg/ha de FDA (fosfato diamónico).

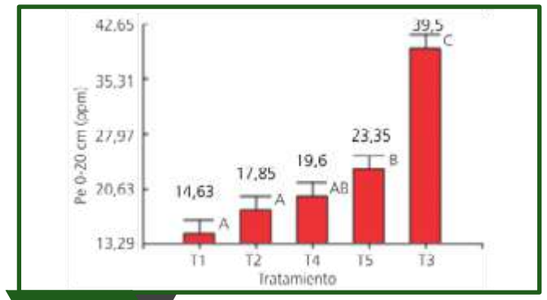


Figura 19-11 *Contenido de P en el suelo (0-20 cm). An lisis de varianza para tratamiento con la correspondiente separaci n de medias seg n el test de LSD Fisher.*

Nitr geno Total

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de nitrógeno total, entre el análisis de suelo efectuado previo a la aplicación de digerido y el muestreo posterior a la cosecha del cultivo.

Nitr geno de Nitrato

El contenido de N-NO_3- residual del suelo después de la cosecha se vio afectado por la dosis de digerido y fertilizantes aplicados y la absorción de N del cultivo. Analizando el contenido de N-NO_3/ ha en el perfil de suelo (0 - 60 cm) al final de la experiencia, solo existieron diferencias significativas entre T3 y el resto de los tratamientos para las tres profundidades estudiadas (0 - 20 cm, 20 - 40 cm y 40 - 60 cm).

La respuesta de un cultivo como el maíz, no depende solo del N aplicado, sino del N aplicado más el N mineralizado. En nuestro caso de estudio, donde el contenido inicial de N-NO_3 /ha en el suelo era bajo, parece conveniente aplicar unos 80.000 lt /ha de digerido ya que se obtienen rendimientos de grano estadísticamente superiores a los demás tratamientos y se logra un incremento estadísticamente significativo del contenido residual de N-NO_3- en el suelo, respecto de los otros tratamientos evaluados.

Si se compara el contenido medio de N-NO_3/ha del suelo al inicio (Tabla 19-5) y fin del ensayo (Tabla 19-6), se observa que para todos los tratamientos el contenido final de N-NO_3/ha fue menor.

Conclusiones

El digerido obtenido del proceso de digestión anaeróbica, es una excelente fuente de nutrientes para los cultivos. Para las dosis evaluadas en el trabajo, se logró el mayor rendimiento con la aplicación de 80.000 l/ha.

El rendimiento medio del ensayo fue de 19.025 kg MS/ha. Esto indica unas excelentes condiciones de crecimiento y desarrollo del cultivo, en la campaña 2016-2017.

Se observó un incremento en las propiedades químicas del suelo, fundamentalmente en el contenido de fósforo extractable. El incremento de fósforo logrado (19,5 ppm) es equivalente a la aplicación de 254,3 kg de FDA/ha.

Comentarios finales

Es importante destacar la importancia que tiene la bioenergía como alternativa o complemento, junto a otras energías renovables para mitigar en cierta medida los problemas energéticos que enfrenta nuestro país, el cual tiene como ventaja competitiva la factibilidad natural y tecnológica de producir biomasa y aprovechar recursos biomásicos no utilizados en la actualidad, con destino a la generación de energía eléctrica, calórica o ambas para su utilización como insumo estratégico en la transformación de materias primas en productos de mayor valor comercial (bioeconomía).

Se mostró en este capítulo la posibilidad del empleo de tecnología ya probada, para su uso en forrajes conservados en la recolección de biomasa residual o producida con destino a la producción de bioenergía. Por otro lado, los subproductos que genera la producción de bioenergía mediante biodigestión anaeróbica son importante fuente de nutrientes para los cultivos, lo cual quedó demostrado en el ensayo presentado.

El presente capítulo pretende demostrar que la bioenergía es una alternativa importante en un proceso de economía circular, en donde el subproducto de una actividad es un insumo estratégico para un proceso siguiente.

3. Anexo primero

Alimentaci n de bovinos a partir del RAC

• Por Ing. Agr. Miriam Gallardo

Los residuos agrícolas (RAC) son clásicos alimentos de tipo “voluminoso”, fuente esencialmente de fibra. En general poseen escaso valor energético y proteico: PB: < 8 %; EM: <1.75 Mcal/ kg MS, debido a los elevados contenidos en fibra muy lignificada (FDN: +70 %, + 12 % lignina en la MS de la fibra.), sobre todo porque la biomasa se trata principalmente de tallos, confiriendo a los materiales una muy baja digestibilidad, inferior al 45 % de la MS. Además suelen estar contaminados con tierra y hongos.

El heno de residuos agrícolas de la Caña de Azúcar (RAC) no escapa a estas características. Su composición química y valor nutricional se muestra en la tabla 19-8.

Comparados a otros residuos forrajeros de cosecha (trigo, maíz, etc.), los RAC de Caña de Azúcar son un caso especial, porque la fibra del tallo está demasiado lignificada, lo que hace prácticamente imposible que las bacterias ruminales la puedan utilizar de manera eficiente. Además, si está muy contaminado con tierra y hongos puede ser poco palatable y limita seriamente el consumo voluntario del animal. Si bien pueden quedar vestigios de azúcar de la caña, su valor es ínfimo.

Los RAC de distintos cultivos pueden ordenarse, de mayor a menor, por calidad y valor nutritivo, de la siguiente forma: 1)Avena, 2) Trigo-Cebada, 3) Arroz y Centeno, 4) Maíz,5) Sorgo, 6) Moha y Mijo, 7) Caña Azúcar y Soja, 8) Girasol.

¿C mo utilizarlos?

Estos recursos pueden suministrarse tal como cosechados (a granel) o bajo la forma de heno (rollos o megafardos). En todos los casos, el suministro para el ganado debe estar estrictamente controlado y, en lo posible, el forraje previamente trozado, ya que los accesos ad limitum y de material entero pueden perjudicar la calidad total de la dieta, generando “llenado ruminal” y consecuentemente, lenta tasa de pasaje y de digestión.

Tabla 19-8 *Composici n qu mica y caracter sticas nutricionales de RAC de ca a de az car (sobre muestras representativas tomadas “ad hoc”).*

MS %	PB %	FDN %	FDA %	Dig%	EM (Mcal/ kg MS)	EN ganancia peso (Mcal/ kg MS)	Cz %
92,59	3,79	73,1	42,0	41,2	1,49	0,12	10,47

Representan recursos que pueden ser aptos para la alimentación de ganado de bajos requerimientos, como vacas de cría, por ej. Pero aún para estas categorías, si se utilizan como principal base forrajera diaria, se sugiere no utilizar más del 65 % de la materia seca total a ser ingerida ya que, indefectiblemente, deberían ser suplementadas con fuentes adicionales de energía (almidón, melaza) y de proteínas (proteínas verdaderas y nitrógeno no proteico).

El vientre de cría podría "subsistir" con solo este recurso, pero la pérdida de peso podría ser muy elevada y el balance energético extremadamente negativo, comprometiendo severamente la función reproductiva de este ganado, sobre todo si se trata de vacas y vaquillonas de alta genética.

Además, si la dieta estuviera combinada con otros alimentos (pasturas, granos), sin control diario y estricto de suministros, este recurso terminará diluyendo el contenido en nutrientes o entorpeciendo la digestión de los demás ingredientes, sobre todo de los de mayor calidad, como los más concentrados.

Sin embargo, en algunas situaciones coyunturales de manejo, podrían representar una buena fuente de FDN efectiva para otras categorías de ganado más exigentes (novillitos y novillos, vacas lecheras).

Se pueden utilizar con el objetivo de prevenir la ácidosis con alto nivel de grano en las raciones, siempre y cuando el tamaño de la fibra de estos fibrosos sea el adecuado. Para acompañar dietas ricas en concentrados se recomienda suministrarlos trozados (2 a 5 cm), entre un 5 a 10 % de la MS total, como máximo, dependiendo de los requerimientos nutricionales del ganado. La molienda fina, para mezclar con granos, no se recomienda, porque no mejora su utilización y simplemente acelera el tránsito de partículas por el tracto digestivo, ya que indefectiblemente la mayor proporción aparecerá en las fecas.

20 Ganader a de precisi n



• Por Diego Villarroel, Fernando Scaramuzza, Juan Pablo Vélez

Conceptualmente, la Ganader a de Precisi n (GP) surge a partir del desarrollo y evoluci n que tuvo la Agricultura de Precisi n (AP) en el pa s y el mundo. Esta ltima se expresa como la utilizaci n de herramientas que permiten la obtenci n y an lisis de datos georreferenciados, mejorando el diagn stico, la toma de decisiones y la eficiencia en el uso de los insumos. Por lo tanto, aplicar esta definici n a la producci n ganadera en cierta manera estar a incluyendo a herramientas de AP para manejar la generaci n de alimento en forma sitioespec fica, analizando variables por ambiente para hacer eficiente el uso de insumos, optimizando los recursos. Pero tambi n incluyendo la generaci n y monitoreos de datos en tiempo real, controles, salud, bienestar animal, impacto ambiental, trazabilidad y certificaci n de manera continua y automatizada de los rodeos.

Desde hace ya un tiempo, en el mundo, buena parte de la ganadería está siendo contenida dentro de la expresión Precisión Livestock Farming (PLF) o Ganadería de Precisión (GP). El abanico de oportunidades para agregar valor a la ganadería convencional que posibilita la GP, se encuentra en constante crecimiento.

Las diferentes herramientas de GP brindan el potencial de recabar, administrar y analizar información precisa para certificar que la producción ganadera es segura, ambientalmente sostenible y que cumple con los más altos estándares de salud y bienestar.

Cabe aclarar que la GP es un concepto nuevo que tiene muy pocos años, si se lo compara con la AP. En nuestro país, la ganadería tuvo muchos años relegada respecto a los avances tecnológicos y, con la aparición de nuevas tecnologías aplicadas al sistema agropecuario, genera un alto impacto y gran retorno en los resultados.

Actualmente, cuando analizamos el concepto de GP, surgen temas como:

- a) el manejo por ambientes de pasturas y cultivos destinados a la alimentación del ganado.
- b) el automatismo y la robótica de los procesos implicados en los sistemas de producción de leche y carne.
- c) la incorporación de nuevas máquinas de precisión utilizadas en la recolección y confección del alimento que será destinado a la producción, como así también, generadoras de mapas con información utilizada para una retroalimentación del sistema de análisis y gestión de datos,.
- d) el desarrollo de aplicaciones que integran los datos generados a partir de sensores montados en el ganado y de periféricos que están vinculados para combinar variables y resolver procesos.

1. M quinas tradicionales con nuevas tecnolog as de precisi n

Es una realidad que, en los sistemas agrícolas, en los últimos años se utilicen herramientas de precisión para definir ambientes y manejar insumos de manera eficiente, entre las principales y más conocidas que se pueden mencionar está el monitor de rendimiento en cosechadoras de grano, la utilización de imágenes satelitales u obtenidas a través de un dron. Pero también es cierto que en los últimos años han evolucionado máquinas tradicionales con nuevas tecnologías de precisión, utilizadas indirectamente en ganadería para confeccionar rollos de alta calidad, con sistemas de trazabilidad innovadores. A su vez, al igual que en la cosechadora de grano, las picadoras de forraje han evolucionado tecnológicamente y actualmente varias empresas multinacionales brindan la posibilidad de confeccionar mapas de picado de forraje.

Actualmente existen en el mercado megaenfardadoras con un sistema de pesaje en movimiento, el cual a su vez acumula datos de contenido de humedad, fecha y hora de confección y la ubicación con coordenadas de latitud y longitud en la cual fue ubicado, dentro del lote (Figura 20-1).

Todos los datos de cada megafardo se pueden descargar mediante una memoria USB para crear un mapa de ubicación de cada uno de ellos asociada a un nivel de rendimiento y humedad, estimando la variabilidad de producción que expresan los ambientes dentro del lote trabajado. El sistema también puede transferir todos los datos sensados en una etiqueta de radiofrecuencia que se puede consultar en una fecha posterior para la trazabilidad del megafardo. A su vez, la telemetría de la máquina también juega un papel fundamental, ya que cada cierta frecuencia de tiempo programado, envía el paquete de información procesada en el momento y con coordenadas específicas a una plataforma web o app de Smartphone.

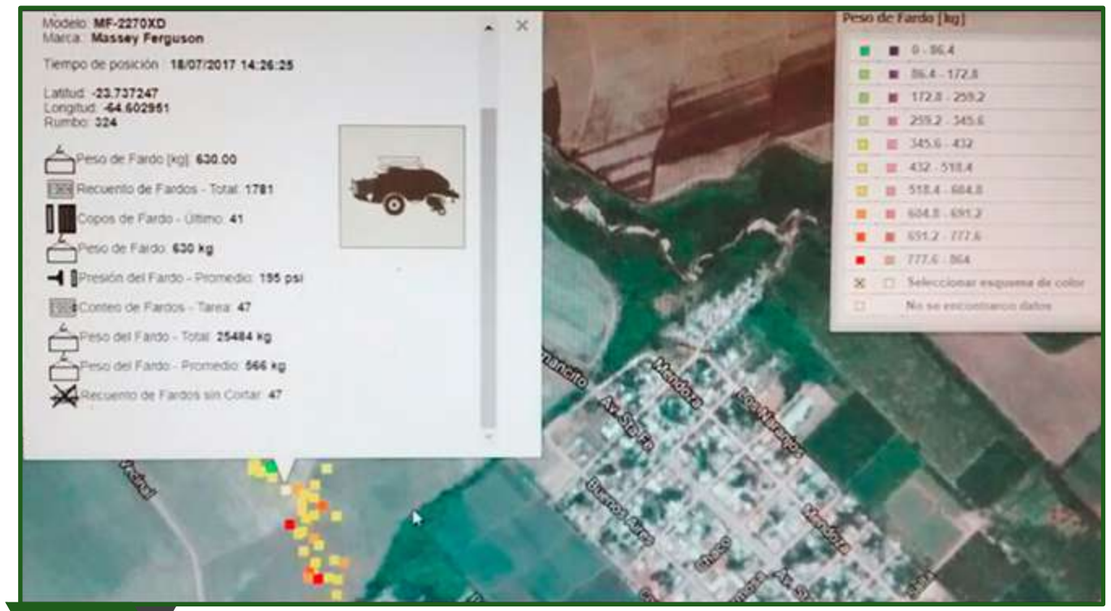


Figura 20-1 *Georreferenciaci n de cada fardo en el lote con sus caracter sticas individuales.*

El sistema de pesaje de los megafardos se encuentra en el canal de descarga de la megaenfardadora y registra el peso de los mismos en el punto en el que se libera de la rampa, justo antes de que caiga al suelo (Figura 20-2). Toda la información, incluyendo el peso medio, el peso total y las toneladas por hora se visualizan en el monitor ubicado en la cabina del tractor. Estos parámetros son tomados mientras la máquina recorre el lote henificando la pastura, con un nivel de precisión que ronda el 2 %.

El sistema de pesaje está en el último tramo de la rampa de descarga. Está compuesto por una parte hidráulica y por las cadenas y barras que permiten mantener su posición en la rampa. Las celdas de carga son las encargadas de medir las fuerzas aplicadas sobre la rampa de descarga y convertir ese peso en una señal eléctrica, que luego se traducirán en rendimiento por hectárea.

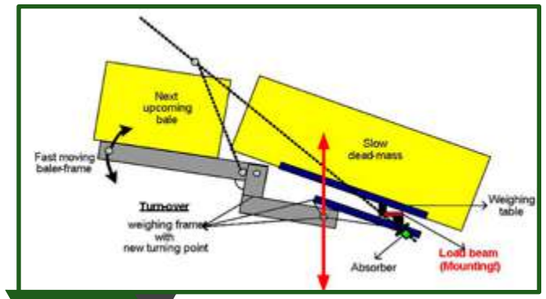


Figura 20-2 *Esquema de la rampa de descarga del megafardo.*

Una vez que se expulsa el megafardo, los resortes de retracción son los encargados de colocar el sistema de pesaje de nuevo a la posición inicial, para comenzar el pesaje de un nuevo fardo iniciando una nueva medición.

El sensor de humedad utiliza dos ruedas estrella para penetrar el megafardo y una corriente eléctrica pasa a través del heno para determinar la humedad (Figura 20-3). Este dato se visualiza permanentemente en el monitor permitiendo chequear la humedad de henificación, a la vez que es un elemento indispensable para la aplicación precisa de aditivos correctores.

Estos sensores realizan mediciones 28 veces por segundo y envían al monitor un dato promedio de todas esas mediciones cada 3 segundos. En el monitor se pueden programar señales de advertencia de humedad baja o de humedad alta, entre otras.

Todos los datos sensados trabajan conjuntamente con un GPS, con lo cual es posible dejar los mismos registrados espacialmente. El sistema también permite registrar todos los atributos sensados sobre cada megafardo en tiempo real. A medida que el megafardo pasa a través de la cámara, se aplica una etiqueta de identificación de radiofrecuencia, y cuando sale de la cámara la información registrada, que incluye peso del megafardo, contenido de humedad, fecha y hora y ubicación georrefrenciada, se transfiere a la etiqueta. Posteriormente, un escáner de infrarrojos puede ser utilizado para leer la etiqueta y seleccionar los megafardos, confeccionados para cada situación.

1.1 Sistema de monitoreo de rendimiento en picadoras de forraje

El mapa de forraje revela la información del rendimiento de cada ambiente dentro del lote que fue destinado a silaje, permitiendo analizar qué zona fue la de mayor o menor producción, como así también evaluar diferentes estrategias de manejo de los cultivos.

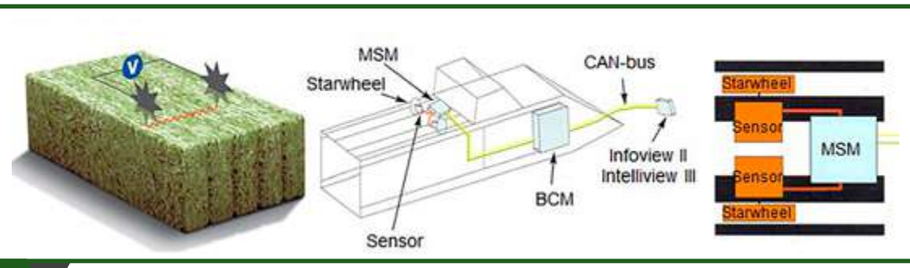


Figura 20-3 *Sistema de sensado de la humedad del megafardo.*

Antes de que esta tecnología fuera una realidad en la maquinaria destinada a picado, en un sistema mixto, donde se realizaba agricultura y ganadería, los años en que el lote era destinado a silaje no se obtenía información georreferenciada de rendimiento, pero sí en los lotes que eran cosechados con monitor de rendimiento de grano. Por lo tanto, siempre estaba la necesidad de obtener esa información de rendimiento por ambiente para analizar los resultados sitioespecíficos.

A partir de la evolución de la maquinaria destinada al picado de forraje, con la inclusión de sistemas de monitoreo de rendimiento se cubre ese bache de información que quedaba.

El Sensor de Humedad (Figura 20-4) es una pieza fundamental para el calculo del rendimiento, calibrado tanto para maíz como para verdeos, le informa al operario el valor promedio e instantáneo

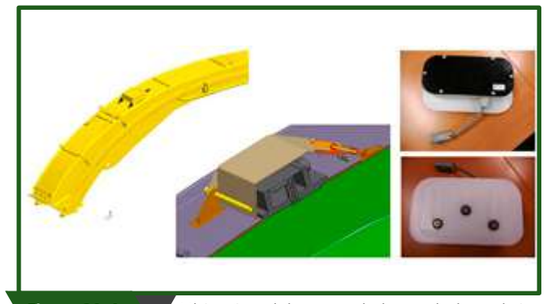


Figura 20-4 *Ubicaci n del sensor de humedad en el sistema de descarga de la picadora.*

en tiempo real de humedad a través del monitor. Este sensor es de tipo resistivo y correctamente calibrado puede llegar a una precisión de 3 %.

El monitor muestra los datos del rendimiento, obtenidos mediante unos sensores de flujo situados en el enganche de los rodillos de alimentación, que analizan la cantidad de material recolectado. Este dato, en combinación con los datos de la antena GPS, el porcentaje de humedad medido, más la velocidad de avance de la máquina, proporciona información precisa sobre el rendimiento sitioespecífico en tiempo real (Figura 20-5).

La medición del rendimiento se basa en una medición del caudal volumétrico. Mediante un sensor se determina la inclinación de los rodillos de prensado junto con los parámetros de ancho de la alimentación, velocidad de la alimentación y peso por hectolitro del material de cosecha, se puede calcular el paso de cosecha. De todos modos, es una tecnología nueva en el sistema que debe ser probada y ajustada a cada situación, realizando una correcta calibración para generar datos representativos y confiables.

2. Automatismo, rob tica y tecnolog as de precisi n aplicadas a la producci n de leche

Estos sistemas integran numerosas tecnologías que permiten medir sobre cada animal parámetros de interés con el objetivo de incrementar la eficiencia técnica y económica de los sistemas de producción de leche. El concepto incluye además la automatización de ciertos trabajos rutinarios con el objetivo de que el productor se ocupe de aspectos y decisiones estratégicas. Estos desarrollos deben ser considerados de ayuda, ya que el productor conserva un rol central (Figura 20-6).

Uno de los componentes del sistema son los captores, desarrollos tecnológicos que permiten medir parámetros fisiológicos, productivos y de comportamiento de los animales. En la figura 20-7 se presentan los diferentes captores hoy existentes, muchos de los cuales se encuentran disponibles comercialmente y otros, en etapa de validación.

