CAMINO A LA INOCUIDAD DEL MAÍZ

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

FNC Fondo Nacional Cerealista

SEGMENTOS PRINCIPALES

1. Calidad e inocuidad
2. Micotoxinas
3. Factores de riesgo de contaminación con micotoxinas
4. Recomendaciones para la prevención de la contaminación
5. Aspectos generales sobre metrología

FNC Fondo Nacional Cerealista

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

Calidad del grano de maíz

Depende de varios aspectos, entre ellos:

- La genética de la semilla
- Atributos físicos y químicos
- Buen desarrollo de maíz durante todo el ciclo productivo
- Condición sanitaria
- Acompañamiento y asistencia técnica con personal capacitado
- Uso de maquinaria apropiada al momento de la cosecha
- Buen manejo del maíz cosechado (almacenamiento adecuado)

Se determina durante el ciclo biológico de la planta. La calidad se puede afectar por factores como el clima, la fisiología y el conjunto de manejos agronómicos durante el cultivo, transporte y almacenamiento (poscosecha).

FNC Fondo Nacional Cerealista

Factores para la clasificación de la calidad del maíz

Determinante en el precio y el tipo de uso

1

Peso electrolítico

(densidad: masa/volumen, expresado en kilogramos por helectolítrico (kg/hl).

Indicador general de la calidad. Refleja la dureza del endospermo y la madurez del grano.

Esta densidad se afecta por:

- Tipo de maíz
- Contenido de humedad
- Método de secado
- Daños físicos, materias extrañas, humedad, e impurezas.

Una alta densidad indica alta calidad, alto contenido de endospermo duro, solido y limpio.

2

Granos dañados

(Expresado en porcentaje (g/100g)

El daño puede ser causado por:

- Calor
- Insectos
- Clima
- Otros
- Hongos
- Roedores
- Rotos/quebrados

Con menor porcentaje de daño, mejores condiciones para el transporte y para mantener la calidad

Continúa

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

3

Humedad

(Expresado en porcentaje (%))

Corresponde al agua que contienen los granos de maíz, expresada en porcentaje de masa sobre base húmeda.

Afecta la cantidad de materia seca que se vende y compra.

Una alta humedad es riesgosa ya que puede conllevar a afectaciones por hongos y contaminantes.

Incide en el tiempo de almacenamiento e inocuidad

4

Impurezas

(Expresadas en porcentaje (g/100g).

Materiales extraños como:

- Vidrio
- Piedras
- Semillas de malezas
- Maleza
- Insectos
- Sustancias extrañas o tóxicas
- Estiercol
- Olores extraños

5

Otros factores de calidad

Composición química: contenido de proteína, almidón y aceite.

Factores físicos: endospermo, granos enteros, índices de quiebre del grano, peso de 100 granos, etc.

FNC Fondo Nacional Cerealista

Calidad del maíz

Inocuidad, un atributo de la calidad

La producción de un maíz de calidad e inocuo abarca el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción e incluso el almacenamiento para asegurar que una vez ingerido, no represente un riesgo para la salud.

Como productores de maíz, debemos aplicar y cumplir las directrices dadas por el ICA para la correcta producción de un maíz inocuo.

FNC Fondo Nacional Cerealista

Calidad e inocuidad del maíz

Para mantener la inocuidad del maíz es importante la identificación de los peligros que puedan afectar el grano y que sean capaces de causar un efecto adverso en la salud humana y animal. Estos peligros pueden tener los siguientes orígenes :