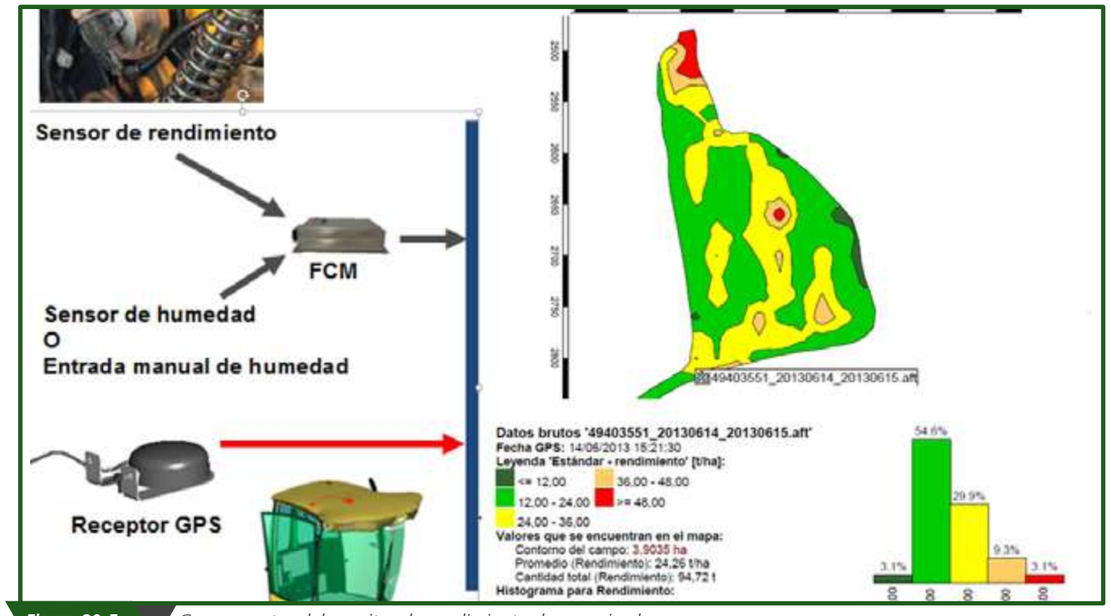


Figura 20-5 *Componentes del monitor de rendimiento de una picadora.*

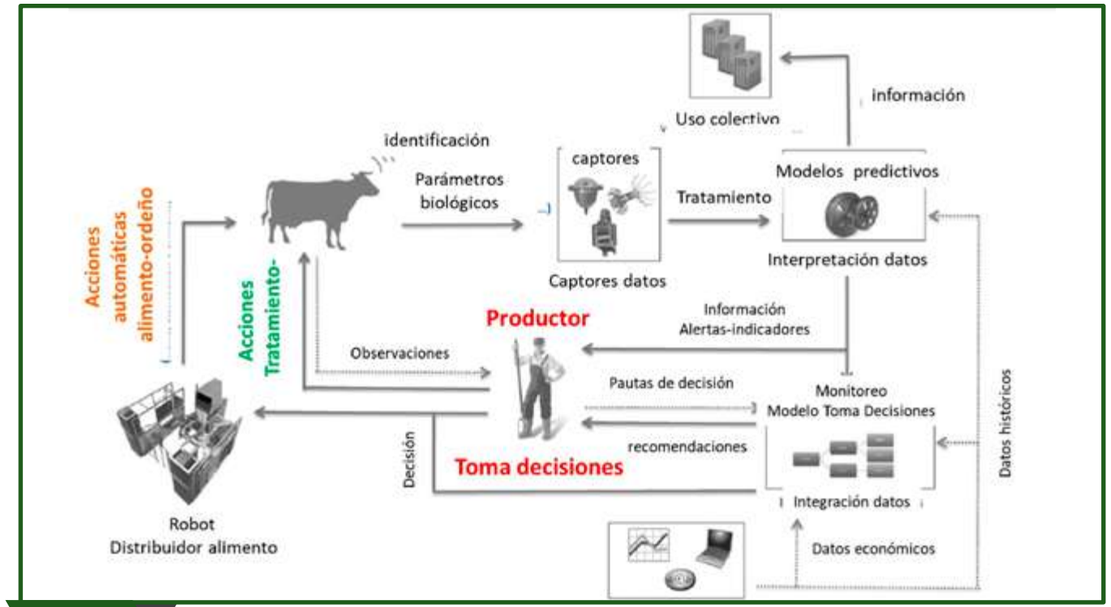


Figura 20-6 *Esquema general de un tambo de precisi n (Allain et al., 2012, 2014 ; Rutten et al., 2013).*

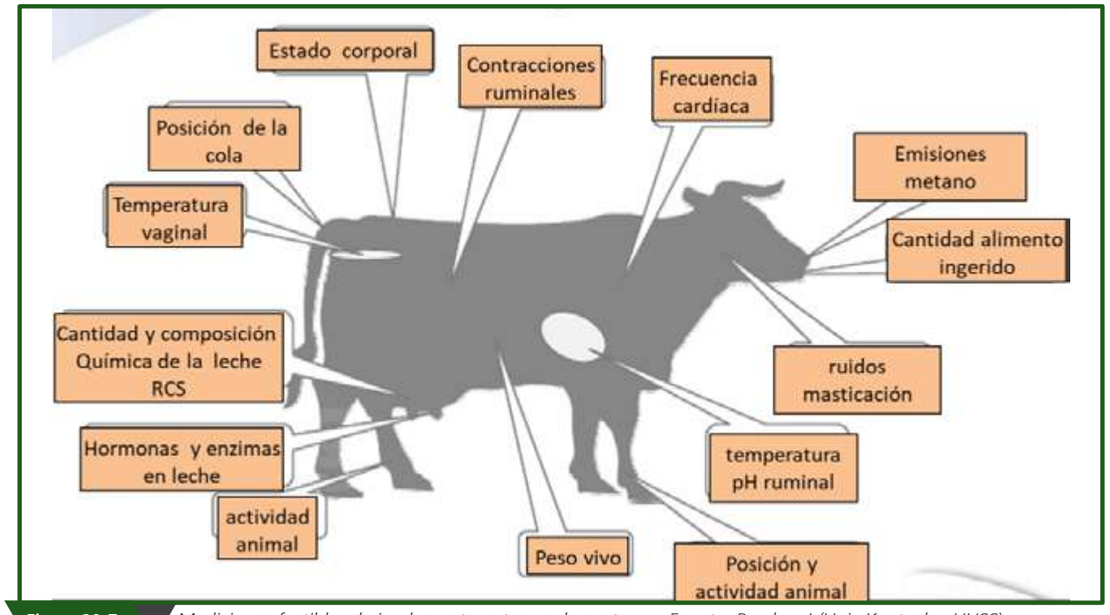


Figura 20-7 *Mediciones factibles de implementar a trav s de captores. Fuente: Bewley, J (Univ Kentucky, UUSS).*

En este sentido, es necesario diferenciar las tecnologías que utilizan "indicadores" de las que utilizan captores. Las primeras muestran una menor precisión en la detección de un evento, se asocian a riesgos de falsos negativos o positivos, en general no permiten reaccionar anticipadamente y hoy presentan la ventaja de un menor costo. Se pueden citar como ejemplo, la medición de la conductividad eléctrica en leche para la detección de mastitis o la medición de actividad para la detección de celos. Las basadas en la utilización de captores, son mucho más precisas, no requieren de interpretaciones y permiten reaccionar anticipadamente. Como ejemplo de esta tecnología para la detección de mastitis sería el valor del recuento de células somáticas o la medición de LDH y, para detección de celos, el valor de progesterona en leche.

Los datos generados deben ser procesados y transformados en información simple, que le posibilite al productor y tambero una rápida toma de decisiones. Las tecnologías de la información y la comunicación(TIC) posibilitan intercambiar, transformar, almacenar y restituir esta información.

El sistema se complementa con las tecnologías de automatización. Las más comunes y más difundidas reemplazan trabajos de rutina: extractor automático de pezoneras, suministro de alimento individual o grupal, puertas de aparte de vacas para tratamiento o inseminación, etc. El robot representa el ejemplo donde se integran todas estas tecnologías y donde, además, las vacas se ordeñan de forma autónoma y voluntaria (Figura 20-8).



Figura 20-8 *Sistema de Tambo Robotizado.*



Figura 20-9 *Sistema de estad stica simplificada a partir de la informaci n generada.*

La robótica aplicada al ordeño es una tecnología ya madura (más de 20 años de experiencia), hoy existen en el mundo más de 20.000 tambos comerciales con esta innovación, la mayoría en sistemas estabulados. Su inserción en tambos pastoriles es más reciente (los primeros trabajos datan de 2007-2008) y de mayor complejidad.

El sistema de ordeño autónomo y voluntario no sustituye personal, sino que modifica las condiciones de trabajo y de vida. Se incrementa la eficiencia y sostenibilidad del sistema productivo a través de una mejor gestión, basada en la mayor cantidad y calidad de información generada para la toma de correctas decisiones (Figura 20-9). Además, se pone a disposición de las nuevas generaciones tecnologías mucho más cercanas a sus pautas socioculturales como incentivo para motivar o retener su permanencia en la actividad.



Figura 20-10 *Aplicaciones web para la gesti n de los ganados de carne y leche.*

3. Monitoreo on-line de ganado en establecimientos de carne y leche

Hay algunos sistemas pioneros en esta tecnología que fueron mejorando y evolucionando con el correr de los años, entre ellos se encuentra un sistema de monitoreo de ganado en establecimientos lecheros y de carne como e-livestock (Figura 10).

Estas aplicaciones web permiten controlar y gestionar establecimientos productivos de ganado de carne y registrar y almacenar todos los datos relativos a la operación de ordeñe. Se lleva un control individual, vaca por vaca.

Trabajan en combinación con estaciones meteorológicas obteniendo información como índice de calor, punto de rocío, sensación térmica, ITH, entre otras. Además, se compone de un sistema de webcam para monitoreo de sala de ordeñe y corrales (Figura 20-11).

A través de este seguimiento en tiempo real se obtiene una trazabilidad de la leche, se certifican las labores y se demuestra la calidad del producto generado. Se controla y grafica el ingreso y egreso de leche en el tanque, la curva de enfriamiento, ciclos de lavado, alteraciones energéticas, entre otros.

Es un sistema que simplifica la gestión de la información y minimiza los tiempos de análisis, por lo tanto, agiliza el momento de tomar decisiones. De

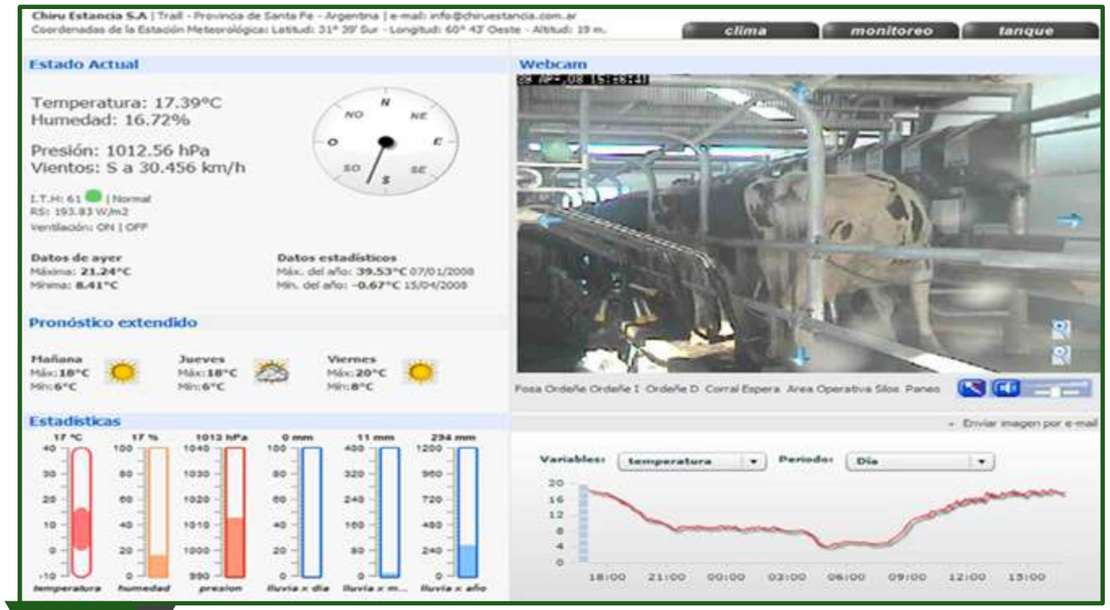


Figura 20-11 *Sistema de monitoreo de sala de orde o.*

este modo al obtener una gestión de datos on-line se evita la generación de errores humanos, que se dan comúnmente durante el control de procesos rutinarios. A través de este tipo de gerenciamiento de datos es posible certificar el trabajo realizado y brindar una trazabilidad de los procesos.

El monitoreo gerencial de todos los datos on-line es independiente de un lugar físico, ya que el seguimiento se realiza a través de un servidor web, por lo tanto, es posible acceder por medio de un Smartphone o desde una computadora en el lugar donde se disponga de conexión a internet. De esta manera, bajo este sistema de gestión se pueden tomar decisiones entre distintos profesionales, como nutricionistas, veterinarios, administradores independientemente del lugar donde se encuentre cada uno.

4. Sistema de medici n de consumo individual (RFI)

En la Argentina, el engorde a corral es una de las alternativas productivas de carne bovina. El costo de alimentación, representa el componente central de la definición de costos, y hace a la factibilidad económica del negocio. En este sentido, la selección del ganado, ha avanzado más allá de los laboratorios -genómica-, teniendo en cuenta tamaño y ganancia de peso de los animales. Aún así, esto no es suficiente y se vuelve necesario trabajar sobre la eficiencia de conversión -de alimento a carne-, no solo en el promedio general del rodeo, sino de manera individual, dado que no todos los animales tienen la misma eficiencia de conversión.

Con menos alimento, se genera más carne y se optimizan los recursos de toda índole. Puede existir una gran variabilidad entre animales en la eficiencia del uso de ese alimento, por lo tanto, optimizar el consumo del rodeo, y que sea una característica de posible selección genética (dado que es medianamente heredable), es una demanda sectorial manifiesta y compartida por distintos actores de la cadena productiva.

Reconocer los animales que sobresalen del promedio, redunda en la mejora del rodeo, en ganancias económicas y ambientales, y en un aprovechamiento integral de los recursos. Para dar respuesta a esta problemática y agregar valor desde la innovación tecnología, existen diferentes desarrollos de comederos (Figura 20-12).

Desarrollos que permiten determinar el consumo individual de cada animal y correlacionarlo con la ganancia de peso y, de esta manera, poder conocer la eficiencia de conversión, característica sumamente importante dada su mediana heredabilidad. Así, dentro del grupo evaluado, es posible determinar cuáles son los individuos que son más eficientes en la conversión.

5. Sistemas de balanzas para pesadas del ganado al paso

Un factor fundamental en la evaluación de cualquier rodeo, es cómo se comportan las variaciones de peso en el transcurso del tiempo. En el sector ganadero extensivo, es posible imaginar un rodeo que se encuentre pastando en grandes extensiones de monte cerrado, donde es muy difícil realizar encierres para cualquier tipo de manejo, incluso controles sanitarios. Cuando un animal está enfermo, no se puede detectar fácilmente, y es posible que nadie conozca lo que está sucediendo. Esa situación puede ser resuelta también a partir de desarrollos tecnológicos. Una opción (Figura 20-13),



Figura 20-12 *Sistemas de monitoreo en comederos.*



Figura 20-12 *Sistemas de monitoreo en comederos.*

es mediante la utilización de balanzas, ubicadas estratégicamente por donde los animales deben cruzar indefectiblemente, en algún momento del día (por ejemplo, cerca de las bebidas).

De esta manera, cada animal que es identificado por medio de una caravana RFID, se lo pesa y se almacena este dato. Por medio de este sistema, es fácil poder conocer cuáles son aquellos individuos que están ganando peso según lo esperado, cuáles no lo están haciendo y hay que prestar atención, y cuáles son las madres que han parido, etc.

6. Sistemas de alimentaci n autom - tica para suplementaci n

Un recurso muy utilizado para el manejo de bovinos en pastoreo, es la utilización de limitadores de consumos en la suplementación. La productividad ganadera sobre pasturas, depende de la cantidad y calidad del forraje. En momentos de escasez de recursos, existen alternativas de suplementación y, en consecuencia, el uso de limitadores de consumo.

Estos limitadores representan un costo considerable, por lo que se evalúan diferentes alternativas para su ahorro, entre las cuales se está desarrollando un sistema de alimentación automática para suplementación. Mediante este sistema, es posible identificar el animal que ha ingresado a consumir el suplemento y, es el propio sistema, quien asigna la ración necesaria. Si el animal ya ha consumido la cantidad prescripta, ya no le será entregado más alimento hasta el próximo día. De esta manera, es posible regular de forma confiable la suplementación determinada para cada animal.

7. Sistema de monitoreo del comportamiento alimentario a trav s de sonidos

La capacidad para medir con precisión el comportamiento y el consumo de los animales es clave para la toma de decisiones, relacionadas con la utilización de pasturas, la nutrición, la salud, reproducción y el bienestar animal.

Existen algunos desarrollos que estiman estas variables a través de sistemas de monitoreo sonoro de masticación del animal (Figura 20-14).

Son sistemas que permiten capturar los movimientos de los animales y los sonidos que producen al comer, y utilizando algoritmos de procesamiento de señales e inteligencia artificial lograr reconocer y estimar automáticamente:

- Tiempos totales de rumia y pastoreo.
- Tipo de masticaciones que realizó el animal: arranques, masticación o movimientos combinados de arranque-masticación.
- Cantidad de materia seca ingerida.
- Información estadística de las actividades alimentarias realizadas.
- Condición reproductiva.

Actualmente este sistema es para el uso de investigadores de las áreas de nutrición, comportamiento animal y utilización de pasturas, pero con proyección de llevarlo a fase comercial.

La ubicación del sensor sonoro está localizada en la parte frontal de la cabeza de la vaca (Figura 20-15).

Con la implementación de este tipo de monitoreo se pretende entre otras cosas:

- Cambiar la estrategia de pastoreo para modificar el comportamiento ingestivo, la selectividad y reducir el costo de cosecha de forrajes.
- Formular dietas en condiciones de pastoreo.
- Aumentar el consumo individual de pasto.

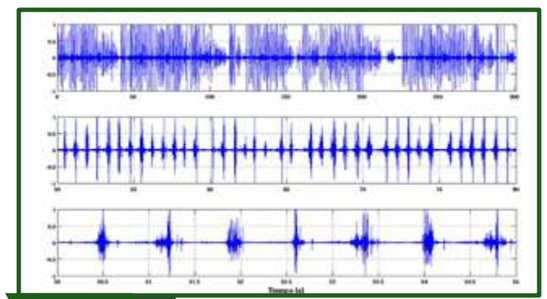


Figura 20-14 *Monitoreo sonoro de la masticaci n del animal.*



Figura 20-15 *Ubicaci n del micr fono en la cabeza de la vaca.*

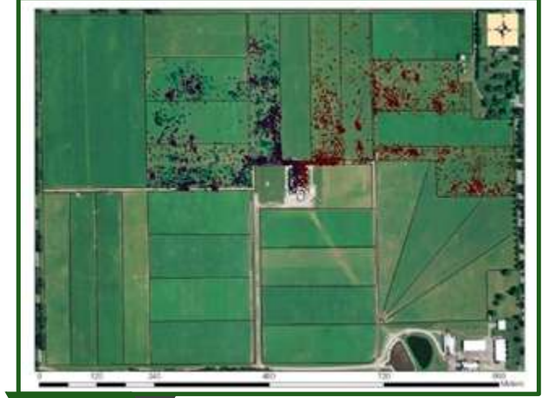


Figura 20-16 *Monitoreo del h bito de comportamiento del animal en el rodeo.*

- Mejorar el uso del forraje, adecuando la carga animal y la producción por hectárea.
- Aprovechar el pasto en el momento del día donde el contenido de materia seca y carbohidratos solubles es mayor.
- Adaptar la oferta forrajera a la demanda específica de cada categoría.
- Mejorar la eficiencia de conversión alimenticia (pasto y suplemento).
- Mejorar la eficiencia reproductiva general y específica.
- Mejorar la prevención y manejo de desórdenes metabólicos.
- Ayuda al control y detección temprana de problemas sanitarios.

Según experiencias de los técnicos investigadores, a partir de los sonidos es posible determinar y cuantificar las actividades alimentarias realizadas por los animales a nivel de lote (Figura 20-16). A partir de los movimientos se puede determinar el estado reproductivo de los animales en el campo. Además, los datos se adquieren en forma práctica y no invasiva.

8. Dispositivos Electr nicos para Monitoreo de Ganado

El INTA Castelar desarrolló un collar de posicionamiento global para estudiar los hábitos de pastoreo en sistemas extensivo, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones sobre manejo de pastizales y ganado (Figura 20-17).

Esto permitirá investigar los patrones de distribución, circulación y otros hábitos de los ovinos en sistemas extensivos ante distintas condiciones climáticas y ambientales. Permite una mejor diagramación de alambrados y la selección de cuadros apropiados para cada categoría animal.

El collar puede tomar información satelital cada un minuto, cada cinco o cada 60 minutos, pero mientras más frecuente se configura menor es la autonomía. Opera con un transmisor y receptor de radio frecuencia y toda la información obtenida a campo se carga vía GPRS en un servidor que se puede acceder mediante una aplicación web (Figura 20-18).

Esta tecnología también es aprovechada por otros técnicos del INTA en el resto del país para analizar la distribución de reproductores en cuadros de difícil acceso, estudiar preferencias en pasturas y pastizales, realizar controles fronterizos o evaluar y prevenir la propagación de enfermedades, reducción de mortandad, entre otras. Con esta información es posible la detección anticipada de períodos de celo e incremento de la tasa de preñez.

Con la utilización de collares es posible la georreferenciación de los desplazamientos de los animales trazados, conocer hábitos y comportamientos que, de otra manera, sería muy difícil de determinar. También es factible monitorear, de manera constante, la actividad y temperatura de los individuos (si está durmiendo, comiendo, tomado agua, etc.).



Figura 20-17 *Collar de posicionamiento global para estudiar los h bitos de pastoreo en sistemas extensivo.*



Figura 20-18 *Aplicaci n web Collar Electr nico de Ganado, desarrollada por INTA.*

Finalmente, esta información, es enviada en tiempo real a la nube, donde un algoritmo de inteligencia artificial puede determinar el estado de salud de la vaca, predecir ventanas de celo, e informar irregularidades en su comportamiento.

9. Pistola vacunadora

Este desarrollo permite definir con exactitud las aplicaciones de vacunas de acuerdo a cada categoría de animal tratado. Mediante la pistola, se puede identificar el animal y conocer cuál es la dosis a aplicar según su peso. Además, esta información queda almacenada en la pistola, lo que posibilita generar informes con la ubicación GPS, mediante coordenadas del establecimiento y el historial sanitario de todos los individuos vacunados, para su rápida consulta a través de un servidor en la web (Figura 20-19).

10. Aplicaciones para automatizar procesos en ganader a

Se avizora un incremento en la oferta de plataformas, que ayudan a ganaderos y empresas a ser más eficientes para incrementar la producción de leche y carne principalmente, utilizando nuevas tecnologías de inteligencia artificial y análisis de datos.

El futuro de la Ganadería de Precisión está dado por la utilización combinada de dispositivos móviles, sensores económicos y machine learning. Este



Figura 20-19 *Pistola vacunadora con los datos visualizados en una app para Smartphone.*

sistema de inteligencia artificial será alimentado por la generación de datos a partir de sensores (podómetros, termómetros, giróscopos, etc.), de datos cargados manualmente (peso, inseminación, ración, producción de leche, sanidad, celo, partos, etc.) y de manera automática (estaciones meteorológicas, balanzas digitales), con el objetivo de generar recomendaciones a través de una app o plataforma web.

El campo de acción de estas plataformas de automatización realmente amplio, debido a que se puede incorporar a casi cualquier actividad o sector y, bajo esta afirmación, cabe decir que el sector ganadero extensivo e intensivo se ha convertido en un sector altamente demandantes de innovaciones tecnológicas, cada vez más sofisticadas. La necesidad constante de mayor información ya no solo de los rodeos en general, sino de cada individuo en particular, sumado a su interrelación con el grupo en el que se encuentra y el ambiente que los contiene, presenta un escenario ideal para implementar soluciones innovadoras.



21 Argentina, de granero a supermercado del mundo



• Por Mario Bragachini

1. Propuestas de soporte para formular las pol ticas de Estado relacionadas a la agroindustria y el agregado de valor en origen

El objetivo de este documento es aportar ideas para formular la Pol tica VAO 2018-2028, cuyo prop sito ser impulsar la evoluci n desde la "Argentina Granero del Mundo" hacia un pa s agroindustrial y agroalimentario, "Supermercado del mundo".

En el contexto actual considerado como línea de base, este documento resalta numerosos antecedentes metodológicos exitosos en el avance del VAO y la inserción de sus productos en el mercado internacional.

El incremento de la competitividad de la cadena del Maní le permitió capturar mercados en base a la calidad, inocuidad, trazabilidad de diferentes productos, la aplicación de tecnología y su representación política.

Por su parte la cadena Vitivinícola aumentó su producción, calidad, productividad y participación en el mercado externo con el plan estratégico gestionado por la COVIAR y consolidó la red público-privado en 5 provincias argentinas.

La cadena Avícola, con adopción de tecnología e integración vertical, mejoró la productividad, evolucionó desde 80 mil t y 50 M/U$S en 2006 hasta 320 mil t, 310 M/U$S y una participar del 69 % de las carnes frescas exportadas en el 2013. También existen infinidades de buenos ejemplos en la cadena porcina y láctea con clústers exitosos como el de cerdo en Oncativo y leche en Villa María, para analizar, mejorar e imitar.

La producción de energías renovables demostró ser la solución para aquellos territorios donde la falta de energía limita severamente los procesos de VAO. Se observan avances concretos en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar y del grano de maíz, cuyo subproducto resulta de altísima calidad para la producción intensiva de leche y carne bovina.

Las alcoholeras Minidest en los campos de productores automatizadas y monitoreadas online, son una realidad asociada a la producción de carne ensamblada (modelo innovador). También las biorrefinerías que aprovechan la biomasa y los desperdicios, cuyo valor recuperado en muchos casos supera la rentabilidad de la actividad principal, o las que aprovechan los efluentes de las producciones intensivas de cerdo y carne bovina complementadas con silaje de maíz o glicerol, para producir biogás y biofertilizantes como estrategia rentable para devolver los nutrientes al suelo.

La balanza energética nacional indica oportunidades para el negocio de las energías renovables y también para la bioenergía distribuida producida en origen.

En este contexto actual resulta muy relevante que el 60 % de los productores encuestados estarían dispuestos a invertir, en forma individual o asociados, para agregar valor a la producción primaria. En esa misma encuesta el 89 % de los productores señalaron que el INTA es importante para el desarrollo del país.

Sin embargo, la Argentina está empantanada en la primarización de sus sistemas productivos, a la vez que confunde los procesos de producción de harina de soja y biodiesel con VAO.

Argentina produce 0,95 t/habitante/año de maíz y exporta el 64 % como grano, mientras que EE.UU produce 1,13 t/habitante/año y exporta solo el 14 % como grano. Este sistema productivo agropecuario no es sustentable, exporta menos U$S y más toneladas, la reposición de nutrientes es negativa, la utilización de los eventos biotecnológicos ha sido muy cuestionada, no se ha legislado el uso sustentable de los suelos. Por otra parte, la sociedad cuestiona y está preocupada por la aplicación de fitosanitarios, el régimen impositivo no fomenta la productividad ni la implementación de BPA y los avances en robótica y automatización de las máquinas agrícolas son una amenaza para la mano de obra con escasa capacitación.

Corresponde señalar que la distribución geográfica del contexto actual es heterogénea y se observa que lo casos exitosos de VAO son producto de iniciativas aisladas. Así, resulta muy oportuno iniciar y profundizar en el diseño de una Política de Estado cuya visión contemple al país en su conjunto, que considere sus asimetrías y los contrastes de las economías regionales.