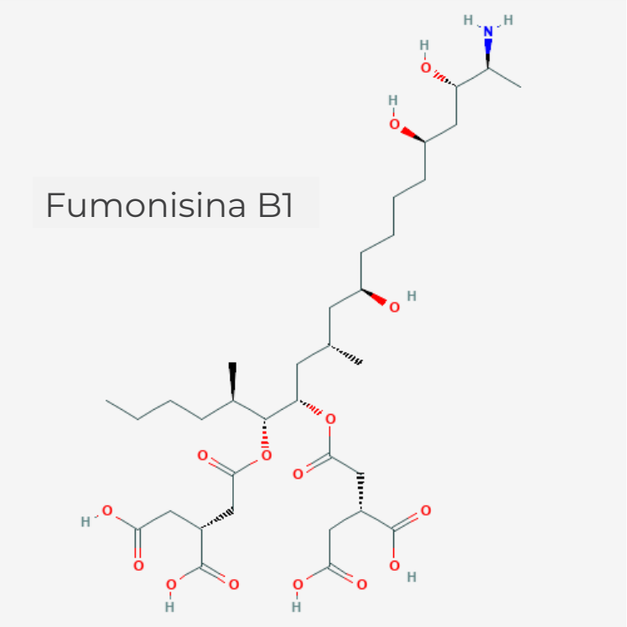
- **Biológico:** microorganismos como las bacterias, parásitos, hongos, virus.
- **Químico:** como las micotoxinas, contaminantes orgánicos, dioxinas, metales pesados y residuos de plaguicidas.
- **Físico:** partes u objetos como vidrio o metal que puedan ocasionar daños por asfixia o laceración.

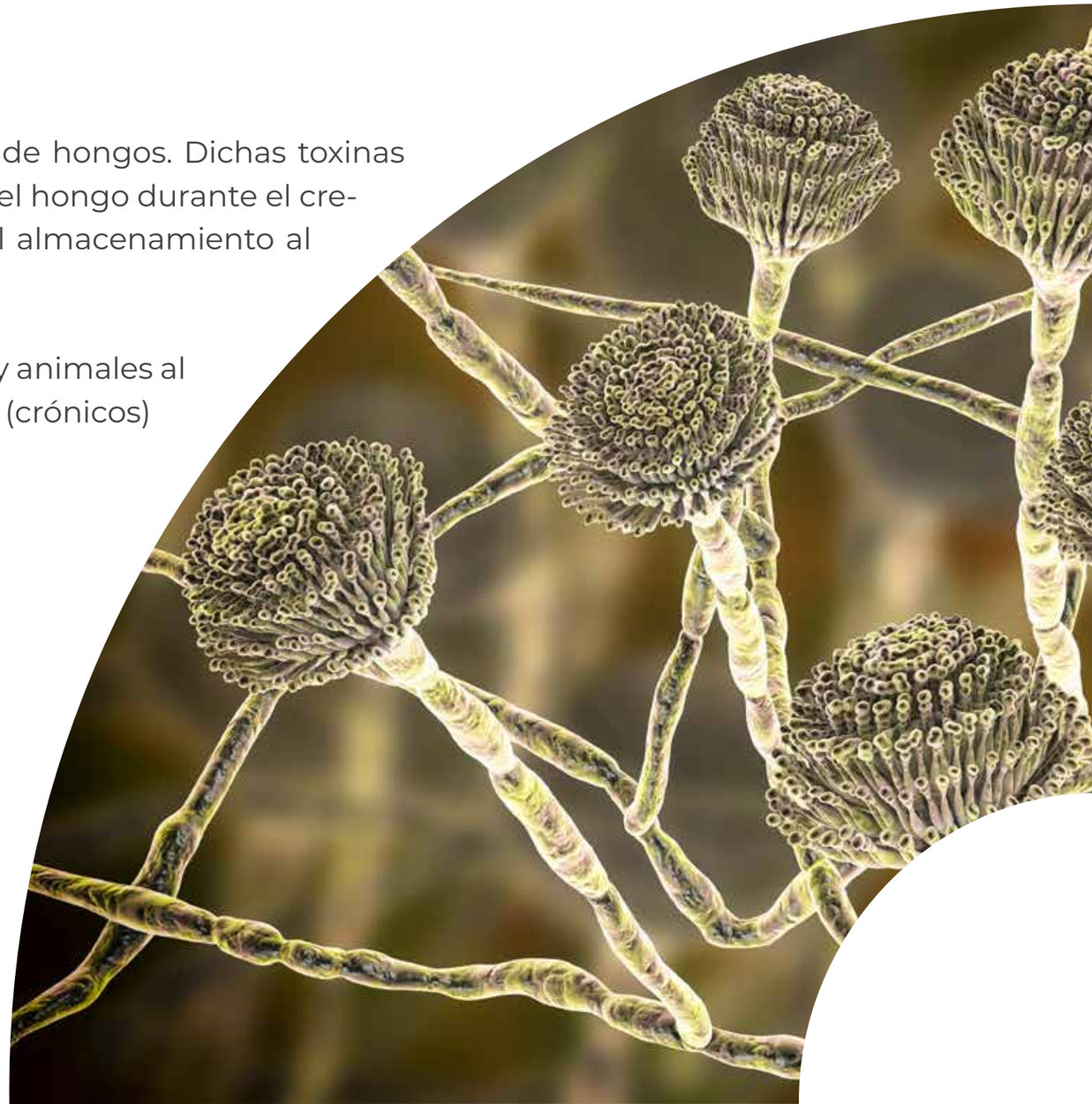
fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