El cambio de la matriz productiva Argentina hacia un país agroalimentario requiere evolucionar en la cadena de investigación, innovación, nuevos diseños, construcción de máquinas de procesos agroindustriales con orientación agroalimentaria. Crear nuevas tecnologías, generar patentes y reinvertir en innovación científica y tecnológica. Desarrollar plantas piloto para experimentar en innovaciones y apoyar a los emprendedores; incentivar el desarrollo de Clúster, de Cámaras y desplegar una fuerte ayuda estatal para la captura de nuevos mercados.

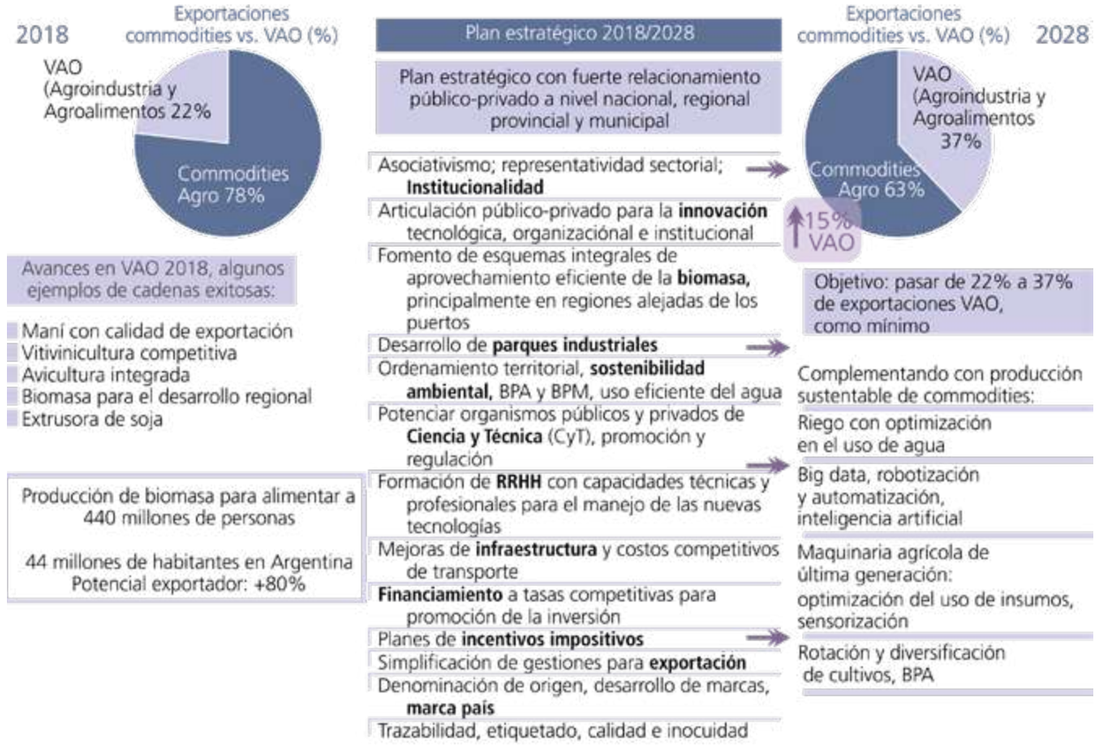
La evolución en el consumo y demanda de alimentos de China e India es una oportunidad. Si bien el mercado de los alimentos lo manejan 9 empresas mega internacionales, en Europa existen y conviven empresas PyME's asociativas-competitivas con empresas agroalimentarias de competitividad global. Argentina también puede hacerlo, dar protagonismo a pymes familiares y/o asociativas, anticiparse a la evolución de la economía mundial y definir la mejor inserción del país en cada contexto.

Se propone la construcción desde el Estado de una "Política Planificada Agroalimentaria" que vincule a modo de paraguas a diferentes planes estratégicos. A la vez que un equipo interdisciplinario y representativo de todos los sectores agroindustriales y agroalimentarios profundice en el conocimiento de la realidad productiva de las principales cadenas agroalimentarias. Hoy las exportaciones agroalimentarias y agroindustriales incluyen aproximadamente un 22 % de VAO, la visión de una Política VAO 2018-2028 es llegar como mínimo al 37 % de VAO en 2028. Datos actuales indican que el total de las exportaciones argentinas (el 66 %) es explicado por materia prima (commodities) del agro y manufacturas de origen agropecuario (franca caída), esto indica una fuerte y preocupante primarización de la exportación y economía argentina, lo cual se manifiesta en caída de los U$S ingresados y la pérdida de puestos de trabajo genuinos.

El diseño de los planes estratégicos será por las cadenas agroalimentarias de mayor impacto económico, social y ambiental. Construidos desde las bases con la participación comprometida de todas las organizaciones, productores, empresarios y gobiernos; en un marco de sólido desarrollo territorial, fuerte relacionamiento público/privado a nivel de municipio, región y provincia.

Los planes incluirán entre sus estrategias el desarrollo de parques industriales, formación de RR.HH, planes de incentivos impositivos, de generación de empleo, para alcanzar la meta en el 2028 de 1.000 parques industriales estratégicos distribuidos en las 23 provincias.

Inicialmente el proceso tendría como visión elaborar productos intermedios como: leche condensada y diferentes productos lácteos, harinas pre-mezcla, conservas de distintos vegetales, texturizado de soja, jugos concentrados, otros, etc. Éstos serán los insumos de productos y procesos más complejos de la industria agroalimentaria y de la industria del bioplástico como es el caso de los almidones concentrados. También existen muchas oportunidades de crecer en los mercados de alta gama abasteciendo demandas exigentes en calidad de producto de góndola especiales con productos Premium, ya sea en vinos, quesos duros y lácteos muy elaborados con propiedades saludables, pastas secas de características especiales, cortes de carne enfriados producidos con BPA y BPP muy cerca de carne orgánica, productos gluten free, Alergen Free, No – OGM, nutracéuticos y en lo posible con marca argentina certificada y trazada. Además resulta necesario producir bioenergía distribuida y biofertilizantes a partir de efluentes o residuos orgánicos provenientes de actividades intensivas. La captura de nuevos mercados globales, para los alimentos elaborados de buen valor agregado es una tarea que hasta hoy no requería mucha intervención del Estado, porque estaba centrado en cadenas muy bien organizadas, o bien empresas globales de capital argentino o multinacionales radicadas en el país, pero al ampliar la oferta a muchas cadenas regionales y a muchos y muy diversificados productos y con la intervención de Pymes de mediana escala asociativas, la situación requiere de un Estado presente, macro-convenios y una organización público/estatal de apoyo permanente, alternativa hacia la que, en los últimos años, Argentina está evolucionando con resultados positivos concretos. Por último y sobre el final se incluye una propuesta simplificada de un Proyecto Nacional VAO del INTA.



2. Desarrollo de cadenas agroalimentarias orientadas a mercados de "especialities"

Ejes de desarrollo de un pa s Supermercado del Mundo

- Asociativismo; representatividad sectorial; institucionalidad
- Mejora de infraestructura vial y costos competitivos de transporte
- Financiamiento a tasas competitivas para promoción de la inversión
- Simplificación de gestiones para exportación (Estado facilitador de accesos de mercados)
- Capacitación técnica y profesional para las nuevas tecnologías
- Denominación de origen, desarrollo de marcas, marca país
- Trazabilidad, etiquetado, calidad e inocuidad (Buenas prácticas agrícolas, postcosecha e industria)
- Fomento de la generación distribuida de energía renovable
- Fomento de la generación de energías renovables ensamblada con proyectos agroindustriales y agroalimentarios
- Articulación público-privada para la innovación tecnológica, organizacional e institucional

Introducci n

Argentina, con la tecnología y los recursos disponibles, tiene la capacidad de generar biomasa para producir raciones de comida que alimenten a 440 M (M)de habitantes. Es decir, que nuestro país produce un volumen de alimentos diez veces superior al que consume su población total. Esto significa que del total producido se puede exportar al menos el 80 %. Además, se estima que Argentina cuenta con prácticamente una ha cultivable todos los días del año por habitante. Es decir, para una población de 42 M de habitantes, se cuenta con un área cultivable anual de 42 M de hectáreas; considerando que en aproximadamente un 10 % del área total se siembran dos cultivos al año.

En los últimos años, Argentina ha tenido como objetivo pasar paulatinamente de una economía centralizada en la producción de biomasa y exportación de commodities hacia una economía con mayor valor agregado y exportación de productos agroindustriales; como característica principal, se evidencia una gran orientación del uso de las mejores tierras al cultivo de soja; dado que el 50 % del área cultivable se siembra con ese cultivo, y además, una industrialización de dicho grano concentrada principalmente en Gran Rosario, la cual está dominada por firmas multinacionales exportadoras que en diferentes destinos del mundo agregan valor a nuestra materia prima. Estas empresas se destacan por poseer industrias aceiteras de gran escala, que si bien contribuyen con su procesamiento para que gran parte del grano no se exporte como tal, resultan insuficientes para el desarrollo del país, ya que la transformación de los granos es escasa a diferentes commodities; harinas (hi y low pro), aceite crudo y biodiesel, y generan baja demanda de mano de obra. Sucede algo similar en el caso de los granos que siguen en importancia, como el maíz y el trigo; también en algunas producciones regionales, como el té, el algodón o la caña de azúcar.

En resumen, podemos decir que estos productos, desde de la tranquera del campo hasta las bodegas de las barcazas que transportan el producto de exportación, tienen un escaso agregado de valor. La mayor parte del costo total de producción y comercialización corresponde al transporte para trasladar dichos productos hasta la industria y/o el puerto. Este costo resulta ser varias veces superior al del buque que traslada la producción en promedio 10.000 km.

La soja resulta ser el cultivo más competitivo y el único que hasta ahora soporta una carga impositiva alta. Esto se ha logrado, en parte como consecuencia de la aplicación estratégica de mucha tecnología a lo largo de todo el proceso productivo y también en parte por las excelentes condiciones ambientales de nuestro país para producir soja , aúnque la cadena en su conjunto sólo genera 1 puesto de trabajo cada 100 hectáreas de cultivo. Este producto termina siendo un commodity exportado, donde lo ineficiente y criticable es el sistema de falta de rotación y el alto costo del flete. Sin embargo, su alto valor de granos por kilo (muy superior al maíz, trigo, girasol, sorgo, cebada) genera ventajas competitivas.[1]

Es por todo lo descripto que es indispensable y urgente transformar la matriz productiva agroalimentaria y agroindustrial argentina en el camino del desarrollo sustentable productiva, ambiental y socioeconómicamente por medio, fundamentalmente, de una gran inversión en infraestructura y el fortalecimiento de la institucionalidad sectorial y del VAO.

3. Avances en "VAO" en argentina: cadenas agroalimentarias y agroindustriales como ejemplos a seguir para el desarrollo competitivo con inserci n global

En esta sección, se describirán brevemente algunas cadenas de valor agroalimentarias y agroindustriales que pueden considerarse casos exitosos en el avance del VAO y su inserción en mercados internacionales. En la actualidad, algunas han perdido en parte la competitividad que habían alcanzado en los últimos años y sería fundamental poder apuntalar su desarrollo en el corto y mediano plazos. Entre estas cadenas, hay algunas que se destacan por aspectos organizacionales positivos y estratégicos como fortalezas para su competitividad. Adicionalmente, son posibles los avances que se describen en varias de las cadenas, gracias al desarrollo nacional de maquinaria agrícola de alta tecnología (ver Anexo I de información sobre el sector).

3.1 Man con calidad de exportaci n

En los últimos años, existen en todas las cadenas agroalimentarias argentinas avances importantes en cuanto al valor agregado en origen. En este sentido, algunos ejemplos de avances de industrialización exitosos en cultivos como el maní muestra que aumentó la producción, el valor agregado y las exportaciones de productos en un 95 %, sustentado este logro en base a cualidades de calidad, inocuidad y trazabilidad de diferentes productos de maní; sin embargo, éste todavía sigue siendo exportado a granel en conteiner especiales y/o bolsones acondicionados, casi como si fuese un commodity de alto valor, por lo que todavía falta pegar el salto de productor a industrializador con productos finales, tipo snack.

Algunas empresas ya iniciaron el proceso de agregado de valor y hasta un 20 % de su producción tiene destino góndola directo. Actualmente, se llega a las góndolas con el maní en grano o partido, procesado mediante diferentes tratamientos de cocción y presentados en diferentes envases y versiones. Además, se elaboran algunos productos a base de maní como pastas o Mantecol.[2]

Esta cadena está muy bien representada en lo político, económico, social, ambiental y principalmente en lo tecnológico y captura de mercados internacionales en base a calidad e inocuidad controlada por el trabajo interdisciplinario que desarrolla la Cámara Argentina del Maní (CAM) con sede en General Cabrera (Córdoba), sitio web: http://www.camaradelmani.org.ar. La base del crecimiento de la cadena del maní está en la industrialización local, el valor agregado exportado, el efecto dinamizador en cuanto a la demanda de puestos de trabajo regionales y a una fuerte articulación de lo público/privado, INTA, Universidades Nacionales de Córdoba, Río Cuarto, Villa María, gobiernos municipales, legisladores departamentales, gobierno de la provincia de Córdoba, Ministerio de Ciencia y Técnica y empresarios muy dinámicos y articulados con todas las áreas tecnológicas, productivas y políticas.

3.2 Vitivinicultura: Competitividad regional e internacionalizaci n de los vinos argentinos

Otra cadena que demostró un fuerte progreso y debe ser evaluada como ejemplo es la vitivinícola, dado que ha aumentado su producción, calidad, productividad y participación en el mundo de diferentes variedades y formas de presentación; su competitividad y crecimiento se vieron afectados cuando el valor del dólar dejó de ser favorable para la exportación.

El crecimiento hasta ese momento generó una excelente competitividad en la cadena vitivinícola argentina, sin embargo, hoy está luchando por mantener los mercados, exportando con baja rentabilidad esperando tiempos mejores.

Este es un ejemplo de cadena que demuestra cómo el uso de tecnología en la producción y procesos de industrialización, sumado a una buena estrategia de inserción comercial internacional, logra capturar mercados mundiales en más de 30 países con productos competitivos que alcanzan un reconocimiento mundial como marca argentina con competitividad sistémica.

Su competitividad ha sido sostenida sobre la base de la COVIAR[3] cuyo plan estratégico consolidó lo público y lo privado en 5 provincias argentinas (sitio web: www.coviar.com.ar), reflejando una institucionalidad sectorial sólida, a considerar como ejemplo para otras cadenas (ver Implementación y Aspectos Destacables del Plan Estratégico Vitivinícola 2020).

3.3 Avicultura integrada: una cadena con tecnolog a competitiva y modelos de manejo de cadena integrada con alta productividad

La cadena avícola evidenció el mismo efecto en la producción de carne de pollo que la cadena vitivinícola; la adopción de tecnología y una nueva forma de organización integrada verticalmente, le permitió un gran crecimiento al sector, lo cual impactó en los niveles de producción, eficiencia de productividad y volúmenes de exportación. En 2006, este sector exportaba 80.000 t con un ingreso de 50 M/U$S, mientras que para el año 2013 se exportaron 302.000 t generando un ingreso de 310 M/U$S, lo cual representa el 69 % de las carnes frescas exportadas. Desde el 2015 hasta la actualidad se mantuvieron los volúmenes de exportación, pero con menos márgenes de rentabilidad debido a la caída de la competitividad asociada con el tipo de cambio y a los aumentos internos del costo de maíz, obligando a la cadena a la búsqueda de factores de competitividad apoyada en nuevas tecnologías.

Este tipo de producciones puede ser una alternativa sumamente atractiva, con las inversiones en infraestructura y el acceso a financiamiento apropiados, para el agregado de valor en origen en las regiones más alejadas de los puertos que tienen capacidad de producir maíz, pero el costo del transporte hace inviable su exportación como commodity.

3.4 Biomasa para el desarrollo regional

Se encuentran en pleno desarrollo nuevas cadenas de valor donde aparecen las energías renovables como es-

1Del resto del área productiva de Argentina (50 %) el 38 % se destina a otros cultivos como maíz, trigo, girasol, sorgo, cebada, legumbres, maní, poroto y otros cultivos industriales como caña de azúcar, algodón y cártamo; el 2,6 % del área total sembrable es ocupada por frutihorticultura y un 8,7 % del área o menos a pasturas cultivables y cultivos forrajeros/biomásicos (maíz, sorgo, centeno, triticale, alfalfa, puras y mezclas).

2El maní es para Córdoba una cadena que agrega mucha renta, genera trabajo en origen más del doble por Ha. en relación a cultivos tradicionales, y luego con unas 370.000 Ha/anuales se transforma en una cadena agroindustrial en origen estratégica para el desarrollo del Centro/Sur de Córdoba. Aproximadamente 25 ciudades pequeñas y pueblos del interior dependen de los Puestos de Trabajo de la producción e industrialización de este cultivo. Los problemas de sustentabilidad del suelo que genera el movimiento de suelo con la máquina arrancadora es solucionado en parte con rotaciones con maíz y cultivos de cobertura.

La cadena del maní argentino es una de las más desarrolladas del mundo hasta llegar a poner maní de consumo humano de calidad dentro de diferentes envases acondicionados con trazabilidad.

3 La COVIAR elaboró un Plan Estratégico Argentina Vitivinícola 2020 con una "Visión" al año 2020, con el objetivo de que la industria vitivinícola argentina se posicione en forma sostenible entre las más destacadas del mundo, alcance rentas por U$S 2.000 M, participe con un 10 % del volumen de las exportaciones mundiales y logre la valoración y el reconocimiento de sus consumidores.

La "Misión Argentina para ser un proveedor altamente competitivo, sus vinos responderán siempre a las necesidades de los consumidores y serán valorados e identificados por su calidad altamente consistente, su diversidad y su naturalidad". Crear y consolidar una "identidad e imagen para el vino argentino". El plan posee objetivos estratégicos claros con acciones estratégicas realizadas por los actores.

trategia para el desarrollo en lugares donde el recurso energético resulta la principal limitante del desarrollo industrial y el VAO: energía eólica y fotovoltaica (solar), bioetanol y biodiesel, biogás de desechos de ganadería, tambo y otras actividades.[4]

Esquemas integrados de agricultura, ganadería y bioenergía (inicios de integración de cadenas de valor con mucho futuro)

Es posible también comentar como positivo y muy bueno el desarrollo de cadenas de valor que se enmarca paradigmáticamente en la Bioeconomía como son los exitosos emprendimientos de bioenergía relacionados con el etanol de caña de azúcar y, lo aún más contundente, como es el **etanol de grano de ma z** relacionado con un subproducto para alimentación animal de altísima calidad nutricional: la **burlanda h meda (WDGS)** (con 10 % de aceite y 30 % de proteína en base seca), que permite una producción bovina intensiva (rumiantes) de leche y de carne muy competitiva; así como la **burlanda seca(DDGS)** para alimentación animal (fundamentalmente monogástricos, como producción de huevo y carne aviar y cerdo entre otras).

4 Los negocios de la biomasa donde la bioenergía toma protagonismo 1998/2008 el petróleo pasa de 12 a 130 U$S el barril y EE.UU toma la bioenergía como eje central con la nueva ley agrícola de 2005; EE.UU desarrollo del etanol de maíz y el biodiesel de soja, el resto del mundo productor de biomasa como Argentina y Brasil siguieron ese modelo sumando la caña de azúcar para etanol; Europa tomo otro camino que fue la Biodigestión de Residuos y silaje de maíz con algunas metas de sustitución de energía fósil muy exigentes al 2020.

Las cosas fueron cambiando y a partir de 2009/10 el precio del petróleo crudo cayó a valores muy bajos (40 U$S el barril) y las realidades globales fueron otras. Europa cambió su política quitando los incentivos a la Bioenergía proveniente de biomasa alimenticia y EE.UU dejó su política de maxi-incentivo al etanol y biodiesel representando los Estados en ambos continentes lo que habían firmado con las empresas como máximo o beneficios a cumplir (un corte al avance muy significativo) el último golpe en este aspecto fue la llegada del Presidente DonaldTrump al gobierno de EE.UU y sus declaraciones políticas a favor del retorno de las energías fósiles, muchas de ellas con posibles impactos en las emisiones de "GEI", perjudiciales para el desarrollo de la Bioenergía; el petróleo parece volver con las nuevas formas de extracción de "petróleo no tradicional" más caro de extraer, por lo tanto algunas estimaciones indican que como mínimo en el 2020 el precio del barril de petróleo estaría en 85 U$S (enero 2018 70 U$S/barril, en los últimos 12 meses aumentó un 27 %, los valores extremos son julio de 2008 U$S 131 y en abril de 2003 fue U$S 25, el más bajo en 15 año. Pero este tema de análisis global de la bioenergía en Argentina, país deficitario en energía y carente en muchas zonas del interior del país de líneas troncales de electricidad y gasoductos, donde paralelamente sobran oportunidades de producir biomasa, dejan igualmente situaciones de inversiones con sentido estratégico que ponen en relevancia el desarrollo de los procesos agroindustriales, agroalimentarios locales que hoy someten a los pueblos a ser primarios por carecer de energía en tiempo y forma. La energía más cara y más condicionante es la que no está disponible. Sin energía no hay desarrollo territorial y la bioenergía y la energía renovable resultan estratégicas para un país como Argentina.

En este tema, en Argentina hay datos contundentes de inversiones: 1,23 M de t de grano de maíz/año procesadas en 5 plantas que aportan el 6 % del corte del etanol de las naftas argentinas que llegan al 12 % (con el 6 % de etanol de caña). Existe una idea proyecto a mediano plazo de llegar al 14 % de corte y luego al 27 % como Brasil en una etapa de más inversión, eso posibilitaría habilitar el uso de alcoholes hidratados incorporando la tecnología de motores flex al mercado argentino, una tecnología conocida por la industria automotriz argentina.

Bioetanol				
Materia Prima	N° de plantas	Producción (2016)*	Total 2016*	Mezcla (Etanol/Nafta)
Maíz	5	489,839 m³	889,939 m³	12%
Caña de Azúcar	9	400,100 m³		

En el área productiva, está alcanzando gran relevancia la habilitación de agroindustrias alcoholeras tipo Mini-Dest (ya hay 2 funcionando y una tercera en construcción); estas mini destilerías se encuentran en campos de productores agropecuarios, son totalmente automatizadas y monitoreadas desde una base central de manera online. Las mismas están integradas a un sistema intensivo para producir carne (Feedlot) a pocos metros o leche (tambo intensificado), sin necesidad de incurrir en costos de flete del maíz y fletes de burlanda húmeda – lo que implica transportar básicamente grandes cantidades de agua; esta integración es muy importante para dar el salto de desarrollo de la producción de carne en provincias aisladas de los puertos, todos detrás del grano de maíz como base de Innovación en Bioeconomía Argentina. [5]

Este tipo de esquemas, que incluso están evolucionando hacia biorrefinerías como sistemas autosustentables, en los que se aprovecha toda la biomasa producida, representan un adelanto tecnológico muy significativo. Las producciones holísticas y el aprovechamiento del 100 % de la biomasa vinieron para quedarse en Argentina. Muchas cadenas, cuando analizan los desperdicios y pérdidas, llegan siempre a la conclusión de que el porcentaje perdido supera la rentabilidad obtenida, o sea que existe otra fuente para mejorar rentabilidad y competitividad.

Otra industria relevante en nuestro país es la del biodiesel, que cuenta con 33 plantas de producción entre grandes empresas y PyMES que utilizan como materia prima el grano de soja. En la siguiente tabla pueden ver-

5El valor agregado está también muy bien desarrollado sobre la base del maíz (aprovechamiento de planta entera), y eso es valor agregado como ser que la superficie de sijale de maíz pasó en los últimos 24 años de 80.000 hectáreas en el año 1993 a 1,65 M/ha (300.000 ha de sorgo, 300.000 ha de pasturas y 1,05 M/ha de maíz en el año 2016/2017). Esto originó una gran producción intensificada de leche y carne liberando hectáreas para la agricultura, pero un gran valor agregado posterior (mercado interno) permanentemente abastecido y un 10 a 20 % de leche y 10 % de carne exportada con alto valor agregado y puestos de trabajo en el interior productivo con fuerte impacto en el desarrollo territorial.

Biodiesel						
Materia Prima	N° de plantas	Capacidad de Producc.	Producción (2016)*	Mercado Interno (2016)*	Exportaciones*	Mezcla (biodiesel/gasoil)
Soja	33	4.600.000 t	2.659.275 t	1.036.397 t	1.626.267 t	10%

Fuente: INDEC

se los datos de capacidad instalada, producción, ventas al mercado interno y exportaciones de biodiesel de argentina. Un dato a destacar es la gran participación (alrededor del 75 %) de las PyMES en el abastecimiento de biodiesel, para el corte de gasoil en el mercado interno.

Otros ejemplos de biorrefinerías que utilizan silaje de maíz y procesos ensamblados para llegar a la producción de biogás son: Bioeléctrica de Río Cuatro conectada a la red con un 1,2 MW en programa Renovar 1 y 1,5 MW en Yanquetruza a partir de silo de maíz y efluente de cerdo; otro caso es el del Frigorífico Magret de Justiniano Posse (400 kW energía eléctrica,calor y frío); en Carlos Tejedor el establecimiento "La Micaela" genera 65 kW eléctricos aportados a la red a partir de efluentes de Feedlot en codigestión con glicerol (subproducto de la industria del biodiesel); (entre otros). Todos estos sistemas de biodigestión generan además energía térmica en mayor proporción a la energía eléctrica y también digerido (biofertilizante) para uso agronómico en el suelo como estrategia de devolución de nutrientes (fertilidad) al mismo.

A nivel país existen alrededor de 105 plantas de biodigestión anaeróbica, de las cuales sólo un 6 % utiliza el biogás producido con fines energéticos (producción de electricidad) algunas de las cuales son las mencionadas anteriormente. Existe un potencial muy grande para el crecimiento de esta tecnología en el país lo cual quedó demostrado, de alguna manera, en la cantidad de ofertas (31) presentadas en la Ronda 2 del programa RenovAR llevado adelante por el Ministerio de Energía y Minería de la Nación, en donde se ofertaron 60 MW eléctricos (25 MW más de la potencia a contratar), que incluso superó casi 7 veces a lo ofertado en la Ronda 1. Además, existen proyectos que no se presentaron en esta última ronda.

La intensificación de los sistemas productivos pecuarios y el desarrollo de actividades agroindustriales produce una mayor concentración de efluentes, los cuales pueden ser utilizados como materia prima (en codigestión con cultivos energéticos u otras materias primas en algunos casos que lo requieran) para la generación de energía eléctrica mediante esta tecnología.

También como aporte al VAO y a la provisión de bioenergía para empresas lácteas hay un buen ejemplo, Cooperativa Láctea Manfrey en Freyre (Córdoba), carente de red de gas y que instaló una planta de gasificación de biomasa de 10 MW de energía térmica, que

Programa RenovAR			
RenovAR	N° de ofertas	Potencia Eléctrica ofrecida (MW)	Potencia Eléctrica a contratar (MW)
Ronda 1	6	8,6	15
Ronda 2	31	60	35

por el momento funciona con chip de madera y próximamente con sorgo biomásico (sorgos seleccionados por su producción de biomasa cercana a 30 t/MS/ha).

Otro caso, se encuentra en el área manisera de Córdoba, mediante el aprovechamiento del residuo industrial (cáscara de maní)las empresas AGD y PRODEMAN queman cáscara de maní y producen sustentablemente energía eléctrica 10 MW cada una; una de ellas (Prodeman) que produce energía para aportar a la redy AGD para autoconsumo eléctrico y térmico y aporte a la red[6].

El cambio de matriz productiva de Argentina a un pa s agroalimentario requiere evoluciones en la cadena de investigaci n, innovaci n, nuevos dise os, construcci n de m quinas de procesos agroindustriales con orientaci n agroalimentaria que permitir la instalaci n de verdaderas bio f bricas ensambladas como biorrefiner as, o bien se podrá en un mundo globalizado importar el corazón o cerebro de la planta a instalar, el resto (80 %) deberá construirse en el país con empresas argentinas y trabajo local. Es difícil que un país se desarrolle agroalimentariamente sin un desarrollo paralelo de industrias de máquinas de procesos con cierto grado de innovación local. **Modelos de VAO a la materia prima con protagonismo de Pymes familiares y asociativas que marcan avances donde hasta ahora han superado la crucial etapa de evolucionar de la venta directa del grano a una primera industrializaci n local por parte de un "peque o e incipiente empresariado Pyme de soja"**.

3.5 Extrusado de soja y burlanda para alimentaci n animal: una demostraci n clara de lo que representan las Pymes en el desarrollo del pa s

Se pueden seguir enumerando buenos ejemplos de desarrollo tecnológico donde seguramente tenemos muchos aportes que mencionar de la relación y articu-

6Otra gran oportunidad la representa la producción de biodiesel y la creación y habilitación de empresas de fabricación y uso de biodiesel de calidad IRAM en plantas asociativas integradas donde varias extrusoras/prensadoras aporten capital y aceite de soja desgomado y luego la producción se autoconsuma regionalmente. El biodiesel de autoconsumo sería, de esta manera, una alternativa estratégica para las Pymes aceiteras sojeras, ya que agregarían valor a la producción de aceite y bajarían los costos operativos por la posibilidad de utilizar el biodiesel para generar electricidad, pero fundamentalmente para bajar los costos de combustible para fletes de soja y distribución de expeller con camiones que podrían funcionar con biodiesel al 100 %. Esto se está teniendo muy en cuenta en diferentes Ministerios, pero merece una mirada estratégica de desarrollo de país sustentable. El aceite de soja refinado para consumo humano directo o bien en mezclas constituye otra salida industrial agroalimentaria para estas pymes aceiteras.

Tabla 4. Evoluci n del sector Prensado y Extrusado de Soja en Argentina

Año	N° Plantas	Capacidad instalada promedio (t/día)	Procesamiento anual (t/año) *	Puestos de trabajo directos
2007	45	24	324.000	315
2011	200	30	1.800.000	1.400
2013	400	40	4.800.000	2.800
2015	450	45	6.318.000	3.150
2017	500	50	7.800.000	3.500

**Capacidad instalada y no lo que hoy se procesa.*

lación pública/pública y pública/privada en las plantas de extrusado prensado de soja.

El extrusado y prensado de soja representa una alternativa de extracción de aceite de soja por un método físico que se adapta a escalas productivas más pequeñas mediante tecnologías de proceso sencillas. El costo de inversión y las instalaciones necesarias son incomparablemente inferiores a las de la industria aceitera de extracción por solvente.

Es por ello que ese tipo de tecnologías resulta ser una herramienta estratégica para el desarrollo productivo del interior del país, especialmente de aquellas áreas más distantes a los puertos. En las Tablas 4 y 5 se muestra la evolución del sector a lo largo de los últimos años.

Tabla 5. Desarrollo del sector en las provincias de la regi n pampeana (cantidad de plantas)

	Córdoba	Santa Fe	Buenos Aires
2010	25	47	65
2017	113	103	120

Diversos relevamientos del INTA han permitido dimensionar el crecimiento del sector en el país, principalmente en la región pampeana[7].

En este comparativo no se incluyeron las plantas instaladas en las provincias de Entre Ríos, La Pampa, Salta, Santiago del Estero y Chaco, en donde el extrusado prensado también vivió un auge en los últimos años, aúnque con situaciones muy diferentes en cada caso. [8]

4. El futuro del VAO en argentina y c mo seguir

Con este muy acotado barrido de cadenas con VAO exitosas se tiene un ejemplo y un pantallazo rápido de Agregado de Valor y su alto impacto en los mercados y el desarrollo territorial a través de la generación de nuevos puestos de trabajo genuino y de calidad (requiere el desarrollo de capacidades por parte de los individuos). A continuación, se describen algunos problemas a resolver y cómo se deberían edificar planificadamente las soluciones y el aprovechamiento de oportunidades.

Argentina es un país de avanzada; la década pasada se comenzó a pensar y discutir que no era suficiente y sustentable ser granero o proveedor de commodities del mundo. En esos momentos, el país era un gran exportador de energía, de minería y los precios internacionales de los granos y sus derivados eran buenos y además la producción primaria requería el doble o triple de mano de obra por tonelada producida y exportada de commodities.

Esas realidades fueron cambiando, la balanza energética nacional pasó desde el 2006 con 6.000 M/U$S positiva al 2014 a más de 6.000 M/U$S negativa y ahora, si bien existe una reducción del déficit de balanza energética, aún es negativa en 3.000 M/U$S. La situación tendió a empeorar en el 2017 cerrando la balanza comercial energética negativa un 40 % más deficitaria respecto al 2016; esta situación indica oportunidades para el negocio de las energías renovables y también para la bioenergía distribuida producida en origen, esta última por el impacto de producción agroindustrial de principios holísticos.

Estos factores, de energías alternativas renovables, han tenido en los últimos años una tendencia positiva con políticas de Estado concretas en biodiesel, bioetanol, energía eléctrica y calórica a partir de la quema de biogas (diferentes fuentes) y también la quema de residuos industriales y de la industria forestal y maderera y también las renovables como eólica, solar, pero el consumo energético en Argentina no para de crecer y si bien a menos ritmo pero crece, lo cual se contrapone con una producción nacional de petróleo y gas tradicional con importante caída de producción.

La tendencia que se viene registrando en la exportación de commodities, tanto agropecuarios como mineros y energéticos, es que se exporta mayor volumen, pero con menor valor unitario en U$S (ver Anexo III); esto se transforma en menor recaudación impositiva y menor generación de puestos de trabajo, por supuesto menor ingreso de U$S genuinos.

Las consecuencias esperables de estas tendencias desalentadoras indican una necesidad de replanteo para revertirlas, aprovechando las potencialidades de las transformaciones que se vienen dando en los mercados internacionales.

¿Por qué esperar resultados distintos haciendo lo mismo en un mundo cambiante? Los precios bajos de los commodities no parecen ser una situación coyuntural, pero a la vez, hay grandes expectativas sobre la evolución en el consumo de alimentos de las crecientes clases medias de los países más poblados del mundo, como China e India. China aumenta la demanda carne bovina de calidad Premium que Argentina, junto con Australia le pueden proveer; los últimos acuerdos van por esa línea donde el valor de las t de carne bovina Premium refrigerada con hueso puede superar los 12.000 U$S/t, eso significa un valor representativo de la mitad del valor de una tonelada de automóvil "Audi", solo como para dar idea de lo que representa en agregado de valor.

4.1 Matriz Productiva: an lisis y necesidad de cambio

Muchas opiniones, reuniones y hasta congresos en los últimos años tienen este tipo de disparadores en pos de realizar un análisis estratégico ante una necesidad de cambio. En general, la conclusión resultante es que **el sistema productivo agropecuario de Argentina es sustentablemente d bil en sus dimensiones econ - mica, ambiental y social**. Es por ello, que cuando se hacen análisis prospectivos sobre los nuevos roles de los productores de materia prima agropecuaria siempre se deja ver como alternativa que Argentina está bien posicionada frente a potenciales demandas de alimentos hacia el 2050 (aumento del 50 % de alimentos). Esto resulta de las cuantiosas riquezas naturales disponibles en Argentina para asegurar un próspero futuro. Si bien la situación no sería similar a la del sector petrolero, en el que una caída fuerte del precio deja a los países proveedores sin futuro; los países abundantes en recursos naturales como Argentina (1 ha/cultivable/habitante) comienzan a preocuparse por la aparición de la Agricultura Celular o bien las Carnes Sintéticas o Carnes de Laboratorio, tecnologías de punta que proponen producciones altamente intensivas sin el uso de tierras. Actualmente, no son utilizadas por varios aspectos (mercado, altos costos de producción y ajuste de tecnologías), pero existen fuertes tendencias y aportes científicos para llevar adelante investigaciones, por ejemplo, Universidades en Silicon Valley y Holanda, lo pueden hacer viable en un corto tiempo. Estas innovaciones representan oportunidades y amenazas a la vez, por lo que es necesaria una planificación estratégica para estar preparados como país para el futuro cambiante de los próximos años.

En cuanto a **aspectos econ micos**, Argentina está exportando menos U$S y más t (cosechas récord), es decir, exporta con menor valor unitario respecto a algunos años atrás. Argentina importa menos U$S, pero como la caída de las exportaciones es porcentualmente mayor, la balanza comercial es crecientemente negativa, 2017 algo más de 8.500 M/U$S de balanza comercial negativa, como bien dice el Presidente Macri, es difícil mantener sustentable en el tiempo un país que compra más de lo que vende. Además, la inflación, si bien ha venido descendiendo con mucho esfuerzo, pero todavía es alta (2017 según INDEC 24,8 %) y el sector financiero está resultando más tentador que las inversiones productivas.

Respecto a **cuestiones ambientales**, Argentina al 2016/17 presentaba 7 M de hectáreas con problemas de **exceso de agua** (napa freática alta y agua sobre la superficie), muchos **caminos y rutas con problemas** (originados en parte por el cambio climático, pero acrecentados porque en el 70 % del área más productiva se hace un solo un cultivo anual con barbecho desnudo que consume 600 mm de agua en zonas donde las precipitaciones superan los 1.000 mm anuales). Entonces resulta lógico que se inunde, y preocupa la huella del agua y el uso eficiente de dicho recurso, además de la reposición de nutrientes extraídos por los cultivos que es insuficiente; y la caída de la materia orgánica de los suelos -a pesar de la beneficiosa Siembra Directa- (monocultivo de soja en gran parte del área cultivable); cultivos que no aportan raíces estructurantes de suelo y generan poca cobertura (balance del carbono negativo); mal manejo de herbicidas (abusivo e incontrolable uso de glifosato, hoy cuestionado por Europa), (uno de los factores que originó malezas resistentes); oferta de semillas al mercado por parte de criaderos de semilla de maíz de materiales resistentes a determinadas plagas cuando no era necesaria su utilización; falta de refugio para los eventos biotecnológicos que controlan insectos por no utilización de los productos o por falta de oferta de los criaderos; falta de una ley que regule el uso sustentable de los suelos y también legisle con sustentabilidad los contratos de alquileres de campo, entre otras cuestiones. Un dato relevante es que el 50 % del área cultivable en nuestro país, está gestionada bajo contratos de 1 año de plazo (llamados accidentales), a los cuales no se les exige un plan de rotación, fertilización, implementación de BPAs, entre otros.

Respecto a infraestructura todavía es necesaria una fuerte inversión en estructuras de almacenamiento fijas, con alta tecnología que permitan almacenar y acondicionar los granos de forma adecuada para abastecer a la industria. Una encuesta realizada por nuestro proyecto indica que más del 50 % de ellas tiene una antigüedad mayor a los 30 años, del total de plantas censadas, sólo el 30 % cuentan con termometría y solo el 9,8 % tiene automatizado el sistema de aireación.

7Durante los días 19 y 20/10 en Santa Fe las 5 Cámaras de Pymes Extrusoras de 5 provincias realizaron el 1 Congreso de Extrusores y Prensadores de Soja con 300 personas presentes, donde se analizó prospectivamente el futuro de las Pymes en la industrialización de la soja hasta los mercados y góndolas del mundo, aceite y proteína de soja en procesos de Bioeconomía. Pero lo más importante que en ese evento se firmó el acuerdo macro trascendental para la conformación de la Federación de Pymes Procesadoras de Soja con Cámaras de 8 a 10 provincias, estos son los procesos donde las Pymes pueden crecer.

8 Otra gran oportunidad la representa la producción de biodiesel y la creación y habilitación de empresas de fabricación y uso de biodiesel de calidad IRAM en plantas asociativas integradas donde varias extrusoras/prensadoras aporten capital y aceite de soja desgomado, y luego se autoconsuma regionalmente. El biodiesel de autoconsumo sería una alternativa estratégica para las Pymes sojeras, ya que agregarían valor a la producción de aceite y bajarían los costos operativos por generación de bioelectricidad, pero fundamentalmente para bajar los costos de combustible para fletes de soja y distribución de expeler con camiones que podrían funcionar al 100 % con biodiesel.

El silo bolsa, durante años, sustituyó la falta de inversión de forma conveniente para el manejo de commodities, y aún es una herramienta valiosa con la que hoy se almacena alrededor del 40 % de la producción de cereales y oleaginosas. Pero si queremos realmente producir materia prima de calidad, para la industria local, necesitamos aumentar la capacidad de almacenar y acondicionar granos en estructuras fijas, eficientes y con alta tecnología.

Además existe un complicado cuestionamiento, por parte de la sociedad, en temas relacionados con la **aplicaci n de fitosanitarios en reas periurbanas.** Esto ocurre por falta de información, normativas claras y regulación; también en lo económico, social y ambiental, existe un **r gimen impositivo inadecuado**, que en general no premia la productividad, ni la producción con implementación de BPA.

Por el contrario, beneficia al rentista que no reinvierte y no devuelve su renta en inversiones productivas en el sector, generando una dudosa situación impositiva que los obliga a buscar inversiones más fáciles de blanquear que la lógica reinversión en el sector[9].

También es necesario hacer **reformas a las leyes laborales,** de modo que realmente beneficie al sistema productivo y al salario real; recientemente se ha lanzado un plan de reforma laboral y habrá que analizar cómo las medidas anunciadas influirán en la generación de nuevos puestos de trabajo, con las capacidades y competencias necesarias para afrontar los futuros desafíos de la producción agroalimentaria y agroindustrial y el VAO.

Los empleados en el campo ven con preocupaci n el avance de la rob tica en el agro ya que las máquinas agrícolas cada día más productivas y autónomas (menos empleo por tonelada de grano y proteína animal producida); los empleados demandados serán cada día más calificados y se estima que una sola persona podrá gobernar desde un radio control, una computadora o celular, muchas máquinas en el campo. Dentro de los aspectos positivos de dicha situación se presenta la posibilidad de acceso a estos empleos a personas con capacidades físicas limitadas y/o más calificadas. Al igual que en las industrias, se logró reducir la mano de obra en la fabricación, debido a los centros de mecanizados y líneas de montaje, a un 30 % y se aumentó paralelamente la calificación. En conclusión, se prevé un escenario positivo en relación a la productividad, baja del costo del salario y mejora de la competitividad empresarial, pero esto implica menos empleo por tonelada de productos agroalimentarios con procesos agroindustriales.

Actualmente, el sistema educativo no está en condiciones de formar las competencias y habilidades necesarias para manejar las nuevas tecnologías y procesos productivos, por lo que es imperioso prestar atención a esto lo antes posible; las políticas educativas son de las que más tiempo requieren para su implementación y su impacto, por esto es ineludible pensar ahora qué educación necesitamos y no demorar su implementación.

Tanto los productores, sectores relacionados y actores políticos deben estar atentos a estos cambios, preocuparse, informarse, capacitarse y cambiar antes de quedar afuera del sistema y sin competitividad. En este sentido, "el peor de los problemas es no percibir los cambios a tiempo" y, lo peor de la situación, es que aún viendo el riesgo no se encuentren condiciones y posibilidades de cambio. Argentina es el país con mayor adopción y fabricación de herramientas de Agricultura de Precisión, a nivel de Latinoamérica, y está en segunda posición a nivel global, detrás de EE.UU. El INTA desde hace unos años desarrolló una Red público/privada de Agricultura y Ganadería de Precisión que es un ejemplo de articulación interinstitucional público/privada[10] (Tab la 6, Figura 2).

9Está en claro que la sociedad de los pueblos rurales no ve en el sector agrícola granarioreinversión en generación de nuevos puestos de trabajo y eso fomenta los ideales de conflicto, muchas veces amparados por el concepto agroecologista que terminan descarrilando grietas difíciles de superar. Nadie que vive como empleado de una agroindustria (un trabajo digno) cuestiona situaciones como olores no deseables provenientes de los procesos industriales que son a veces la base de los conflictos.

Tabla 6. Evoluci n de las herramientas tecnol gicas (ventas acumuladas en unidades) de equipos de Agricultura de Precisi n en la Argentina

	1997	1998	1999	2002	2003	2004	2007	2008	2009	2010	2012	2014	2015	2016
Monitores de rendimiento		150	250	550	800	1250	3550	4450	6150	7400	8865	10544	11540	12610
Dosis Variable en sembradoras		1	2	9	22	37	697	997	1397	1801	2346	2975	3263	3515
Monitores de siembra		100	300	1100	1400	1800	6100	7600	9100	12160	16905	21426	22854	24879
Banderillero Satelital en pulverizadoras		10	70	500	2000	3000	7500	9000	10500	12298	14589	17087	18342	19158
Guía Automática						3	190	400	650	1150	3610	5530	6708	9035
Sensores de N en tiempo real			2	5	6	7	15	15	22	27	32	34	34	34
Cortes Por Sección Pulverizadoras									300	640	1481	2410	2738	3375
Cortes Por Sección Sembradoras									5	25	55	103	119	189
Sistemas de Corrección < a 10cm										50	200	360	823	2636
Sistemas de Corrección > a 10cm												157	431	845
Telemetría												120	196	409
Control Selectivo de Malezas												21	64	160
Sensores de N en tiempo real (mano)													80	101
Drones Agrícolas													6	61

Fuente: INTA Manfredi

4.1.1 Realidades macroecon micas del sector productivo argentino

Las exportaciones totales de Argentina en el 2017 fueron explicadas en 65 % por sector agropecuario y MOA's, estas últimas en baja respecto al 2016.

Argentina se est primarizando en sus sistemas productivos, est empantanada en la commoditizaci n, confundida y engañada al definir como MOA's algunos commodities. Si bien es mejor procesar el grano y exportar sus productos derivados, aún así; un aceite crudo de soja/girasol sigue siendo un commodity, que requiere muy poca mano de obra industrial o, en algunos casos, nula. A modo de ejemplo, el biodiesel, el aceite crudo, la harina de soja, todos productos resultantes de la extracción por solvente, resultan ser commodities que cotizan en bolsa de cereales como Rosario o Chicago.

Nadie discute ni desvaloriza la tecnolog a de punta que se introdujo en el proceso productivo de los granos como soja, maíz, trigo o sorgo, pero si se venden como commodities es **poco el valor y poco el trabajo agregado** y está sujeto a la variabilidad de los precios en los mercados internacionales y a veces a políticas discriminatorias.

Las innovaciones que incrementan la productividad en los cultivos primarios generan rentas extraordinarias para los innovadores durante un tiempo, hasta que la nueva tecnología se disemina y dichas rentas desaparecen. Para generar y captar rentas extraordinarias es importante ser creador de nuevas tecnologías, generar patentes y reinvertir en innovación científica y tecnológica (I+D+I) (Tabla 7 y Tabla 8).

El año 2017 cerró con un 30 % más de exportaciones de carne vacuna respecto al año 2016, se estima estar muy cerca de las 300.000 t de peso res, la cuota Hilton a UE se alcanzó a cubrir en un 78 % y la carne de feed lot a UE, la 481 se cubrió totalmente y representó Argentina en un 8 % del cupo total (que fue de 3,6 M/t certificadas hasta diciembre 2017) con un volumen de negocio de 33,2 M/U$S y 9.560 U$S/t. Estos datos son muy alentadores para la cadena bovina mirando un 2018 con fuertes crecimientos en exportación.

Recientemente, en enero de 2018, una delegación del gobierno de Israel mejoró la apertura de las carnes argentinas a ese país. También en este sentido es muy valorado el trabajo que viene haciendo el IPVCA, pro-

10En septiembre de 2017, el día 28, se realizó en la EEA Manfredi el 16 Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión, el más grande e importante de Latinoamérica.

En septiembre de 2018, los días 19 y 20, se realizará el 17 Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión, 90 empresas, 50 disertantes (20 % extranjeros) y más de 2.500 asistentes con expo estática y dinámica con pantalla led y tribuna, único curso en el mundo de estas características; además una publicación de 200 páginas sobre los trabajos, tendencias y novedades globales y de Argentina en el sector.

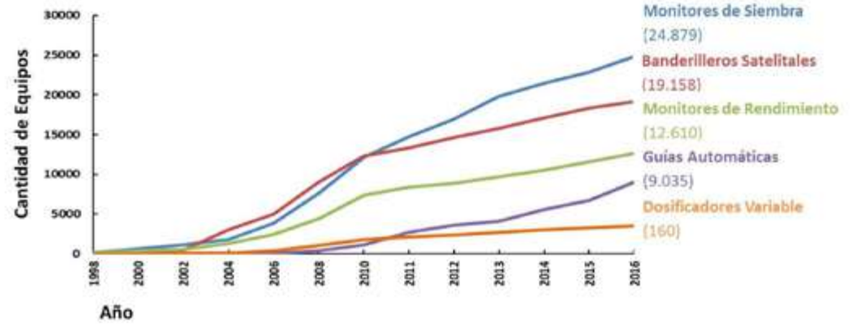


Figura 2. Evoluci n de ventas acumuladas actualizadas a Septiembre de 2017. Fuente INTA Red AP.

Tabla 7. An lisis del grado de producci n y exportaci n de algunas de las principales cadenas del sector en Argentina 2016/2017.

Producto	Producción M/t	Exportación en M/t	% Exportación de commodities
Maíz	41	26	63,4%
Trigo	17,5	12,27	70,1%
Sorgo	3,4	0,4	11,7%
Grano de soja (incluye harina, aceite, grano y stop)	57,8	48,5 (todos los rubros)	84%
Biodiesel de soja	2,7 M/t	1,7 M/t	62,9%
Semilla de girasol (harina + aceite)	3,4 M/t	1,60 M/t	47,05%

Fuente: Datos actualizados por INTA de varias fuentes en relaci n a la realidad de 2016/17.