Micotoxinas

Son metabolitos secundarios tóxicos producidos por algunos tipos de hongos. Dichas toxinas pueden generarse en productos agrícolas por la contaminación con el hongo durante el crecimiento del cultivo en campo o en etapas de poscosecha como el almacenamiento al tener condiciones favorables.

Las micotoxinas pueden afectar la salud tanto de los seres humanos y animales al provocar desde intoxicaciones agudas hasta efectos a largo plazo (crónicos) como cáncer e inmunodeficiencia.

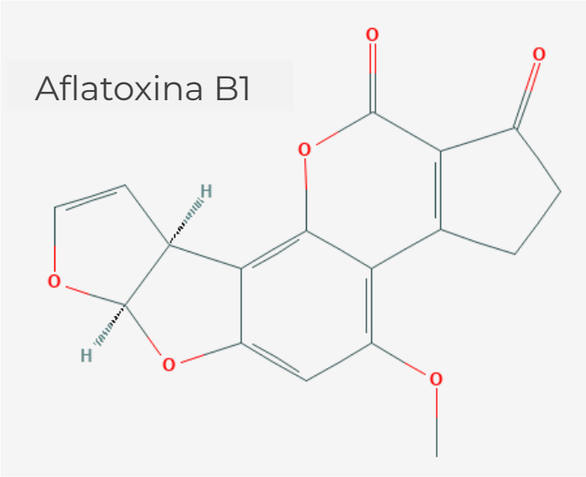




FNC Fondo Nacional Cerealista

Micotoxinas

- Los principales hongos productores de micotoxinas que afectan al maíz son *Fusarium, Aspergillus y Penicillium*.
  - Las micotoxinas mas comunes en el maíz son las fumonisinas, el deoxinivalenol, las aflatoxinas, y la zearalenona.
    - Las aflatoxinas (B1, B2, G1 y G2) son las micotoxinas mas importantes a nivel de inocuidad. Son consideradas potentes compuestos cancerígenos, inmunosupresores y genotóxicos y por tanto son las mas reguladas a nivel mundial.



fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

Micotoxinas

- La principal ruta de exposición a aflatoxinas es mediante la ingestión de granos o alimentos contaminados directamente. Sin embargo si consumimos leche de animales que han sido alimentados con granos y concentrados contaminados con aflatoxinas, existe la posibilidad de consumir también aflatoxina M1, que es un metabolito de la aflatoxina B1.

- Otra ruta de exposición es la vía respiratoria, pues las aflatoxinas pueden estar presentes en el polvillo del maíz.