Tabla 8. Producci n y exportaci n de productos elaborados de alto valor agregado

	Producción	Exportación en M/t	Porcentaje de Exportación de productos elaborados (alto valor)
Carne bovina	2,644	0,230	8,7%
Carne porcina	522,4	11,9	2,28%
Pollo (carne)	2,055	0,148	7,23%
Huevo	0,0164 (M/unidades)	0,0034	21%(huevo industrial)
Leche	9.895 M/Litros	1.647 (productos lácteos equivalentes	16,47%

Fuente: Datos elaborados por INTA Manfredi de varias fuentes 2015/16/17.

mocionando la calidad de carne bovina argentina en varios países.

Otra buena noticia para el sector productor y exportador de carne bovina y ovina fue el acuerdo con China, que permite el ingreso desde argentina de carne enfriada con hueso y esto significa exportar mejores cortes y más valor por tonelada, lo cual indica que las exportaciones que en el 2017 aumentaron 30 % en el 2018 lo pueden hacer en otro 30 %, o sea exportar en el año 2018 unas 390.000 t de carne vacuna sumando todas las categorías de tipo y cortes.

El tema en particular de la apertura de mejores cortes de carne bovina argentina en China es una gran noticia, porque nuestro país en ese rubro puede ser más competitivo, respaldado por la diferenciación de la calidad y también al duplicar o a veces triplicar el valor por tonelada respecto de la carne congelada tipo commoditie, el costo relativo del flete disminuye; en ese tipo de negocios de Argentina los productores de mediana escala podrían acceder a rentas concretas solo a través de la generación de empresas asociativas de escala y tecnología, con competitividad global. Las mayores rentas de estos negocios se generan en la industrialización y el comercio internacional y eso requiere escala de "asociativismo". Los productores ganaderos deben ser revolucionarios en su estrategia de captura de renta, la tecnología de producción de carne bovina, commoditie feed lot también tiene futuro para la Argentina; tendrá que evolucionar en aspectos tecnológicos relacionados a varios factores, como ser aumentar significativamente el peso de faena y también el nivel de ganancia peso diario, este tema reduce costos y mejora la competitividad, que los productores medianos pueden lograr mediante "asociativismo". En EE.UU. terminan novillos en 650 kg con 18 meses de vida.

Está muy claro que Argentina exporta muchas t y U$S como commodities y muy poco de valor agregado como producto de góndola (hoy se estima que es el 22 % del total exportado). El largo camino se puede recorrer de a tramos, sobre bases firmes y planificadas, todo bajo un paraguas o figura que vincule y articule sectores y cadenas, o sea bajo el lineamiento de "Política Planificada Agroalimentaria"; en un inicio del proceso se puede pensar en la elaboración de productos intermedios, que, son insumos de productos de procesos más complejos y que permiten una utilización no sólo en la industria agroalimentaria (ejemplos: leche condensada, harinas pre-mezcla, conservas de distintos vegetales, texturizado de soja, etc.), sino también en la bioindustria, como los almidones concentrados para la industria del bioplástico.

Para dar este salto cualitativo y transformarnos de productores de commodities (muy eficientes y con mucha tecnología) a productores de especialities, productos de calidad diferencial para la industria y/o granos de consumo directo de alto valor es necesario un cambio cultural que desde el INTA podemos acompañar concretamente con capacitación y desarrollo de innovaciones tecnológicas. Las cadenas de producción de commodities argentinas son muy eficaces en producir productos primarios que cumplan los requisitos de calidad de los mercados internacionales, pero cuando el nivel de exigencia aumenta para cumplimentar los requisitos de una industria alimenticia, o de granos, que se destinan a consumo humano directo, se comienzan a manifestar las limitaciones. Para subsanar estas limitaciones debería comenzarse implementando las Buenas Prácticas en todos los eslabones de la cadena productiva, (empezando por las BPA y BP en poscosecha), y luego poner en marcha un sistema de trazabilidad que permita transferir de un eslabón a otro la información sensible de cada producto. De esta manera, el consumidor podrá disponer de toda la información sensible del producto alimenticio que decide llevar a su mesa.

La implementación de BP y trazabilidad permite transformar un commodity en un specialty o un producto de alto valor, para la industria al modificar la cultura de trabajo de las empresas del sector agroindustrial (planificar actividades y pasar de una cultura reactiva a una cultura proactiva) y a través de la gestión de la información. Para ello, es necesario capacitar al personal en cuestiones técnicas específicas y en la implementación de BP. El INTA en general, y el proyecto VAO en particular, aportaron al desarrollo de programas de capacitación trabajando con las cadenas y universidades. Trabajando, de manera sistemática, dentro de cada cadena se pueden detectar las necesidades de formación de recursos humanos a diferentes niveles y proponer una solución integral a esta problemática junto con otros organismos de CyT, el sistema Universitario Argentino y otras instituciones educativas (ej. escuelas agrícolas).

Por otra parte, el INTA demostró tener la capacidad de desarrollar las herramientas tecnológicas necesarias para implementar las BP y la trazabilidad en los diferentes eslabones de las cadenas productivas. Estos desarrollos, a su vez, se deberían coordinar con otros organismos de CyT (ej. CONICET, INTI) como así también Universidades, de manera coordinada con los organismos del estado que intervienen en la fiscalización de los diferentes procesos, desde el campo hasta la góndola o el puerto (ej. SENASA, MinAgro, AFIP, Aduana, etc).

En general, por estos caminos no se capta la totalidad de la renta, pero no deja de ser para un inicio un salto importante. **El camino necesario para convertirnos en el "Supermercado del Mundo" y dejar de pensar que es una utop a, es muy largo y dif cil de recorrer, sin embargo, no deja de ser apasionante y prometedor dado que el techo de crecimiento es muy alto**. Lo primero que hay que entender es que los alimentos en el mundo lo manejan 9 empresas, mega internacionales y aún así en Europa existen y conviven empresas Pymes muy exitosamente, por lo tanto se puede en Argentina esperar lo mismo, grandes empresas agroalimentarias de nivel y competitividad global y muchas Pymes asociativas competitivas, no es una o la otra, hay espacio y mucho para ambos tipos de empresas. ¿Si Argentina industrializara un 10 a 15 % más de lo que hoy produce como biomasa exportable, existirá mercado que lo absorba? La respuesta es que hoy nuestra materia prima es transformada en destino e igualmente llega a las góndolas o ferias francas; se suma el crecimiento poblacional (principalmente de las clases medias) de los países más poblados del mundo y las nuevas demandas de specialities de países de altos ingresos, como los de la Unión Europea. **Argentina podr a emprender esta mayor industrializaci n en origen, con trabajo y valor agregado nacional. Esto permite la generaci n de desarrollo positivo para nuestro pa s**, además de satisfacer un mercado interno. Por ejemplo, en los casos de las producciones bobinas, de leche, de huevo, de carne de cerdo y de pollo, el mercado interno está plenamente satisfecho y cada tonelada industrializada tendrá destino de exportación, esto demuestra la importancia económica y social de hacerlo. Es por ello, que una y otra vez concluimos que con poco esfuerzo y políticas claras, la economía argentina y la balanza comercial evolucionarían en forma importante, generando trabajo y desarrollo ordenado del territorio.

Hay algunas cifras sectoriales que permiten **comparar la instancia de VAO en la que se encuentran algunos pa ses.** Por ejemplo, Argentina consume internamente el 16 % de la soja que produce, el resto se vende como commodity de diferentes formas; es el caso más emblemático por su importancia en el sistema actual. Por un lado, los productos derivados del aceite de soja que pueden ser más de 75, todos con destino de góndola o de uso industrial. Por otro lado, la proteína de soja tiene una calidad nutricional excepcional y es altamente demandada en el mundo, los procesos de transformación hasta alcanzar un alimento humano directo o también biomateriales son los mayormente requeridos (hoy importamos productos que se le da VA en otros países, a partir de la producción primaria de nuestros granos).

Los bioplásticos a base de soja se usan en reemplazo de plásticos en la industria automotriz. Hace muchos años Henry Ford fabricó un auto casi en su totalidad a base de bioplástico de soja y hoy los laterales de las cosechadoras de marcas de EE.UU están fabricados con bioplásticos de soja y maíz, en productos de serie (John Deere y Case). Otro dato impactante es que EE.UU produce 1,13 t/hab/año de maíz y exporta solo el 14 % como grano y Argentina produce 0,95 t/hab/año y exporta el 64 % como grano. **El grado de industrializaci n y consumo per c pita es casi 5 veces m s en EE.UU** y de las 370 M/t de maíz totales producidas, más de 130 M/t se transforma en etanol y su burlanda se transforma en proteína animal, con alto impacto económico y de desarrollo territorial; en un radio de 40 km. del campo, el maíz sufre proceso de industrialización y transformación.

Estos indicadores reflejan que Argentina todavía es granero del mundo, pero también un exportador de commodities (de diferentes formas) con muy poco valor agregado, con bajos valores por tonelada y poco Impacto del VAO en el desarrollo territorial. Las alternativas de mejorar la colocación de productos alimenticios, de alto valor agregado es un trabajo de política comercial entre países y regiones y en ese sentido Argentina está trabajando a niveles de convenios con países, regiones y hasta convenios de libre comercio, como el que el Mercosur piensa en breve firmar con la UE.

Como buenos ejemplos de ello se pueden mencionar la mejora del comercio de carne recientemente acordada con IERAL, la trascendental apertura del mercado de carne enfriada con hueso (corte bovino de alto valor) y también la habilitación del ingreso de carne ovina a China, ya para el 2018, convenio que mejorará las exportaciones de carne bovina en un 30 a 35 % respecto al 2017, que tuvo ya un aumento del 30 %, otro gran avance positivo de las negociaciones del 2017/18 fue que luego de 6 años Argentina logró que EE.UU. libere los aranceles de importación a 500 productores de las economías regionales que podrán ahora ser exportados a EE.UU. en forma más competitiva; para ejemplificar cuáles serían esos productos, sólo mencionaremos algunos de ellos en forma agrupada, lo cual deja muy abierta reales posibilidades de encontrar un camino próspero alrededor de la evolución en cantidad y calidad de la matriz exportadora. Argentina cada día más diversificada, cada día de mayor valor por tonelada y mayores horas de trabajo por tonelada.

Productos con arancel cero que pueden ingresar a EE.UU. SGP (sistemas gerenciados de preferencias). (ver anexo)[11], representando nuevas alternativas de merca-

11 Jugos vegetales, preparados, levaduras ácidas e inactivas, salsas de soja/tomate, condimentos de diferentes formas, sopas/caldos, preparados de alimentos compuestos para bebés o dietéticos, concentrados de proteína y texturizados de sustancias, preparados en base a alcohol para bebidas, jarabes de caña de azúcar, jugos de frutas de una sola fruta o mezclas, agua mineral, gaseosas, cerveza sin alcohol, jugos de verduras, bebidas no alcohólicas, vinos, marsala y otros vinos, vermut, sidra, alcoholes para debida, vinagres, torta de aceite y otros residuos sólidos, pescados de diferentes tipos y preparaciones, harina en polvo y pellets de pescados, salmueras, carne de cangrejos, concentrados de proteína de lactosuero, quesos frescos y maduros de diferentes formas y tipos, huevos de aves, bulbos de flores, plantas perennes varias, flores de diferentes tipos, papa amarilla, hortalizas casi todas, verduras casi todas, legumbres, porotos, garbanzo, lenteja, arveja, etc., chiles, hortalizas mayores (zapallos), frutas casi

dos e inversiones productivas de capitales nacionales y mixtos con avance concreto al valor agregado y al desarrollo de economías regionales que están adormecidas esperando reacción de un mercado interno muy acotado, de 42 M/habitantes, y muy bajo poder adquisitivo, Argentina tiene un PBI per cápita de apenas 12.500 U$S/año, eso pone en evidencia que se puede vender en el mercado interno y a quienes.

4.2 Aportes para aprovechar las oportunidades globales que ofrecen los mercados de alimentos elaborados de consumo directo, como ser el mercado asi tico, africano, entre otros

Los caminos que nos lleven a producir políticas de Estado concretas, para un verdadero país Supermercado del Mundo están definidos e incluidos en el mensaje presidencial, pero todavía resta un plan estratégico de cómo y con quién concretarlo y el grado de prioridad y ritmo conque se realizará; esto no es sólo responsabilidad del gobierno de turno, es de todos los argentinos, independientemente de su inclinación política.

Luego de las elecciones legislativas de Octubre 2017, oficialismo y oposición deberían trabajar juntos porque la Argentina es una sola y el Estado somos todos; un equipo interdisciplinario y representativo de todos los sectores agroindustriales y agroalimentarios debería profundizar el conocimiento de la realidad productiva de todas las cadenas agroalimentarias, dejar de incriminarse mutuamente porque este problema no tiene 2 años ni tampoco 14, sino que se viene arrastrando desde hace 40 años. Son muy pocos los índices que nos favorecen en el posicionamiento como país; por ejemplo, en el ranking de desarrollo del PBI per cápita, que fue de 12.622 U$S en 2015, Argentina se encuentra en el puesto 51 entre 183 países, mientras que en el ranking de desarrollo humano ocupó el puesto 45 entre 188 países y en el de desarrollo sostenible se posicionó en el puesto 43 en 149 países, en 2016. Estos índices nos invitan a pensar qué debemos hacer hacia el futuro para ser un país un poco más desarrollado y mejor posicionado globalmente.

Entre todos deberíamos analizar en profundidad la realidad del sistema productivo, ventajas y desventajas, oportunidades y fortalezas para salir adelante, escuchar propuestas, analizar las mejoras productivas en cada cadena; construir y poner en marcha un PLAN ESTRATÉGICO integral, que incluya a todas las cadenas agroalimentarias y agroindustriales y a todas las organizaciones, productores, empresarios y gobiernos vinculados a las mismas, a través del cual se defina: el plan de intervención, los presupuestos, la búsqueda de recursos y de innovación permanente y la evaluación de resultados e impactos del plan. Todas estas estrategias se deben diseñar bajo un conjunto de políticas de Estado planteadas para un plazo no menor a 15-20 años; de modo que se mantengan un norte y un objetivo común, al margen de que cambien los gobiernos o las situaciones externas. A nivel de Organismos del Estado de CyT algo se está gestando, alrededor de un Plan de Desarrollo de la Bioeconomía Argentina.

Avanzar en una estrategia de intervención del Estado con fuerte relacionamiento público/privado a nivel de municipio, región y provincia, todo bajo un estricto ordenamiento territorial, con controles de impacto ambiental (BPA y BPM), junto al desarrollo de parques industriales que provean los recursos necesarios, formación de RR.HH relacionados a las demandas locales y de eco región, implementación de planes de incentivos impositivos y de generación de empleo con gremios relacionados y comprometidos, planes de fortalecimiento de la infraestructura necesaria para la producción y la comercialización con costos competitivos. Planes de estudio de escuelas agrotécnicas acordes a las necesidades y mucha capacitación específica no formal. Potenciar el INTA, INTI, CONICET, SENASA, INASE y Universidades, otros organismos y ONG estratégicas como CREA, AAPRESID y otros, detrás de este objetivo, innovador para una Argentina Agroindustrial y Agroalimentaria con fuerte relacionamiento público/público y público/privado con plena sustentabilidad. **La meta del 2028 deber a ser 1.000 parques industriales estrat gicos distribuidos en 22 provincias** con competitividad sistémica y plena sustentabilidad.

Son fundamentales **las inversiones en desarrollo cient fico tecnol gico** e innovaciones patentables; **desarrollo de plantas piloto** (público/privadas) para facilitar el desarrollo experimental de innovaciones y apoyar a los emprendedores en nuevos procesos agroalimentarios, incentivo al **desarrollo de Cluster, C - maras** con organización basada en el **asociativismo de nueva generaci n con fuerte ayuda estatal en la captura de nuevos mercados** que son muy distintos y más difíciles respecto al de los commodities. Acuerdos macro políticos y marco comerciales entre países.

Se habla mucho de quiénes deben ser los actores del cambio de una **Argentina granero del mundo a Supermercado del mundo** o país protagonista en Agroindustria alimentaria, con alta participación de empresas argentinas de todas las escalas, con una fuerte orientación del Estado hacia las Pymes Agroalimentarias de escala y tecnología competitiva. Es indudable que debemos ser los argentinos los principales actores y beneficiarios y por ende un Estado participativo, facilitador estratégico para el desarrollo y el ordenamiento territorial.

Abandonar definitivamente el pensamiento de una Argentina primaria que se salva de cualquier situación porque tiene muchos y buenos recursos naturales per cápita y sabe producir muy bien soja. Argentina hoy está exportando commodities agropecuarios con escaso valor agregado e importa productos de alto valor y mucho trabajo incorporado; empezar a transformar la matriz productiva y de exportaciones significará un gran salto de sostenibilidad como país.

Lo positivo de la realidad es que Argentina tiene un camino y una soluci n que es Agregar Valor a los granos y otras biomasas en Origen, hacerlo de manera regional, provincial, nacional pensado globalmente con un Estado participativo, facilitador, articulador, con políticas internacionales que permitan hacer convenios favorables de mercados y aumentar las exportaciones de alimentos elaborados a góndolas o ferias francas, dependiendo de los productos y los países.

Se habla que Argentina posee buenas oportunidades de ganar espacio en el mercado Asiático y también en el Africano (muy emergentes) y es ahí donde el **Know how de la Argentina para producir biomasa** (proteica, energética y fibrosa) representa una gran oportunidad para ganar espacio en productos alimenticios de inocuidad, calidad y trazabilidad certificada.

Se debe pensar que muchos de estos mercados no poseen cadena de frío, las casas normales no tienen equipos refrigeradores (heladeras, ni tampoco algunos comercios poseen). Estos países demandan productos a granel pero con denominación de origen y specialities con nichos de mercado, no ocupados por multinacionales, siendo los países de Europa Central como Alemania, Francia, Inglaterra e Italia, entre otros, quienes cuentan con la mejor tecnología en este aspecto y por ejemplo Italia y Alemania no cuentan con la materia prima necesaria para hacerlo y pueden ser potenciales socios del negocio de alimentos specialities de empresas mixtas (negocios compartidos).

No hay en el mundo un pa s que produzca a menos costo la prote na de soja que Argentina y tampoco el aceite y el biodiesel (existen muchos trabajos de econom a que avalan esta afirmaci n); por lo que est al alcance de la mano avanzar en VAO en esta cadena para llegar al mundo con productos de mayor valor unitario.

Paralelamente, otra gran oportunidad para Argentina es producir un reemplazo de energía fósil **por energ a renovable** (eólica y solar) y principalmente bioenergía a partir de efluentes o residuos orgánicos de actividad pecuaria intensiva (en franco crecimiento) que, correctamente utilizados, además de bioenergía ofrecen un **biofertilizante** que hoy en general es uno de los medios de contaminación ambiental de estos sistemas .

La Bioeconomía, la economía y la Biomasa y la bioenergía o la energía de la biomasa es para Argentina una gran solución para avanzar en el desarrollo agroindustrial de zonas que no cuentan con líneas troncales de electricidad ni gasoductos, pero sí con agua en el subsuelo, ríos y lagos y, habiendo energía solar y temperatura, hay fotosíntesis asegurada y, por lo tanto hay biomasa y posibilidad de generar biogás, bioelectricidad, biofertilizante, calor, CO_2 reutilizable. Por lo tanto, **habiendo energ a habr procesos industriales y desarrollo regional.** Solo faltan proyectos públicos/públicos/privados que revaloricen estos recursos. Además, el continente posee alta capacidad de viento y radiación para las energías renovables tradicionales y las nuevas de mayor eficiencia de aprovechamiento.

Por otro lado, hay grandes posibilidades de avanzar en el crecimiento de producción y uso de biocombustibles, como el etanol de caña de azúcar (tiene como techo de crecimiento la disponibilidad de agua para regadío del cultivo) y el etanol de grano de maíz/sorgo, con aumento del corte y el uso de bioetanol hidratado en motores flex en diferentes porcentajes.

La **burlanda seca y h meda** puede revolucionar positivamente con crecimiento exponencial la producción pecuaria y las Mini Destilerías, otra gran fuente de producción de carne bovina y etanol a muy bajo costo y en escalas accesibles para muchos productores y asociaciones puede ser la gran alternativa. También hay mucho potencial en el desarrollo de biorrefinerías en muchas provincias.

En el caso del **biodiesel** solo falta acelerar la aprobación de diferentes formas de uso para autoconsumo y allí tendremos un beneficio apropiable real para el sector productivo en origen. Hoy los fletes son muy costosos y el biodiesel es una alternativa; también constituye una opción viable para generar electricidad industrial en zonas con falta de electricidad o punta de línea. Como la agricultura, ganadería y la agroindustria de alimentos son dependientes de la energía, ésta debe ser rentable y competitiva; la energía fotovoltaica (paneles) y los molinos eólicos generadores que necesitan espacio físico, deben ser integrados al sistema agroalimentario y negocios enlazados.

También en estos aspectos de país energéticamente dependiente la **reconstrucci n de la Red Ferroviaria** es una alternativa de solución al alto costo de fletes y, por ende, de falta de desarrollo de las zonas productivas más alejadas de los puertos o zonas de consumo local. **Las inversiones estructurales de obra p blica y privada** como nuevos puertos, mayor calado en los existentes, más y mejores accesos a estos, salida al Pacífico, nuevas rutas, caminos, comunicaciones, nuevos aeropuertos, ferrocarriles, líneas troncales de electricidad, gasoductos y la apertura de nuevas Embajadas y Agregadurías Comerciales en varios países y regiones del mundo, lo cual significa aportes positivos, significativos, baja el llamado "costo argentino" y pone al país en otra categoría de desarrollo industrial con competitividad sistémica.

todas, maderas secas, hongos, gelatinas, aceitunas, semillas de legumbres, porotos secos, semilla de leguminosa, nueces, pistachos, casi todas las frutas secas, melones, papayas, frutillas en diferentes formas, manzanas en diferentes formas, legumbres, especias y aromáticas, maíz de diferentes formas, arroz de diferentes formas, garbanzos de diferentes formas, yuca y batata de diferentes formas, castañas y nueces de diferentes formas, dátiles, higos, lima, guayaba, otras, sandías frescas, te de diferente preparación, caña de azúcar de diferente forma de extrusado, aceite de oliva, sésamo, jojoba de diferentes formas, aceites mezcla, carne y otros productos de pollo, jamones de cerdo, paletas, carne de cerdo, carne de vaca, caviar, camarones, azúcar de remolacha y de caña, jarabes, glucosas, mezclas, cacao, chocolates d diferentes formas de preparación, productos panaderiles diferentes, pastas crudas, pastas rellenas, trigos industrializados, cebollas, mermeladas de frutas, mandarinas, limones, palmitos, arándanos, soja preparadas en conservas, tabaco, cigarrillos, productos de curtiembre, aceites esenciales, pieles de búfalo, cueros y pieles de equinos y bovinos y de reptiles, cuero de cabra y pieles, cuero de suelas y gamuza, pieles de zorro, residuos de seda, equipos de dispersión de líquidos, polvos, máquinas de carnicería, agropartes de procesos industriales de alimentos y bebidas, vehículos no propulsados mecánicamente, otros. Estos son solo algunos ejemplos de lo que se puede exportar con arancel cero a partir del 2018 a EE.UU. para mayor información "Listado de productos agroindustriales beneficiados del SGP en EE.UU."

4.3 Algunos impactos econ micos, sociales y ambientales esperados del Plan Estrat gico VAO

A lo largo de todo el documento se ha mencionado que Argentina es muy eficiente produciendo commodities agrícolas, con la última tecnología disponible; pero también se ha hablado sobre el gran potencial que representa el avance en el Valor Agregado en Origen en distintas cadenas agroalimentarias y agroindustriales. Actualmente, de las exportaciones agroalimentarias y agroindustriales, aproximadamente un 22 % cuentan con VAO; uno de los principales objetivos del Plan Estratégico es alcanzar un 37 % de VAO en 2028. Este incremento inicial representaría un fortalecimiento importante del desarrollo regional, fundamentalmente en zonas alejadas de los puertos; generación de más y mejor empleo en el sector y en actividades conexas; inversiones en infraestructura pública y privada; avances firmes en innovación científica y tecnológica; fortalecimiento de la institucionalidad pública y privada y de la articulación interinstitucional, entre otros aspectos.

En la construcción del Plan Estratégico VAO, como agregador de planes estratégicos sectoriales de las distintas cadenas agroalimentarias y agroindustriales, se definirán impactos y resultados esperados específicos, pero algunos de los efectos que pueden esperarse de este Plan tienen que ver, por ejemplo, con el valor de los productos exportados: l**os productos disponibles en g ndola derivados de ma z y soja, poseen un valor entre 20 y 30 veces superior al de los granos sin procesamiento**; el queso reggianito o el lomo bovino tienen un precio final en góndolas de mercados internacionales unas 23 veces superiores a los de las materias primas de las que provienen; o las galletitas dulces que alcanzan precios 50 veces superiores respecto al valor del trigo que le dio origen, vendido como grano equivalente.