Las micotoxinas y su análisis

El método más preciso y confiable para determinar niveles de micotoxinas en el maíz es enviar las muestras a laboratorios especializados para su análisis en donde los valores serán reportados. Sin embargo, debido a la necesidad de una rápida determinación de los niveles de micotoxinas en campo, existen en el mercado una variedad de “kits” de análisis que son sencillos de usar y que son una herramienta de tamizaje o *screening*. No debe olvidarse que todo resultado positivo obtenido por un kit de tamizaje debe ser confirmado por una técnica de labora-torio oficial.

Para hacer una correcta determinación de micotoxinas en el maíz es indispensable realizar un buen muestreo, cuyo objetivo principal es obtener un “porción” representativa de un lote de maíz.

Con el muestreo se debe alcanzar un compromiso aceptable entre la confiabilidad de las determinaciones del contenido de micotoxinas y el peligro real que pueda existir.

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

CALIDAD E INOCUIDAD
Micotoxinas en maíz

Producidas por distintos géneros de hongos, principalmente: *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. o *Penicillium* sp.

FACTORES DE RIESGO

- Plantas de maíz sin recubrimiento completo de la mazorca.
- Condiciones climáticas de alta humedad relativa y temperatura antes, durante y luego de cosecha.
- Granos dañados por animales (roedores, aves o insectos) o por el uso de maquinaria inapropiada .
- Almacenamiento inadecuado.

PREVENCIÓN DE LA OCURRENCIA

FNC Fondo Nacional Cerealista

CALIDAD E INOCUIDAD

Recomendaciones para la prevención de la ocurrencia de micotoxinas en maíz

Uso de semillas certificadas por el ICA y con resistencia

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

- Materiales vegetales adaptados a la zona productiva.
- Resistente a plagas y enfermedades.
- Buena arquitectura de la planta (resiste a caidas por vientos y precipitaciones).
- Buena cobertura en punta de mazorca (evita entrada de agua, plagas y enfermedades).
- Buen ángulo de inclinación de la mazorca (evita la acumulación de agua en el interior de la mazorca).

Plan de nutrición del cultivo

- Un programa de fertilización basado en resultados de análisis del suelo que garantiza plantas de maíz sanas, vigorosas y más resistentes a plagas y enfermedades.

Continúa...

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

Manejo integrado de plagas y enfermedades

- Monitoreo, control y registro de plagas y enfermedades (avalado por el profesional de campo).
- Dosificación correcta de plaguicidas de acuerdo a lo establecido en la etiqueta del envase, teniendo en cuenta que los productos estén autorizados por el ICA, así como que sean suministrados por distribuidores registrados.

Manejo del cultivo

- Registro de las prácticas culturales (siembra, fertilización, aplicaciones, etc.).
- Riego uniforme.
- Monitoreo de la humedad del grano para definir la fecha de la cosecha.

Manejo de cosecha

- Planificación de la fecha de la cosecha.
- Uso de la maquinaria apropiada (evita daño mecánico al grano de maíz y el posterior ataque de plagas y enfermedades).
- Uso de cosechadoras ajustadas de acuerdo al manual técnico.
- Las tolvas o sacos en donde se almacene el maíz deben estar limpios.
- Registrar la humedad del grano al momento de la cosecha.
- Registrar las condiciones ambientales al momento de la cosecha. (humedad relativa y temperatura).

FNC Fondo Nacional Cerealista

CALIDAD E INOCUIDAD

Recomendaciones para la prevención de la ocurrencia de micotoxinas en maíz

Buen manejo de desechos y arvenses

Evita la proliferación de plagas y enfermedades.

Rotación del cultivo

Rompe el ciclo biológico de plagas y enfermedades.

Buen drenaje del agua en el cultivo

Evita zonas inundadas y el desarrollo de hongos.

Uso seguro de agroquímicos registrados ante el ICA para maíz

Permite control de plagas y enfermedades. Importante verificar la fecha de vencimiento uso en dosis recomendadas y procedimientos seguros.