Respecto al aspecto social, **industrializar en origen representa un incremento significativo de puestos de trabajo respecto al producto primario que le dio origen; en la cadena l ctea se estima un aumento 40 veces superior. Del mismo modo, en la cadena bovina un corte de carne envasado al vac o demanda 104 veces m s trabajo que el equivalente biom sico utilizado en la dieta vendida como *commodity*.** En estos ejemplos, se refleja la generación de trabajo y aumento de renta que necesitamos para que la adopción de nuevas tecnologías, en la producción primaria, no genere problemas de desplazamiento de puestos de trabajo, sino por el contrario, se transforme en el incremento de oferta de mano de obra para trabajar en la industrialización relacionada en la región.

Es necesario evolucionar y aprovechar las oportunidades que nos presenta un mundo demandante de alimentos y **el rumbo del esfuerzo se alado de VAO tiene un apasionante camino. Argentina Supermercado del Mundo de manera sustentable con orden sustentable.**

Se aconseja buscar en nuestra página web el trabajo publicado en marzo de 2017 sobre **"Evoluci n del Sistema Productivo Agropecuario Argentino"**, trabajo de INTA Manfredi con 122 páginas que indican cómo hacer valor agregado al menos en 18 de las principales cadenas agroalimentarias y bioenergéticas del país, con indicaciones y datos de temas transversales como asociativismo y el rol del primer estado desarrollador que son las intendencias de pueblos y ciudades del interior del área pampeana, NEA, NOA, Centro, Cuyo y Patagonia Argentina(http://cosechaypostcosecha.org/data/pdfs/downloads/LibroEvolucionSistemaProductivoAgropecuarioArgentino2017.pdf).

Algunos trabajos conjuntos entre Cancillería, Ministerio de Producción y Agroindustria referente a la apertura de mercados son alentadores en Asia, además de China, India, se avanzó en Vietnam, Tailandia, Filipinas, también recientemente se pudieron concretar acuerdos con Israel, con Rusia hay buenas relaciones comerciales y próximamente se firmará un acuerdo de libre comercio con la UE que involucra a 28 países de la UE y 4 del Mercosur; los acuerdos involucran los cierres de cupos de productos habilitados de economías regionales y también servicios.

Con EE.UU. hay trabas con Biodiesel, pero se acordó con los limones y se generaron acuerdos de libre ingreso para 500 productos alimenticios y bebidas con arancel cero, que al 2018 de concretarse las exportaciones podrían ser significativas, 700 M/U$S en franco crecimiento (ver referencia 11).

4.4 ¿Los productores argentinos est n motivados para encarar proyectos de agregado de valor a la producci n primaria?

Mayoritariamente si (60 %); esto está reflejado claramente en el segundo relevamiento del Índice de Confianza del Sector Agropecuario (ICSAgro) que construye el INTA, que dice que **el 60 % de los productores encuestados respondieron que estar an dispuestos a llevar adelante, individual o asociativamente con otros productores, inversiones para agregar valor a lo que producen (solo el 16 % dijo que no estar a dispuesto a hacerlo y el 24 % se mostr indiferente).**

Llegar a los mercados internacionales, con productos elaborados directos para la góndola, no es tan fácil como vender commodities; esto implica reforzar y ampliar las estrategias comerciales vía Agregadurías Comerciales en Embajadas claves, con orientación a la apertura de mercados agroindustriales/agroalimentarios, promoviendo todo tipo de actividad de promoción y facilidades de comercio en lo aduanero, financiero y normativas locales a cumplir en cada país, región o continente.

El camino está trazado, los alimentos serán el motor exportador de Argentina y de la región y la exportación de alimentos y bebidas elaborados, en la que las Pymes tengan una participación fundamental, debe representar una política de Estado; las grandes exportadoras y las grandes empresas también requieren de macro acuerdos internacionales pero son menos vulnerables que las Pymes Argentinas y requieren menos articulación con el Estado para lograr competitividad sistémica.

4.5 Conclusiones

Las regiones referentes en producciones agroindustriales del mundo plantean, como base fundamental, el desarrollo de la producción bajo premisas tales como: sustentabilidad, innovación, disminución del hambre, mitigación y adaptación al cambio climático y desarrollo territorial. En el caso particular de la Argentina, consideramos que este momento actual representa una gran oportunidad de aggiornarnos a este modelo, dado que existen áreas involucradas altamente desarrolladas.

En el caso de la agricultura, Argentina presenta una alta adopción de tecnologías de punta, lo cual implica un esfuerzo menor para alcanzar los máximos estándares internacionales. Por el contrario, la industria de alimentos, necesita de políticas de Estado claras y consistentes que permitan desarrollar el sector. El Estado debe desburocratizar los trámites de las empresas agroalimentarias y agroindustriales, también las mejoras involucran a las líneas de investigación aplicadas planteadas y definidas, con objetivos específicos para el desarrollo de mercados internacionales que estudien y definan previamente dichos objetivos. Para ello, es necesario mantener coherencia y coordinación en las acciones que implique este desarrollo de modelo agroalimentario nacional, las cuales deben ser el resultado de una planificación estratégica de sistema holístico. Como actores estratégicos del Estado, desde el INTA debemos ser responsables de aportar los conocimientos y herramientas necesarias para mejorar la calidad de vida de nuestra población mediante el desarrollo de sistemas de producción integrales y sustentables. En Argentina existe una alta potencialidad innovadora que, con ayuda del Estado, debe transformarse en emprendedurismo de empresas Pymes de base tecnológica que generan trabajo y arraigo.

Argentina tiene muy buenas oportunidades de cambiar positivamente la sustentabilidad como país y seguramente debería ser en el 2028 un jugador importante como "Supermercado del mundo" **y exportar la cosecha r cord en lugar del 22 % de industrializaci n o agregado de valor de su producci n exportarlo con un 35 40 % de industrializaci n de g ndola en el a o 2028;** con esto el país comenzaría a salir de la comoditización, aumentaría el PBI y el empleo, y generaría el crecimiento y el desarrollo necesarios para un país sustentable como nos merecemos todos los argentinos.

El país requiere un **"Plan Estrat gico VAO 2018/2028",** paraguas que englobe, articule y relacione diferentes planes estratégicos de las cadenas agroalimentarias de mayor impacto económico, social y ambiental. Existen modelos exitosos para imitar en cada una de las principales cadenas agroalimentarias de Argentina, que pueden sinergizarse con políticas públicas para una Argentina Agroalimentaria Competitiva; todo a través de políticas de Estado con grandes acuerdos. Luego, en cada pueblo, ciudad, provincia y región se le dará un matiz diferente de acuerdo a la realidad que cada línea política sea capaz de captar y que cuente con apoyo del electorado; pero no hay margen para estar sin macro planificación estratégica, un plan estratégico 2018/28 de desarrollo del país en base a la idea madre "Argentina Supermercado del Mundo". Resulta indispensable trabajarlo consensuadamente; **las pr ximas generaciones de argentinos agradecer n haber sumado para un pa s sustentable en lo econ mico, ambiental y social con viabilidad, equidad y tolerancia 2018/28.**

Argentina con la propuesta y meta de pasar del 22 % de las t de industrialización de Materia Prima en 2017 al 35/40 % de dichas t (t de 2017) en 2028, puede duplicar su valor exportable e incorporar los puestos de trabajo necesarios para el pleno empleo generando Pymes asociativas con desarrollo vertical, competitivas y sustentables. En un mundo muy globalizado y con mucha incertidumbre, lo único que puede garantizar algo de certidumbre es el conocimiento y la institucionalidad, por lo tanto las mejores y mayores inversiones económicas y de RR.HH deben canalizarse en CyT, educación, fomento de las innovaciones y fortalecimiento institucional público y privado y su articulación; cuestiones que merecen una planificación como mínimo a 10 años y eso es lo que se pretende explicar en este trabajo.

4.6 Propuesta simplificada de un Proyecto Nacional VAO del INTA

Misi n del Proyecto VAO del INTA

Consolidar al INTA a largo plazo en el centro del objeto de Super Mercado del Mundo.

Visi n del Proyecto VAO del INTA

Que las acciones del INTA contribuyan para que en el año 2028 la Agroindustria de Argentina incremente las exportaciones VAO del 22 a 37 %.

Objetivos estrat gicos del proyecto VAO del INTA

- Generar de manera sostenida nuevos puestos de trabajo en los territorios, y en consecuencia se fortalezca el arraigo y la ruralidad.
- Integrar en los territorios a los municipios y los parques industriales, con la gestión de las empresas y del impacto ambiental.
- Aplicar las buenas prácticas de producción y manufactura que permitan (en cada cadena agroindustrial) la certificación y denominación de origen, de los atributos necesarios de inocuidad y calidad que demandan los mercados, la trazabilidad y el tránsito federal de los productos.

- Articular con Municipios, Provincias y el Gobierno Nacional políticas públicas que favorezcan el desarrollo de Pymes Agroindustriales / Agroalimentarias. Políticas financieras impositivas, laborales, infraestructurales, educativas, formativas de RR.HH. y la búsqueda de acuerdos para mercados.

Estrategias del proyecto VAO del INTA

- Seleccionar e integrar a 100 personas para que luego de la capacitación constituyan un equipo de objetivos comunes, respaldados por decisiones que constituyan Políticas de Estado.
- Capacitar intensivamente durante 30 días con clases presenciales y luego permanentes en temas técnicos de crecimiento vertical de cadenas; formar un equipo (con enfoque de cadena agroindustrial) en tecnologías para la transformación de los granos, de la fruti-horticultura, de los cultivos industriales y la producción de bioenergía, entre otros tantos temas puntuales de cadenas.
- Capacitar a los integrantes del equipo en temáticas transversales como: mercados, asociativismo, organización de las Pymes para la gestión de los procesos VAO (cámaras, federaciones, cadenas, cluster, etc.) y para implementar procesos colectivos de Innovación e Integración a fin de agregar valor con escala y competitividad. El programa de capacitación deberá contener la intervención de muchos técnicos pragmáticos de experiencia y trabajo local y también del exterior (ya que existe una gran brecha agroindustrial y agroalimentaria entre Argentina y algunos países de Europa Central como Alemania, Italia, España o en algunos estados de EE.UU. como ser California), lo que permitiría ganar tiempo "tecnológico y metodológico" y elevar el plafón de los cambios que se pretende encarar con éxito. Para aumentar el grado de convencimiento del equipo durante el corto tiempo de capacitación, se invitarían a los casos exitosos que existen en cada cadena para narrar autocríticamente cómo llegaron a ser Pyme agroalimentaria exitosa y prospectiva, esto también incluiría visitas y viajes de alto contenido descriptivo, con aterrizaje sobre los problemas y búsqueda de soluciones que se deben enfrentar para lograr Pymes agroindustriales y agroalimentarias sustentables y sostenibles en lo económico, social y ambiental.
- Intervenir con los actores del equipo en los territorios, cuya metodología de trabajo será muy concreta y sostenida en los ejemplos exitosos relevados por cadena.
- Desde la sede central del proyecto generar las macro directivas y el seguimiento, utilizando nuevas tecnologías comunicacionales y herramientas de transferencia y asesoramiento de relaciones públicas/privadas y públicas/públicas, éstas últimas en los aspectos científicos tecnológicos como así también en lo político, social y económico, políticas de Estado y acciones del Estado que favorezcan el desarrollo de Pymes asociativas desde lo primario hasta las góndolas del mundo.
- El producto esperado en el corto plazo será la concientización de productores, empresarios Pymes, educadores, científicos, gobernantes municipales, provinciales y nacionales sobre la necesidad de sumar esfuerzo e inversiones detrás de la rápida transformación, con orden territorial y social desde un país excedentario en materia prima insustentable a un país sustentable proveedor e innovador de agroalimentos de diferentes grados de elaboración y agregado de valor. Donde puedan co-existir sinergizados empresas de diferentes escalas y grado tecnológico, utilizando herramientas de asociativismo y una intervención estratégica del Estado con fuerte e inteligente relacionamiento público/público y público/privado que facilite la inclusión y la generación de puestos de trabajo genuino, siendo la base del cambio los procesos educativos, la formación de RR.HH con demanda laboral programada para un país de objetivos distintos, agropecuario, agroindustrial y agroalimentario del primer mundo con productos en góndolas globales con "marca argentina".

Agradecimientos por los aportes t cnicos realizados al trabajo

- Lic. María Soledad Puechagut, INTA – Instituto de Estudios Sociales del CICPES
- Ing. Agr. José María Méndez, INTA A.E.R. Totoras
- Ing. Agr. Fernando Ustarroz, INTA E.E.A. Manfredi
- Ing. en Alim. M.Sc. Cecilia Accoroni, INTA A.E.R. Totoras
- Ing. Agr. M.Sc. Nicolás Sosa, INTA E.E.A. Manfredi
- Ing. Agr. M.Sc. Diego Mathier, INTA E.E.A. Manfredi
- Ing. Agr. Marcos Bragachini, INTA E.E.A. Manfredi
- Ing. Agr. Alejandro Saavedra, INTA A.E.R. Justiniano Posse
- Ing. Agr. M.Sc. Diego de la Torre, INTA E.E.A. Balcarce
- Ing. Agr. M.Sc. Mario De Simone, INTA E.E.A. Salta
- María Elena Eugeni – Secretaría Técnica, INTA E.E.A. Manfredi.

5. Anexo primero

Maquinaria agr cola de baja y alta complejidad: sector con fuerte articulaci n p blico/privada que merece evoluciones hacia la mecanizaci n de alta complejidad y hacia la fabricaci n interrelacionada globalmente, hacia la mecanizaci n de procesos agroalimentarios de ltima generaci n (innovaci n y un estado facilitador).

En Argentina se habla mucho de la imposibilidad de lograr acceso a mercados de productos de valor agregado, debido a la alta competitividad global que existe en esos mercados, pero una cadena fuertemente relacionada al sector agropecuario, como lo es **la maquinaria agr cola de baja y alta complejidad, lleg a evolucionar en las exportaciones**; pasando de 10 M/U$S en el año 2003 a 280 M/U$S en el año 2014 y eso representa nada menos que el equivalente a 20 puestos de trabajo directos en terminales y otros tantos indirectos por M/U$S exportado (40 puestos de trabajo directos/indirectos por cada millón de U$S facturado en el exterior). Las exportaciones fueron realizadas sobre una base de Know How que ofrece el INTA sobre Siembra Directa, Silo Bolsa, Agricultura de Precisión, Eficiencia de Cosecha de grano y forraje, nada menos que en 25 países y proveyendo bolsas plásticas para silos a 40 países.

Exportar maquinaria agrícola requiere mucha articulación público/privada, Embajadas, Cancillería, Ministerios Provinciales y Nacionales y, en este caso, las Cámaras (CAFMA) y Centros Tecnológicos (CIDETER, en lo normativo INTI/IRAM) junto al INTA (con el knowhow agropecuario agroalimentario), con un plan estratégico y objetivos claros. Esta es otra cadena en la que el esfuerzo del sector empresarial, en conjunto con el de los distintos niveles de gobierno y organizaciones vinculadas, logró alcanzar fuerte competitividad internacional, que en los últimos años fue difícil de sostener dado que no fue acompañada por el valor del tipo de cambio. Esta cadena de valor demostró que es posible encontrar y desarrollar nichos de mercados y perforar el blindaje de las multinacionales, con marcas y marketing que parece imposible competirles como son John Deere, Case/New Holland, Agco, Claas, Kubota, Landini, Argos, etc.

Mirando hacia el futuro esta cadena de valor agroindustrial metalmecánica está lentamente sufriendo cambios, para producir máquinas más auto regulables y casi autónomas en su conducción, con asistencia electrónica y conectividad "online" con base de procesamiento de datos. Nuevos sensores que revolucionarán lo conocido comenzando la verdadera robotización de la producción de alimentos desde el lote a las góndolas. En ese aspecto tecnológico la fuerte y eficiente articulación público/privada entre INTA, Ministerio de Ciencia y Técnica, INTI, Universidades, Centros Educativos intermedios formales y no formales y algunos centros tecnológicos como CIDETER, ADIMRA y varios más con las Cámaras nacionales como CAFMA, CAMAF y otras provinciales y Cancillería de la Nación con el importante apoyo del Ministerio de Agroindustria, Producción, Comercio e Industria lograron poner al sector competitivo creciendo en la demanda laboral.

6. Anexo segundo

6.1 Plan estrat gico vitivin cola argentina 2020

Implementaci n del plan

El Plan Argentina Vitivinícola 2020 crea una red que incluye a todos los actores privados y públicos comprometidos con el desarrollo de la vitivinicultura y que realizan acciones estratégicas.

Esta red funciona bajo la coordinación programática de una Organización de Interés Público gestionada por el propio sector y con la siguiente lógica presentada en la figura 3:

Es importante comprender que el Plan:

- Es un ámbito de planificación, coordinación y de acción colectiva.
- No crea burocracia, sino que busca optimizar la acción de todas las organizaciones ya existentes y de las empresas a través del trabajo en red.
- Es un ámbito para acercar las necesidades y obligaciones de los sectores empresarial y estatal, productivo e industrial, generadores y usuarios de innovación.
- Tiene una base de participación democrática y respetuosa de las necesidades de todos los sectores.
- Expresa la iniciativa del sector privado organizado.
- Da sentido a las políticas de desarrollo sectorial de largo plazo.
- Construye el consenso sobre la base del respeto por la autoridad de los argumentos.



Figura 3: Esquema de implementaci n del Plan Argentino Vitivin cola 2020. Fuente: COVIAR.

7. Anexo tercero

Derrame: ¿cu ntos U$S dej la ltima cosecha?

Las cosechas récord en Argentina no son sinónimo de mayor exportación e ingreso de U$S. Además está claro que se debe exportar 2,6 t de maíz para que ingrese igual cantidad de U$S respecto a una tonelada de soja, por lo tanto se debe hablar de U$S en lugar de t cuando se expresa crecimiento comparativo.

Un informe del Instituto Argentino de Análisis Fiscal (IARAF) proyecta que, a raíz de la caída de precios internacionales, el valor bruto de la producción argentina se redujo 2,3 %.

El campo argentino logró una cosecha récord de granos en la campaña 2016/17, pero la baja de los precios a nivel internacional hizo que el valor bruto de la producción estuviera 2,3 % por debajo del ciclo anterior.

A esta conclusión llega el informe, realizado sobre la base de las estimaciones oficiales que indican una producción récord de 133,37 M de t, contemplando los siete principales cultivos: soja, maíz, trigo, girasol, sorgo, cebada y maní.

Sin embargo, esta cosecha histórica no estuvo acompañada por los precios que, por el contrario, se redujeron sensiblemente para los tres granos que explican más del 70 por ciento de la producción: 6,5 por ciento para trigo, 7,1 por ciento para soja y 10,2 por ciento para maíz.

Así, tomando como parámetro el valor FOB para los principales meses de comercialización, el IARAF calcula que la campaña agrícola 2016/17 estaría dejando unos 35.150 M de U$S, lo que significa 828 M de U$S menos que el ciclo anterior.

Además, en perspectiva histórica, el aporte de U$S del último ciclo podría considerarse "modesto", en relación a lo que fueron, por ejemplo, los ciclos 2010/11, 2012/13 y 2013/14, cuando se superaron los 40 mil M de U$S.

Por cultivos, la soja es el verdadero "oro verde", ya que generó por sí sola 20.185 M de U$S en la última campaña, aúnque cae 13,1 por ciento en relación a la anterior. Los cereales en cambio, crecen notoriamente: el maíz 11,7 por ciento hasta 7.930,5 M de U$S y el trigo, 52,2 por ciento, hasta 3.444,2 M de U$S. El maní es el cuarto cultivo con mayor aporte de U$S: 1.367,3 M.

8. Anexo cuarto

8.1 Prepararse para mercados agroalimentarios cada d a m s exigentes.

C mo deber n ser los alimentos que ser n requeridos en las pr ximas d cadas

Es difícil asegurar cuáles serán las premisas básicas alimentarias al 2030, pero la Comisión Europea de investigación y de desarrollo de alimentos indica algunos lineamientos en los siguientes aspectos:

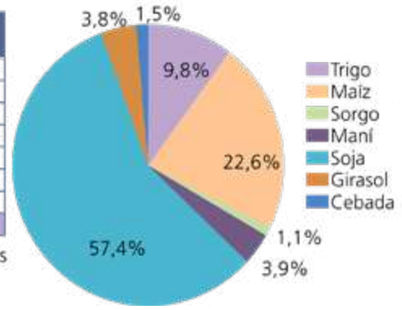
- **Nutrici n y Salud:** Mejorar la distribución de alimentos, garantizar la alimentación de los países subdesarrollados y disminuir la obesidad de la población desarrollada. "Seguramente aquí también se deberá tener en cuenta temas como el problema del uso indiscriminado de antibióticos en los alimentos, principalmente proteína animal y la resistencia creciente de las bacterias a los antibióticos". También la aparición en el mercado de las carnes sintéticas y los alimentos nutracéuticos.
- **Clima y Sostenibilidad:** Reducir en los procesos de producción e industrialización un 30 % la emisión de CO_2; para ello se sugiere el reemplazo de energías fósiles por energías renovables, huella de carbono.
- **Eficiencia de los recursos y circularidad de los sistemas:** Disminuir los desechos de alimentos que hoy representan 1/3 de los alimentos producidos, es decir, no se necesita producir mucho más, sino garantizar un buen manejo de cosecha, postcosecha y alargar la vida útil de los alimentos mediante el uso de tecnologías adecuadas para preservarlos. La trazabilidad representa una herramienta fundamental para ese punto.
- **Innovaci n y emprendimiento de las comunidades:** Desarrollar tecnologías e innovaciones que permitan garantizar trabajo a las futuras generaciones dentro de negocios que involucre la Bioeconomía orientada a los aspectos sociales.

Figura 4: VBP Agr cola Nacional. Campa a 2016-2017 vs 2015-2016 en M de U$S, variaci n interanual y participaci n % de cada cultivo en 20106-2017.

VBP Agrícola Nacional. Campaña 2016-17* vs 2015-16. en millones de u$s, Variación interanual y participación % de cada cultivo en 2016-17.

	Campaña 2015 - Campaña 2016		
	16	17	Var%
Trigo	2.263,2	3.444,2	52,2%
Maiz	7.100,3	7.930,5	11,7%
Sorgo	480,6	380,1	-20,9%
Soja	23.234,4	20.185,0	-13,1%
Girasol	1.140,5	1.322,2	15,9%
Cebada	786,8	520,5	-33,9%
Maní	971,5	1.367,3	40,7%
Total	35.977,4	35.149,6	-2,3%

*Valores estimados



Fuente: Agrovoz (http://agrovoz.lavoz.com.ar/agricultura/derrame-cuantos-dolares-dejo-la-ultima-cosecha)

Desaf os actuales de los alimentos:

- Suministro y producción más compleja.
- Productos alimenticios más elaborados.
- Cadenas de suministro más extensas.
- Nuevas restricciones impuestas por los requisitos "just in time".
- Aumento del nivel de protección.
- El sector alimenticio se ha convertido en un sistema más confiable y atractivo que el financiero, esto indica posibles inversiones en el sector.

Tendencias en los alimentos:

- Producción Sustentable
- Gluten free
- Alergen free
- NO - OGM
- Nutracéuticos

Nichos de mercado:

- Productos diferenciados
- Alto nivel de exigencia
- Mercado segmentado

Oportunidades del sector:

- Adaptación a los niveles de mercados alimenticios.
- Desarrollo de economías circulares en la región: Bioeconomía, Biorrefinería, Bioenergía.
- Contratos con productores por producciones NO – OGM
- Producción de alimentos específicos, tanto para alimentación animal como humana.
- Investigación, experimentación, plantas piloto y validación de nivel de aceptación.

Dentro de la evolución respecto de los alimentos y su inocuidad, las regulaciones políticas en gestión y control de alimentos en algunos países ya, por ejemplo en Chile se incorporó un "octágono negro" de advertencia que debe ir etiquetado en los productos alimenticios denominado "nutrientes críticos" por su valor de sodio, azúcar, edulcorante, grasas, energía y calorías, con parámetros sujetos a ajustes para bajar los límites actuales en los próximos 3 años. Por ahora buscan enfocar este tema a los "peligros químicos", dado que la industria tiene más dominio sobre las bacterias y los "peligros biológicos" a partir de la implementación de (BPM) sistemas de punto crítico de control. Cuando se habla de puntos críticos o peligros químicos, la inocuidad en alimentos apunta a micotoxinas, metales pesados, residuos de medicamentos veterinarios y de pesticidas. Por ahora se habla de controles en las industrias alimenticias, pero a nivel país ya se habla de líneas de trabajo en genuidad de origen para mieles, aceites de oliva, vigilancia sobre conservas, productos libres de gluten, chacinados y microbiológicos "BPM" trazabilidad y control desde origen en los alimentos.

Todas estas orientaciones fundamentalmente pensadas para un país de 43 M/habitantes, 60 M/t de soja, hoy 84 % exportada como diferentes commodities y muy poca transformada en alimento humano directo. Esto genera una gran oportunidad para todos los argentinos y la meta tiene como objetivo un gran cambio de matriz productiva con mucha inversión privada apoyado por un Estado presente en lo estratégico de las medidas que favorezcan el cambio, pero con un fuerte apoyo de seguimiento y apoyo tecnológico de las instituciones integradas y comprometidas con el nuevo sistema y matriz productiva, que sacará adelante al país es mejor tiempo posible generando puestos de trabajo y estratégico que agreguen valor a nuestra abundante materia prima que hoy la producimos y exportamos con un valor comoditie, que hace inviable económica y socialmente a la Argentina del 2018 y que es el resultado del accionar de al menos las últimas 2 décadas.

9. Anexo quinto

Tabla 9: El 46 % de las exportaciones de Arg. son granos, harinas, aceites y otros subproductos. (M/u$s)

	Año 2016
Exportaciones nacionales totales	57.737,0
Complejo oleaginoso más otros granos y subproductos	26.504,4
Complejo Oleaginoso	19.292,6
Compejo soja	18.553,1
Complejo girasol	739,5
Otras exportaciones de granos y derivados	7.211,8
Complejo Maiz	4.236,7
Complejo Trigo	2.071,9
Complejo Cebada	599,7
Complejo Arroz	212,5
Complejo Sorgo	90,9
% del Complejo oleginoso respecto total nacional	33%
% de granos, harinas, aceites y subproductos sobre total nacional	46%

Fuente: INDEC. Intercambio Comercial Argentina

Tabla 10: Dos de cada 3 u$s generados por las exportaciones es obtenido gracias al campo y la agroindustria (M/u$s)

	Año 2016
Exportaciones nacionales totales	57.737,0
De productos primarios menos minerales metalíferos, escorias y cenizas	14.665,9
Manufacturas de Origen agropecuario (MOA)	23.339,0
Total exportaciones productos primarios y MOA	38.004,0
% productos primarios y MOA respecto del total nacional	66%

Fuente: INDEC. Intercambio Comercial Argentina

Para tener un panorama del grado de primarización de las exportaciones argentinas, se recurre a un resumen y comentarios que hace la Bolsa de Cereales de Rosario "BCR", con datos de las exportaciones argentinas del 2016.

Durante el 2017 la Balanza Comercial fue de 8.472 M/U$S negativa. Sólo el complejo trigo, maíz y carne bovina pudieron salvarse de la caída de los valores exportados.

Las exportaciones en el año 2013 fueron de 81.600 M/U$S y el promedio de los 3 años (2015/2016/2017) fueron de 57.700 M/U$S, lo cual indica que Argentina viene cayendo en sus exportaciones en 23.900 M/U$S respecto a la época donde los comodities tenían un valor superior. "Comentarios del analista económico Salvador Distéfano".

Tabla 11: Exportaciones argentinas complejo soja 2016

Producto	Monto FOB en u$s
Harina y "pellets" de la extracción del aceite de soja	9.969.670.882
Aceite de soja en bruto, incluso desgomado	3.966.803.680
Porotos de soja excluidos p/siembra	3.211.128.211
Biodiesel	1.239.560.254
Aceite de soja refinado, en envases	133.922.729
Porotos de soja para siembra	22.174.291
Harina de poroto de soja	3.826.141
Aceite de soja refinado, excluido en envases	3.780.712
Aceite de soja ncop.	1.328.587
Tortas y residuos sólidos del aceite de soja	917.657
Salsa de soja en envases	19.504
Proteínas de soja sobre base seca	3.501
Total	18.553.136.149

Fuente: Indec.

Tabla 12: Exportaciones argentinas complejo ma z 2016

Producto	Monto FOB en u$s
Maíz en grano	4.129.275.161
Maíz /siembra	55.752.191
Aceite de Maíz en bruto	21.676.958
Almidón de Maíz	13.676.150
Granos perlados o triturados de Maíz	8.691.750
Harina de Maíz	5.227.101
Grañones y sémola de Maíz	929.883
Maíz dulce fresco o refrigerado excluido p/la siembra	806.532
Maíz dulce fresco o refrigerado p/siembra	550.858
Maíz dulce excluido fresco o refrigerado	155.840
Total	4.236.742.424

Fuente: Indec.

Tabla 13: Exportaciones argentinas complejo trigo 2016

Producto	Monto FOB en u$s
Trigo y morcajo, excl.trigo duro y p/siembra	1.838.343.977
Harina de trigo	178.353.290
Trigo duro excluido p/siembra	29.336.659
Grañones y sémola de trigo	11.507.746
Salvados y residuos de trigo excluidos moyuelos	7.192.897
Almidón de trigo	5.674.380
Gluten de trigo incluso seco	1.449.000
Trigo bulgur en grano o en forma de copos	30.530
Trigo y morcajo p/siembra excluido trigo duro	22.107
Moyuelo de trigo	11.705
Trigo duro p/siembra	4.729
Total	2.071.927.020

Fuente: Indec.

BCR: pone un gran título en una completa nota sobre datos de exportaciones del INDEC del 2016: "El 46 % de las exportaciones de Argentina son granos, harinas, aceites y otros subproductos".

En el desglose del análisis indica que, uno de cada tres U$S exportados en el 2016 fueron aportados por la soja y el girasol.

Que dos de cada tres U$S que entran por exportaciones, lo genera el campo más la agroindustria y la piscicultura (66 %). Que el 17 % de las exportaciones argentinas son harinas y pellets de soja, siendo el principal rubro de exportaciones. Que el maíz aportó en el 2016 el 7 % de las divisas por exportaciones y el trigo el 3,5 % (es importante aclarar que los dos rubros en el 2016 bajaron sus aranceles de exportación a cero y en el 2017 mejoraron porcentualmente su participación y porcentualidad.

En el caso del trigo 2017/18 produjo 17,5 M/t con un área sembrada de 5,43 M/ha y el maíz en el área de siembra de 2016/17 fue de 4,9 M/ha y la producción de 36 M/t en la campaña 2017/18 se sembró 9,8 % más de maíz, pero por la sequía las estimaciones indicarían 39,9 M/t estando la cifra en suspenso.

Como conclusión el 33 % de las exportaciones son generadas por el complejo oleaginoso (soja y girasol).

El 66 % de las exportaciones (38.000 M/U$S) las genera el campo más agroindustria y piscicultura (pesca). Tabla 10.

La piscicultura aporta 1.679 M, el resto (36.325 sobre 38.000) surge de la venta al exterior de productos primarios del campo (agricultura y ganadería) y bienes manufacturados por la agroindustria.

En los 38.000 M/U$S están imputados los productos primarios, sin procesar y los industrializados "MOA's".

El 17 % de las exportaciones de Argentina son generadas por las ventas al exterior de harina y pellets de soja, siendo el principal rubro de exportación de nuestro país (ver Tabla 11).

Los 4 productos principales de la cadena soja (harina, poroto, aceite y biodiesel) representan el 31,8 % de las exportaciones totales argentinas.

Como otro punto a considerar es que el maíz es importantísimo y aporta el 7 % de las divisas de exportación. Sin embargo, aún nos falta mucho para poder obtener un buen ingreso de U$S exportando valor agregado en esta cadena; la tendencia de los últimos dos años es buena en la transformación de carne bovina y principalmente en cerdo, la cadena aviar está en una meseta y con un crecimiento en silaje de maíz con destino a producción de leche.

El trigo viene avanzando y crece después de la quita de algunas retenciones, en el 2016 aportó el 3,5 % de las exportaciones de Argentina.

En la Tabla 13 puede apreciarse que las exportaciones de todo el complejo de trigo en el 2016 fue de 2.071 M/U$S, un 3,5 % del total nacional (en el 2016/17) creció la producción a 14,9 M/t y las exportaciones crecieron y la representatividad del trigo también; es importante ver que las harinas de trigo es el segundo rubro exportado 0,178 M/U$S y que creció este rubro en 2017 principalmente a Brasil.

Conclusiones:

Todo este análisis no hace otra cosa que revalorizar la importancia relativa que posee el campo y su agroindustria en las exportaciones totales de un país, que necesita un cambio de matriz productiva exportadora, donde el valor de la tonelada se incremente a partir de la materia prima "con trabajo argentino incorporado en origen" con amplia territorialidad; en los últimos 3 años se exportaron menos automóviles, se exportó menos maquinaria agrícola, menos minería, menos siderurgia, menos petróleo, menos MOA's, o sea menos trabajo argentino, esto es preocupante ya que se pierde diversidad exportadora, volumen económico y puestos de trabajo y también se producen problemas de balanza comercial, la posibilidad de ampliar las importaciones de bienes de capital y tecnología que permitan mayor productividad.

Unos 5 ó 6 años atrás se veía con sería preocupación que la matriz exportadora argentina se explicaba en un 55 % por el complejo primario, las MOA's y la piscicultura, definiendo como un país atrapado en los comodities y llamativamente en 2016 la BCR ve como una noticia favorable que las exportaciones totales hayan caído en 2016 un 29,3 % menos respecto al 2013 y que la preocupante primarización de la economía sea noticia destacada.

Tampoco se hace mención a la balanza comercial, sólo positiva en 2.128 M/U$S en que se contrasta con la negativa en 2.969 M/S del 2015, no se aclara en el trabajo que el dato tenía unos 8.000 M/U$S de grano retenido por productores y exportadores por las elecciones del final del 2015, donde cualquiera fuera el resultado electoral ocurriría devaluación; esta realidad disminuyó el déficit comercial argentino del 2015 e incrementó artificialmente el superávit de balanza comercial del 2016.

La balanza comercial llegó en el 2017 a 8.472 M/t de granos negativa, siendo récord, lo cual llamativamente coincide con un volumen récord de producción de grano.

Argentina no puede superar fácilmente los 150 M/t con la proporcionalidad de soja existente, para hacerlo complica la sustentabilidad de los recursos naturales y otras complicaciones sociales, por lo tanto el camino para aumentar las exportaciones es industrializar y transformar la materia prima, "evolucionar" en el porcentaje de fibra, proteína vegetal exportada como comoditie (grano o MOA's de muy bajo valor y trabajo incorporado) a productos de mayor complejidad, como ser primarios especialitis, productos de procesos innovadores de industrialización, productos de consumo animal especiales diferenciados, productos de alto valor alimenticio de consumo directo como productos de góndola o carnes trozadas y certificadas para diferentes mercados, alimentos de consumo directo diferenciados.

Estos cambios permitirían evolucionar de un promedio de tonelada exportada de 812 U$S/t a 1.200 ó 1.300 U$S/t, más cerca del valor de la tonelada que importamos 2.100 U$S/t.

Esta diferencia conlleva mucho trabajo que importamos y también implica muchas oportunidades de agregar valor y trabajo a nuestra materia prima, o sea una falta de aprovechamiento de las oportunidades que ofrece nuestro país para solucionar su problema económico. El Presidente Mauricio Macri acertadamente afirma que es difícil hacer sustentable a un país que compra más de lo que vende.

Argentina tiene la solución entre las manos; dado que entre un comoditie y un producto de góndola o proteína animal teniendo en cuenta el nivel de industrialización y el de conversión, el precio del producto puede variar entre 3 y 10 veces su valor y en el caso de los granos el valor puede variar, según en qué carne se transforme para exportación se puede incrementar de 6 a 12 veces el valor del grano respecto a una carne exportada.

Por lo tanto, si Argentina exporta materia prima alimenticia que en destino la procesan y/o transforman para alimentar a 400 M/habitantes, o sea 10 veces más que lo que consumimos y su valor es de 38.000 M/U$S, del que se habla en este trabajo de exportación (agropecuario + MOA's + piscicultura), lo multiplicamos por un incremento de valor promedio de 5 veces, tendríamos la friolera suma de un potencial negocio de 190.000 M/U$S, pero supongamos que de los que hoy exportamos como comodities sólo industrialicemos el 50 %, el negocio de exportación sería de 95.000 M/U$S, que sumado a los otros rubros exportables llegaríamos a superar los 110.000 M/U$S de exportación coincidente con el cálculo realizado por el Plan Estratégico 2010/2020, donde se hablaba de un pasaje del grado

Cómo se realiza el agregado de valor en origen

PRODUCCIÓN PRIMARIA

En el primer eslabón de la cadena se producen las diferentes materias primas. El agregado de valor comienza desde la siembra de un cultivo con la aplicación de buenas prácticas que aseguren sustentabilidad y eficiencia productiva y la trazabilidad del proceso que se realizará.

INDUSTRIALIZACIÓN DE PRIMER ORDEN

Es la primera etapa de procesamiento o transformación de cualquier materia prima. Se obtienen productos de consumo humano y animal y subproductos que se utilizan como insumo en la industrialización secundaria.

TRANSFORMACIÓN EN PROTEÍNA ANIMAL

La incorporación de procesos que permiten la transformación de proteína vegetal (granos) en proteína animal permite darle valor a los granos generando mano de obra y disminuye el costo del flete.

PRODUCTOS DE PROTEÍNA ANIMAL

REFERENCIA DE LOS EJEMPLOS

- Maíz
- Soja
- Trigo

Fábrica de alimento balanceado
Puede ser de un único dueño o de varios socios que elaboran su propio alimento.

El maíz es la fuente de energía para la formulación de diferentes dietas pecuarias.

El expeller y la harina de soja son una fuente de proteína en el balanceado.

Se utilizan los subproductos de la industria molinera de trigo.

Producciones pecuarias intensivas

- Cerdos
- Pollos
- Bovinos

Agricultura de precisión

Desde el campo se pueden cosechar los granos y diferenciarlos según el destino industrial.

Fertilizante orgánico

Planta de biogás
Producción a partir de residuos pecuarios, subproductos industriales y cultivos directos.

Desechos pecuarios

Desechos frigoríficos

Planta de bioetanol
Se elaboran biocombustibles para participar del corte con las naftas y se generan subproductos para usos pecuarios.

Para corte y sustitución de importación.

Biodiesel para corte, autoconsumo y exportación.

Se puede elaborar etanol con trigo de baja calidad.

MATERIA PRIMA

Establecimiento de molienda
Procesamiento de granos para obtener productos de consumo humano e insumos para industrialización de segundo orden.

PRODUCTOS DE PRIMERA INDUSTRIALIZACIÓN

- Polenta, cereal de desayuno, sopas. Aceite, gluten, etc.
- Productos proteicos, texturizados, leche de soja. Aceite y lecitina.
- Harinas diferenciadas, integral y premezclas de harinas de trigo.

ASOCIATIVISMO
A medida que se avanza en la cadena de valor, aumenta la mano de obra y el nivel de rentabilidad. El asociativismo de los productores primarios en distintos eslabones de la cadena permite mayor participación de la renta y de las decisiones sobre la trasformación y comercialización de sus productos.

Con el apoyo del Ministerio de Agroindustria de la Nación, el INTA impulsa la transformación de los granos en productos y subproductos con más valor agregado. Esto profundiza el desarrollo de las cadenas agroalimentarias presentes en los territorios

INDUSTRIALIZACIÓN DE SEGUNDO ORDEN

A partir de un insumo que ya tuvo un grado de industrialización, se generan productos alimenticios de consumo directo. La promoción del asociativismo y la participación del municipio son fundamentales para facilitar el acceso de los productores primarios a esta etapa.

MARCA PROPIA

DESTINO FINAL

El valor agregado favorece las exportaciones y mejora la oferta en el mercado interno.

Exportaciones

Frigorífico
Es conveniente que los productores participen en forma asociativa

El agregado de valor responde a las demandas de los mercados.

Parque industrial
Ordenamiento territorial de las empresas que agregan valor.

PRODUCTOS DE SEGUNDA INDUSTRIALIZACIÓN

Desechos pecuarios

Desechos frigoríficos

Bioelectricidad
La generación de energía eléctrica a partir de residuos pecuarios permite el autoabastecimiento y la contribución a la red urbana.

Subproductos(por ej. en maíz: anhídrido carbónico -CO_2)

Mercado Interno

- Golosinas, edulcorantes, bebidas gaseosas, bioplásticos, etc.
- Extensores cárnicos, sopas, panificados, adhesivos, cosméticos, etc.
- Pastas frescas y secas, panificados industriales, galletitas, repostería fina, etc.

PARTICIPACIÓN INSTITUCIONAL
El entramado social y productivo es clave para el desarrollo de la cadena de agregado de valor. El trabajo conjunto del gobierno (municipal, provincial y nacional), las escuelas técnicas, el INTA, ciencia y técnica e instituciones intermedias favorecen la formacion y el arraigo de las industrias en origen, proceso fundamental para el desarrollo territorial.

de industrialización de las exportaciones del 22 al 41 % y de una cifra de exportación de 100.000 M/U$S. Está claro que son solo proyecciones con muchos supuestos, productivos, de desarrollo de mercado y otras variables aleatorias, pero es coherente pensar que Argentina posee una salida económica y social (puestos de trabajo) industrializando solo parte de la materia prima que hoy exportada como comoditie y que la misma reciba industrializaciones y trasformaciones en origen.

No merece plantearse conflictos de intereses, porque los agroexportadores dominantes con 150 M/t de producción en el 2020 pueden disponer de igual tonelada exportada como comoditie de lo que exportaron en el 2017, y eso lo podrían hacer desde un país más seguro, equitativo económica y socialmente más sustentable.

Estos supuestos requieren de mucho trabajo y de la ejecución de un plan estratégico que puede tener como título "Argentina Supermercado del Mundo 2018-2028" y contener políticas de Estado que rápidamente posibiliten un giro de 180 de la tendencia de primarización de la economía argentina, los cambios en la cadena de la carne bovina marcan una buena tendencia, aúnque por ahí asustan algunos comentarios involutivos como por ejemplo mencionar a Uruguay como exportador de ganado en pie, como si eso constituyera una oportunidad.

Argentina para jugar en primera y con muchas posibilidades de ser un jugador importante como proveedor de alimentos de alto valor agregado, de calidad certificada, perfectamente trazadas y próximamente con la marca argentina.

Bibliograf a consultada

Los capítulos y contenidos de este libro han sido escritos tomando como base y apoyándose técnicamente en las siguientes publicaciones:

AGCO Argentina SA. 2011. Manual del operador rotoenfardadoras, enfardadoras y enfardadoras prismáticas gigantes. Publicaciones técnicas AGCO Argentina SA. Buenos Aires, Argentina.

AGCO Corporation. 2011. Challenger Product guide v2 2011. AGCO Corporation. River Green Parkway, USA.

AGCO Corporation. 2014. Challenger Product guide v2 2011. AGCO Corporation. River Green Parkway, USA.

Andrieu, B., and L.J. Mari. 2017. How to ensure optimal application of your silage inoculant? Québec, Canada.

Andrieu, J. – Demarquilly, C. – Wegat-Litre, E. et Weiss, Ph. Prévision de la valeur énergétique des foins. In: Prévisión de la valeur nutritive des aliments des rumiants Ed INRA Versalles, Francia 119 – 128. 1981.

Animal Feed Science and Tecnology. 1993. 40, 109 – 119.

ASAE, 1981 – 1983. Agricultural Engeneers Yearbook, St. Joseph, Michigan, USA.

ASAE, 1981. Agricultural Engenneers Yearbook, St Joseph, Michigan, USA.

Bainer, R. – Kepner, R. y Barrer, E. Octubre, 1955. Principles of farm Machinary.

Basigalup, D. 2015. Producción de heno de alfalfa en Argentina. INTA EEA Manfredi, Jornadas Nacionales de Alfalfa.

Bosma, A. Sep – Oct 1990.Producción de silaje en 24 horas. Agricultura de las Américas.

Bragachini, M. – Cattani, P. - Ramírez, E. – Moreno, E. – Viviani Rossi, E. y Gutierrez, L. 1995. Hoja informativa N 5: silaje de grano con alto contenido de humedad. INTA PROPEFO,

Bragachini, M. – Cattani, P. – Ramírez, E., 1995. Todo forraje: manual de maquinaria para la producción de forraje conservado de alta calidad.

Bragachini, M. Abril del 2008. Ganadería: Desafíos de intensificación para competir con la agricultura más eficiente del mundo. Gacetilla de prensa 01/2008. INTA PRECOP II.

Bragachini, M., P. Cattani, E. Noguera, S. Ruíz. 1996. Prueba a campo de la picadora Mammut 7400. Editado por INTA PROPEFO. Informe técnico N 4. INTA, Manfredi, Argentina.

Bragachini, M., P. Cattani, M. Gallardo y J. Peiretti. 2008. Forrajes Conservados de Alta Calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. Editado por INTA PRECOP. Manual Técnico N 6. INTA, Manfredi, Argentina. ISBN 1667-9199.

Bragachini, M; Peiretti, J y F. Sánchez. 2013. Nuevas tecnologías de Henificación: Megaenfardadoras. Actualización técnica 78. INTA EEA Manfredi.

Brero, R. 1978.Nociones básicas de conservación de forrajes. Boletín de divulgación técnica N 10. INTA Rafaela

Bruno, O. – Romero, L. – Gagiotti, M. 1991. Influencia del período de almacenamiento sobre la calidad de los henos. INTA Rafaela. Inf. Tec. p/prod.

Bruno, O. – Romero, L., Quaino, O. y Gagiotti, M. Cultivares de sorgo forrajero para silaje. Rendimiento de MS y valor nutritivo de la planta. Revista argentina de producción animal. Vol. 12. N 2: 157 – 162.

Bruno, O. – Romero, L., Quaino, O. y Gagiotti, M. Rendimiento de MS, silaje y valor nutritivo de cultivares de maíz. Revista argentina de producción animal, vol. 12, N 2. 139 – 145.

Bruno, O. 1993. Subprograma bovinos de leche.

Cabon, G. 1983. De la fauche a lándaine. Forum des fourrages, Chateaurox, France 136 – 154.

Casagrande, J. Modelisation de la recolte des fourrages: Cas du foin en grosses balles cylindriques. Institute Nacional Agronomique Paris – Grignon. Marzo 1991.

Cattani, P, Sánchez, F y G. Urrets Zavalía. 2016. Silaje de maíz más energético. Actualización técnica 94. INTA Manfredi.

Christian, K., Jones, D., & Freer, M. 1970. Digestibility and chemical composition of fractions of lucerne during spring and summer. The Journal of Agricultural Science, 75(2), 213-222. doi:10.1017/S0021859600016877

Claas. 2017. JAGUAR 980 / 970 / 960 / 950 / 940 / 930 HRC (higher regulated countries) / Stage IV (Tier4) Presentación de productos 2017

CNH. 2011. New Holland fr fr450, fr500, fr600, fr700, fr850. New Holland Agriculture, ed.

CNH. 2012. Guía de referencia del software PLM Viewer. New Holland Agriculture, ed.

Corn Pennsylvania State University. 1995. Forages University of Wisconsin, Corn silaje production, management and feeding.

Danelón, J. 1992. Lo que hay que saber sobre henificación. Ciencia Pura Agropecuaria N 12.

Danelón, J. Nov, 1992.Factores que influyen sobre la calidad del heno. Primer congreso mundial sobre producción, utilización y conservación de forrajes empleados en la alimentación de la ganadería vacuna – FORRAJES ´

De Montard, F. 1981. L´action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple D'ume prairie a Agrostis sonnais et poa pratensis des Monts d' Auvegbe. Fourrage, 85, 39 – 52.

Deere & Co. 1976.Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Cosecha de heno y forraje.

Deere & Co. 1992. Manual del operador de rotoenfardadoras 435 y 535.

Deere & Co. 1993. Fundamentals of machina operation. Hay and forage harvesting.

Demarquilly, C. 1987. La fenaison: évolution de la plante auchamp entre la fauche et la récolte. Perte déau, metabolismo, modification de la composition morfologique et chimique. Demarquilly Ed "le fourrages secs: récolt, traitement, utilisation", INRA París.

Di Marco, O. y M. Aello. 2006. Unidad Integrada Balcarce del INTA Nuevo ABC Rural de Pergamino. Julio 2006. Año 5. N 53. Pags.: 28-29.

Domingo, O. y Maddaloni, J. 1978. Producción animal: pasturas y forrajes. Volumen 6, AAPA,

Ekern, A. y Vik – Mo, L. Forrajes conservados como alimentos para vacas lecheras. Agricultural University of Norway.

Encuesta agropecuaria 1992 (datos definitivos). Junio, 1993. Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos. S. A. G. y P.

FAO. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Disponible en http://www.fao.org/faostat/en/#home

Fisher, J. – Zurcher, P. – Shelford, J. and Skiner, J. 1980. Quantity and nutrient content of effluent losses from ensiled high moisture grass. Can. J plant Sci. 61: 307 – 312.

Gagiotti, M. 2008. Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes. INTA EEA Rafaela.

Gaillard, F. et Rousselet, M. 1986. Essai d´une presse á balles rondes de marque. RIVIERRE – CASALIS type RC 125 CEMAGREF, essai N 1046, 23 p.

Gallardo, M. 2011. Forrajes Conservados. Editado por Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros Manual de actualización técnica. Buenos Aires. 26 pp-

Gallardo, M. Ensilajes: ¿Por qué es importante el tamaño de picado?. Gacetilla de prensa. INTA RAfaela

Gallardo, M. Utilización de forrajes conservados para la producción de leche. Gacetilla de prensa. INTA Rafaela.

García Espil, A. Abril, 1991. Evaluación de recursos forrajeros. 1 edición. CREA.

García, A. Summer 1964. A study of the performance and economics of hay conditioners. Report of the special problem.

Giordano, J. 2013. Mecanización de la Alimentación. Editado por INTA PRECOP. Actualización Técnica n 76.

Giordano, J. M. Bragachini, P. Cattani, M. Gallardo y J. Peiretti 2010. Mecanización de la alimentación, uso del mixer para formular dietas balanceadas (TMR) en base a forrajes conservados. Editado por INTA PRECOP. Manual Técnico N 7. INTA, Manfredi, Argentina. ISBN 1667-9199.

Gomselmash FS. Manual de usuario

Hanson, C. Ciencia y Tecnología de la alfalfa. 1976. Tomo I y II. American Society of Agronomy, Inc.

Heinrichs, J., and P. Kononoff. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. Pennsylvania State Univ. Coll.1–14.

Henificación CREA. Julio, 1990. Cuaderno de actualización técnica N 48.

Henificando a la europea. Enero, 1986. Revista dinámica rural.

Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Lebas F., 2016. Soybean forage. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. https://www.feedipedia.org/node/294 Last updated on March 11, 2016, 15:39

Hijano, E. 1993. Enfermedades de la alfalfa. Agro de Cuyo. Boletín N 1. INTA Manfredi,

Hijano, E. 1993. Subprograma Alfalfa ITA.

Hintz, R. W. ; Albrecht, K. A. ; Oplinger, E. S., 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. Agron. J., 84 (5): 795–798

Hunt, D. 1983. Maquinaria agrícola. Universidad de Illinois.

INTA MEPROLE. 1992. Calidad de las reservas forrajeras. Muestreo de henos.

INTA PROPEFO. 2001. Los avances del forraje conservado en 4 años de trabajo del Proyecto PROPEFO. INTA. 13 paginas.

INTA PROPEFO. 1997. Ensayo comparativo entre la enfardadora prismática de fardos gigantes CASE 8575 vs una rotoenfardora convencional de última generación. Informe técnico N 3.

INTA PROPEFO. 1998. Prueba a campo de la picadora CASE Mammut 7400. Informe técnico N 4. INTA

INTA PROPEFO. 1998. Silaje de maíz y sorgo granífero. Cuaderno de actualización técnica N 2. ISSN N 0329 – 1650.

INTA PROPEFO. 2001. Los avances del forraje conservado en 4 años de trabajo del INTA PROPEFO. INTA

INTA PROPEFO. Abril de 1995. Silaje de granos con alto contenido de humedad. Hoja informativa N 5. INTA PROPEFO,

INTA PROPEFO. Marzo de 1995. Heno de Calidad. Cuaderno de actualización técnica N 1. Ediciones INTA.

INTA Rafaela, 1997. Información técnica para productores 1995 – 1996. Centro regional Santa Fe.

INTA Tecno Forrajes. Diciembre 2016. Segadoras acondicionadoras, el secreto de la rentabilidad en el corte de alfalfa. INTA Manfredi. ISSN 25456040.

INTA. 1998. Últimos avances en silajes. Curso de actualización para profesionales. Área de producción animal y INTA PROPEFO.

INTA. Abril del 2008. Lineamientos para el desarrollo sostenible del sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial. Documento interno.

ITC. 2017. International Trade Center. Disponible en: http://legacy.intracen.org/

John Deere 8000. 2017. product

John Fox and Sanford Weisberg (2011). An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion

Josifovich. J. Pérdidas en la henificación y el ensilado. Información técnica N 65. INTA Pergamino.

Juan, N. 1993. Proyecto de investigación estratégica "Reservas forrajeras de calidad". INTA Anguil.

Juan, N; Romero, L y O Bruno. 1995. La alfalfa en Argentina. INTA C.R. Cuyo, cap 9, pp 173-192.

Kjelgaard, W. August, 1985. Energy and times needs in forage systems. Transaction of ASAE. July –

Koegel, R.; Strau, R. y Walgenbach, R. August 1985. Cuantification of mechanical losses in forage harvesting. Trans. Of the ASAE. July –

Krishnamoorthy, U. – Steingass, H. and Menke, K. 1991. Preliminary observations on the relatinship between gas production and microbial protein síntesis in Vitro. Arch. Anim. Nutr., Berlín 41:5, 521 – 526.

Kung, L.J. 2001. Silage fermentation and additives. Direct-fed Microbial, Enzym. Forage Addit. Compend. 145–160. doi:10.1016/0968-0004(82)90127-X.

Luder, W. 1974. Influence des conditions climatiques et du peuplement sur le processus de séchage des fourrages. Bull FAT, 6.

Luna Pinto, G. 2016. Conservación de forrajes en especies megatérmicas. Page 34 in 7ma Jornada Nacional de Forrajes Conservados - INTA EEA Manfredi (Córdoba) 27 y 28 de Abril de 2016, Manfredi, Córdoba.

M.P.J. van der Loo. 2010. Distribution based outlier detection for univariate data, Discussion paper 10003, Statistics Netherlands, The Hague Availabele via www.cbs.nl, or www.markvanderloo.eu

Macdonald, A. and Clark A. 1987. Water and quality loss during field drying of hay. Departamento f crop science. University of Guelph. Canada.

Maddaloni, J. 1987. Estado actual de los conocimientos sobre germoplasma forrajero y problemas principales en la región templada argentina. INTA Pergamino.

Magnasco, A. Marzo, 1993. Silo de pastura. Revista CREA N 159.

Mainero y Cia S.A., Edición 1992. Manual del operador cortadora hileradora y desmalezadota modelo 6026.

Mazzetto, F. Junio 1992. Máquinas para la recolección de forrajes. Máquinas y tractores agrícolas N 7. Madrid,

Mc Donald, P. and Whittembury, R. 1968. Pérdidas durante el ensilado. Escuela de Agricultura de Edimburgo.

Mondino, M.; Bruno, O.; Romero, L.; Ganggiotti, M. y Fernández, H. Agosto, 1988. Conservación de forrajes. Reunión técnica para profesionales de las ciencias agrarias.

Morgan, D. – Osman, M. and Hickman, S. 1984. A mathematical model o fan apparatus for the assessment of the lenght distribution of chopped forage. J. Agric. Enging Res.

Mueller, J. 1992. Subprograma rumiantes menores INTA.

Mulrooney, C.N., and L.J. Kung. 2008. Short communication: The effect of water temperature on the viability of silage inoculants.. J. Dairy Sci. 91:236–40. doi:10.3168/jds.2007-0449.

Muraro, G.B., P. Rossi Jr., and A.L.B. Schogor. 2009. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. Rev. Bras. Zootec. 38:1525–1531.

Muraro, G.B., P. Rossi Jr., and V.C. Oliveira. 2011. Produção de biomassa de cana-de-açúcar e duas frequências de corte. Ciência e Agrotecnologia 35:131–136.

Murdock, J. Abril 1953. Dairy Fmr, London.

Nash, M. 1959. Partial wilting of grass crops for silage. J. Brit. Grassland Soc. 14: 65 – 73.

National Research Council. 1978. Nutrient requierement of dairy cattle. 5 edición. National Academy of Science. Washington DC.

New Holland UK limited. 1996. Manual de información de producto: picadora de forraje autopropulsada.

Oddino, C. Julio 1990. Henificación. CREA Cuaderno de actualización técnica N 48.

Oddino, C. Mayo de 1994. Comunicación persoal, Abril –

Opacak, F. Evoluación de la superficie destinada a silaje. Relevamiento de Cámara Argentina de Contratitas Forrajeros. Comunicación Personal.

Pedretti, E. Marzo 1992. Maquinaria para forrajes. Máquinas y tractores agrícolas N 3. Madrid.

Pedroso, A., A. de A. Rodrigues, Lg. Schmidt, and P. Nussio. 2004. Suplementación y Engorde de Bovinos con caña de azúcar y Silaje de Caña de azúcar. Cea 69–83.

Pedroso, A.F., L.G. Nussio, D.R.S. Loures, S.D.F. Paziani, J.L. Ribeiro, L.J. Mari, M. Zopollatto, P. Schmidt, W.R.S. Mattos, and J. Horii. 2008. Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. Sci. Agric. 65:589–594. doi:10.1590/S0103-90162008000600004.

Pedroso, A.F., L.G. Nussio, D.R.S. Loures, S.D.F. Paziani, M.S. Igarasi, R.M. Coelho, J. Horii, and A.D.A. Rodrigues. 2007. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. Rev. Bras. Zootec. 36:558–564. doi:10.1590/S1516-35982007000300006.

PEI - Plan Estratégico Institucional 2015 – 2030. INTA Construyendo Futuro.

Peiretti, J., and J. Navarro. 2018. Fermentation profile and aerobic stability of sugar cane inoculated with Lactobacillus buchneri NCIMB 40788. Page 2 in XVIII International Silage Conference. XVII International Silage Conference, Bonn, Germany.

Peiretti, J., and J. Navarro. 2018. Fermentation profile and aerobic stability of sugar cane inoculated with Lactobacillus buchneri NCIMB 40788. Page 2 in XVIII International Silage Conference. XVII International Silage Conference, Bonn, Germany.

Penman, H. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society. London.

Philippe Grosjean and Frederic Ibanez (2014). pastecs: Package for Analysis of Space-Time Ecological Series. R package version 1.3-18. https://CRAN.R-project.org/package=pastecs

Piñeiro, G. 2010. Manual Práctico LactoSilo para lograr ensilados de alta calidad. Tercera Edición. Buenos Aires.

Pionner Hi-bred Internacional. 1990. Pionner forage manual: a nutritional guide.

Pitt. R. 1990. Silaje and hay preservation.

Queiroz, O.C.M. 2006. Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais. Disertação mestrado. Área Conc. Ciência Anim. e Pastagens 99.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Rearte, D. Junio, 1993. Documento programa nacional de producción animal I. INTA

Regés, A. Noviembre 1992. El ensayo de Regés, Revista Infortambo, Pag. 26.

Reservas de forrajes. 1978. Fascículo de orientación técnica N 6. Suplemento de la revista nuestro holando.

Revelle, W. 2017. Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, https://CRAN.R-project.org/package=psych Version = 1.7.5.

Revista solo forraje. Marzo 1987. Editorial Laboreo S.A. Madrid.

Romero, L.; Giordano, J. y O. Bruno. Febrero, 1995. Efecto del acondicionado mecánico sobre la tasa de secado de la alfalfa para heno. INTA PROPEFO, Rafaela.

Romero, L. 2014. Forrajes Conservados. Editado por Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros. Manual de actualización técnica. Buenos Aires. 70pp.

Romero, L.; Aronna, S. 2004. Ensilaje de soja. Proyecto Regional de Lechería. Campaña Forrajes 2003- 2004. INTA EEA Rafaela. Argentina.

Rotz, C. – Abrams, S. and Davis, R. 1987. Alfalfa drying, loss and quality a influenced by mechanical and chemical contioning. Transactions of ASAE. Vol. 30. N 3.

Roybal, J. 2000. El acondicionado químico enfrenta un brillante porvenir. Revista Cultiva. Año I, N III.

Russell, J. R., S. J. Yoder y S. J. Marley. 1990. The Effects of Bale Density, Type of Binding and Storage Surface on the Chemical Composition, Nutrient Recovery and Digestibility of Large Round Hay Bales. Animal Feed Science and Technology. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 29. pp: 131-145.

Sánchez, F; Urrets Zavalía, G; Giordano, J y J. Peiretti. 2015. Procesadores de grano específicos para cultivo de sorgo. Actualización técnica 90. INTA Manfredi.

Sánchez, F; Urrets Zavalía, G; Giordano, J y J. Peiretti. 2015. Tecnologías de picado para ensilado de cultivo de maíz. Actualización técnica 87. INTA Manfredi.

Sánchez, F; Urrets Zavalía, G; Giordano, J; Peiretti, J e Iñon Díaz, J. 2016. Heno de alfafa de alta calidad, cosecha eficiente de nutrientes. Actualización técnica 91. INTA Manfredi.

Savoie, P. – Brook, R. and Rotz, C. 1982.Empirical model for field drying of alfalfa. ASAE.

Savoie, P. 1982. The análisis of forage harvest, storage and feeding sistems. A disertation for the degreee Doctor of Philosophy, Michigan. State University. USA,

Scales, G. – Moss, R. and Quin, B. 1981. Storages losses in round hay bales. New Zeland Grassland Association, 42: 223 – 6

Schmid, A. – Goodrich, R. – Jordan, M. – Marten, G. y Meiske, J. Abril 1975. Relationship among agronomic characteristic of corn and sorghum cultivars and silage quality. Trans. Of the ASAE.

Schmidt, P. 2006. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. Universidade de São Paulo.

Servicio de información técnica AACREA. 1969. Reservas de forrajes.

Sheaffer, C. and Neal, P. 1979. Hay preservation. Agricultural Extention fólder 489 Extensión Service University of Minnesota.

Sherwood, T. 1929. The Drying of solids ind. Eng. Chem. 21,1 12 – 16.

Silaje. 1982. Divulgación técnica. Dinámica Rural.

Thomas, C. 1979. Forrage conservation in the 80´s. British Grassland Society.

Thomas, H. and Norris, J. 1981. The influence of the light and temperatura during winter on growth and death in simulated swards on lolium perenne. Grass and Forage Science, 36, 107 – 116.

Vidal, A. 1977. Variaciones que experimenta el valor nutritivo de la alfalfa enfardada en distintos períodos de desarrollo y su conservación en estado de heno. Universidad nacional de La Plata.

Watson, S. et Nash, M. 1960. The conservation of grass and forage crops. Ed. Oliver and boy. London.

Wernli, C. Agosto 1988. La conservación de forrajes en la producción lechera. Reunión técnica para profesionales de las ciencias agrarias.

Whitney, L. – Agramal, H. et Livington, R. 1969. Stomatal effects on high temperatura, short time drying of alfalfa leaves. Trans. ASAE. 769 – 771.

Wilkinson, R. and Hall, C. 1966. Respiration heat of harvested forage. Trans. ASAE, 9: 424 – 427.

Windle, M.C., and L. Kung. 2016. Factors affecting the numbers of expected viable lactic acid bacteria in inoculant applicator tanks. J. Dairy Sci. 99:9334–9338. doi:10.3168/jds.2016-10881.

Word, J. and Parker J. 1971. Respiration during the drying of hay. J. Agr. Eng. Res., 16: 179-191.

Zubizarreta, J. Junio – Julio, 1992. Reservas, uso y análisis. Revista CREA 155.

Capítulo 18

Alfaro, M., Salazar, F. 2012. Uso de purines en praderas y cultivos. En Salazar, F (Ed). Manual de manejo y utilización de purines de lechería. Consorcio lechero/Fundación para la innovación agraria (FIA), Osorno, Chile.

ASAE. 2003. Manure production and characteristics. American Society of Agricultural Engineers Standard D384.1. p. 682-685 in: ASAE (eds). The Society for engineering in agricultural, food, and biological systems. Niles, R.d., St. Joseph, M.I.

Cabrera, M.L., y Gordillo, R.M. 1995. Nitrogen re lease from land-applied animal manures. Pp 393-404. In Steele, K. (Ed.). Animal Waste and the Land-Water Interface. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Charlón, V., Serrano, P., García, K., Taverna, M. 2009.Gestión de los efluentes originados en las instalaciones de ordeño. CREA: Producción de Leche - Edición 2009.

Ciapparelli, I.C., De Siervi, M., Maisonnave, R., Weigandt, C., Iorio, A.F. de, García, A.R. 2011. Respuesta del cultivo de Trigo al agregado de estiércol como medida de utilización de residuos de feedlot. Conferencia Regional de Unión Geográfica Intenacional (UGI). Santiago de Chile, Chile.

García, A.R. 2009. Actividades de engorde a corral (feedlot): retención y movilización de nitrógeno y fósforo en un suelo Hapludoléntico, y su potencial impacto en el ambiente. Tesis para optar al título de Magister Scientiae en Ciencias del Suelo.Escuela para graduados de la Facultad de Agronomía UBA. Biblioteca de la FAUBA.

García, K., Charlón, V., Cuatrín, A., Taverna, M., Walter, E. 2008. Evaluación de un sistema de tratamiento aplicado a efluentes generados en las instalaciones de ordeño. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 28. Sup.I. p. 82-283.

García, K., Filipone, J., Arenas, M., Charlón, V. 2011. Composición del material retenido en un tamiz utilizado para efluentes de tambo. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 31 Supl. I.

García, F., Díaz Zorita, M. 2015. La fertilidad de los suelos y el uso de nutrientes en la producción agrícola extensiva de Argentina. En: Casas, R., Albarracín, G. (Eds). El Deterioro del Suelo y del Ambiente en la Argentina. Centro para la Promoción de la Conservación del Suelo y del Agua- PROSA.

Irañeta, I., Abaigar, A., Santos, A. 2002. "Purines: ¿fertilizante o contaminante?" Navarra Agraria, núm. 132, p. 9-24.

LAF. 1999. "Avaluació i aprofitamentdelsresidusorgànicsd'origenramader en agricultura". Quaderns de divulgació, núm. 5. Laboratorid'Anàlisis i Fertilitat de sòls. Sidamon, Lleida. 24 p.

OCLA. 2017. http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/11123113-informe-de-coyuntura-n-006-octubre-2017

Pordomingo, A. 2003. Gestión ambiental en el feedlot. Guía de buenas prácticas. INTA Anguil, 90.

Sainz Rozas, H., Echeverría, H.E., Angelini, H. 2011. Niveles de carbono orgánico y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina. Ciencia del Suelo 29: 29-37.

Salazar, F. 2012. Manual de manejo y utilización de purines de lechería. Consorcio lechero/Fundación para la innovación agraria (FIA), Osorno, Chile.

Sommer, S.G., Hutchings, N.J. 2001. Ammonia emission from field-applied manure and its reduction – invited paper. European J. Agron. 15:1-5.

Sosa, N., Alladio, M., Pagnan, F., Orcellet, J.M., Gambaudo, S. 2015. Evaluación de aplicación de residuos sólidos de tambo en cultivo de maíz. Planteos Ganaderos. Año 22. Aapresid, p. 54-58.

Teira, M.R., Romaní, J.M. 2008. Informe per a la millora de la gestiódelspurinsporcins a Catalunya. Informe del CADS 5. Generalitat de Catalunya, ConsellAssessor per alDesenvolupament Sostenible. Barcelona, España.

Ubacht, N., Teira, M.R., Boixadera, J. 2005. Labores de incorporación de abonos orgánicos al suelo. Distintos subproductos orgánicos, maquinaria para su distribución y planificación de la aplicación. Vida Rural, p. 32-35.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2000. Enforcement and Compliance Assurance EPA (2221-A). Profile of the Agricultural Livestock Production Industry. EPA Office of Compliance. EPA 310-R-00-002. 166 pág.

Van Kessel, J.S., Reeves, J.B. 2002. Nitrogen mineralization potential of dairy manures and its rela tionship to composition. Biol. Fertil. Soils 36:118-123.

Capítulo 19

Bragachini, M; Sánchez, F; Mathier, D; Peiretti, J; Villarroel, D; Bragachini, M; Alladio, M; Giordano, J y M. Gallardo. 2013. Tecnologías de henificación en residuos de cosecha de caña de azúcar. Actualización técnica nº 80. Ediciones INTA.

European Biogas Association (EBA). www.european-biogas.eu

Goicoa, V, 2016. Relevamiento nacional de plantas de biogás. INTI

Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Balance Energético Nacional (BEN 2016).

Ministerio de Energía y Minería de la Nación. 2018. Proyectos adjudicados del Programa RenovAr. Rondas 1, 1.5 y 2. www.minem.gob.ar

Sosa, N; Mathier, D. 2017. Evaluación de la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de digerido. Establecimiento de producción porcina Yanquetruz (Juan Llerena-San Luis). Convenio INTA-Alimentos Magros.

Capítulo 20

Albornoz, I. 2017.Farmin. Desplegando redes inteligentes de sensores para transformar la ganadería. En: 16 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Ganadería de Precisión. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Chiavassa, C. 2016. Usemos la tecnología para reinventar la lechería. En: 15 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Ganadería de Precisión con Agregado de Valor en Origen. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Malisani, R. 2011. Panel de Empresas de Servicios de Agricultura de Precisión. En: 10 Curso Internacional de Agricultura de Precisión. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Giovanini, L. 2016. Desarrollos en TICs para ganadería de precisión. - En: 15 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Ganadería de Precisión con Agregado de Valor en Origen. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Marconetti, G. 2013. Gestión de datos PLM (Precision Land Management) en equipos de Forrajes. En: 12 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Expo de Máquinas Precisas. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Moltoni, A. 2014. Dispositivos Electrónicos para Monitoreo de Ganado. En: 13 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Expo de Máquinas Precisas. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Rodriguez, E. 2017. Tamberos .com. Potenciando productores agropecuarios mediante información digital. En: 16 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Ganadería de Precisión. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Taverna, M. 2014. Automatización, robótica y tecnologías de precisión aplicadas a la producción de leche. En: 13 Curso Internacional de Agricultura de Precisión. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Taverna, M. 2016. Proyecto Ordeñe Voluntario en Pastoreo. En: 15 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Ganadería de Precisión con Agregado de Valor en Origen. Conferencia. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Tazzioli, R. 2013. -Mapeo de rendimiento en picado. En: 12 Curso Internacional de Agricultura de Precisión. Consultado en www.agriculturadeprecision.org

Venta y Canje
Biblioteca e Información
INTA E.E.A Manfredi

Ruta Nacional Nº 9 – Km. 636
5988 Manfredi – Córdoba – Arg.

bibman@manfredi.inta.gov.ar
Tel-fax: 54-3572-493053, 58, 61
Cel: 15- 528- 706

Comunicación
Diagramación Técnica
Tec. Mauro Bianco Gaido

Publicidad
Esteban E. Eugeni

Imprenta Editorial
Edición: Jorge Omar Maita
Corrección: Lic. María del C. Aparicio y Hernández
Uruguay 470, Oncativo, Córdoba
Tel. 03572 - 15524039
jorgeomar.maita@gmail.com

Tiraje: 3000 ejemplares
Mayo 2018

ADVANTA

SORGO

MAÍZ

MAYOR RENDIMIENTO
Y DESARROLLO EN
NUTRICIÓN ANIMAL

WWW.ADVANTASEEDS.COM.AR

El INTA desempeñó un rol protagónico en el desarrollo y la difusión de los forrajes conservados que permitieron acortar la brecha tecnológica para hacer más eficiente la ganadería de carne y leche, consiguiendo que en las últimas dos décadas la superficie destinada a henificación y las hectáreas para silaje se multiplicaran por veinte, pasando de 80.000 hectáreas en el año 1993 -a inicios del Proyecto PROPEFO (Proyecto para la Eficiencia de los Forrajes Conservados)-, a cerca de 2 millones de hectáreas en la actualidad. Esta mejora alcanzada responde a un nuevo paradigma que posiciona a la ganadería frente a un cambio tecnológico donde el animal integra un sistema en el que se suministra una ración perfectamente balanceada.

Si bien se ha evolucionado notablemente en el uso de los forrajes, Argentina debe eficientizar aún más su producción con el objetivo de incrementar la cantidad de materia seca obtenida por hectárea y la calidad que presenta ese alimento cosechado. Las pérdidas actuales durante el proceso de corte, elaboración, almacenamiento y suministro de forrajes conservados continúan siendo muy elevadas, con valores que se estiman en un 25 % de la producción de materia seca destinada a silaje y 30 % en la producción de heno.

La misión del INTA de generar y difundir esta tecnología fue, es y será la llave de la reducción de pérdidas, aportando un valioso contenido técnico para el aumento de la eficiencia y la competitividad de los sistemas ganaderos de carne y leche.

En el año 2008 -en el marco del Proyecto INTA PRECOP- se realizó la primera edición del Manual de Forrajes Conservados, que logró ser un material bibliográfico referente en la temática para productores, asesores, estudiantes o técnicos relacionados al sector forrajero en particular, y al ganadero de carne y leche, en general.

Para reflejar las nuevas tecnologías disponibles y tendencias actuales en elaboración, conservación, suministro de los forrajes conservados y aspectos relacionados al uso eficiente de la maquinaria y el manejo nutricional, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -a través de su Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor-, reunió a destacados especialistas del sector que contribuyen con sus conocimientos y experiencias en esta nueva edición que pretende ser una obra de divulgación y guía de consulta permanente para el sector productivo, técnico y académico.

Este trabajo posee toda la nueva información generada en la temática y fue confeccionado utilizando un lenguaje sencillo e ideas prácticas, acompañadas con esquemas y fotografías, tendientes a facilitar la comprensión de los conceptos vertidos y dar algunas soluciones a los problemas que actualmente enfrenta el sector de la producción animal argentina.