Monitoreo permanente del proceso productivo

Medir y registrar correctamente las variables relacionadas a la calidad e inocuidad del maíz. Ejemplo:

- Dosis usadas de agroquímicos durante el manejo del cultivo (Fungicidas, insecticidas, herbicidas, etc.).
- Porcentaje de humedad del maíz al momento de la cosecha.
- Temperatura de almacenamiento.

Continúa...

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

CALIDAD E INOCUIDAD

Recomendaciones para la prevención de
la ocurrencia de micotoxinas en maíz

Reducir el tiempo de permanencia del maíz en campo una vez alcanzada la madurez fisiológica apropiada para la cosecha

(Evita el ataque de plagas y enfermedades y la contaminación del grano)

Disminuir los daños mecánicos en los granos de maíz

(Maquinaria adecuada y ajustada).

Cosechar el maíz con la menor humedad posible, dependiendo de la zona.

(Favorece el almacenamiento seguro)

FNC Fondo Nacional Cerealista

INSECTOS PRIMARIOS QUE PUEDEN AFECTAR EL MAÍZ ALMACENADO

Sitophilus zeamais

Rhyzopertha dominica

Sitotroga cerealella

Corcyra cephalonica

CAUSANTES DE DAÑO PRIMARIO

Capaces de romper el grano entero solos, ocasionan pérdidas de importancia económica por la reducción en peso y calidad.

*conocidos comúnmente como gorgos y palomillas del maíz o de los granos.

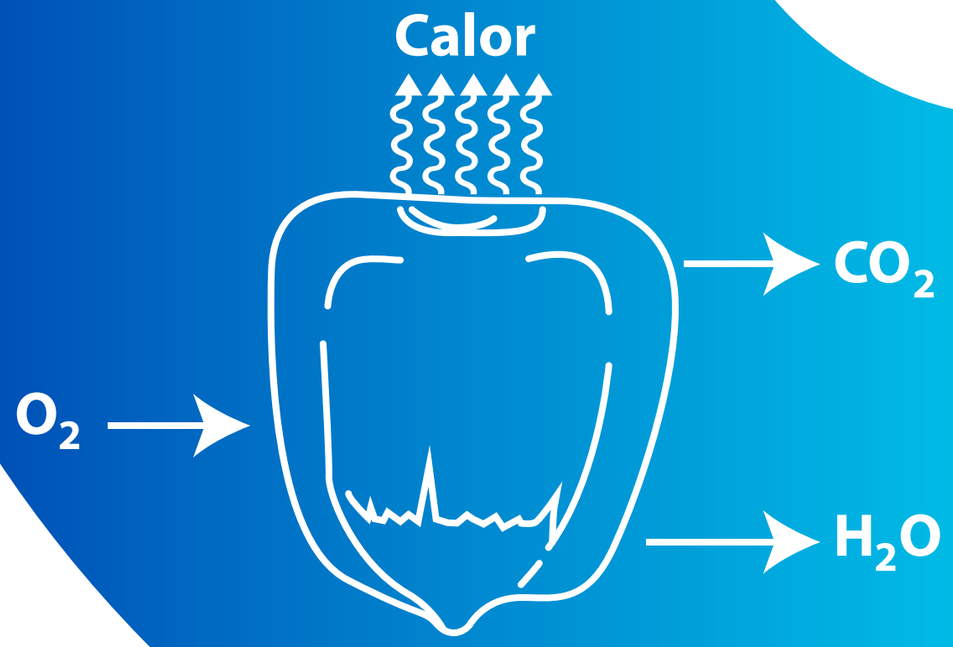
Sitophilus zeamais: Departamento de Agricultura de Kansas. *Rizhoperta dominica y Sitotroga cerealella:* Universidad de Clemson - Serie de diapositivas de extensión cooperativa del USDA. *Corcyra cephalonica.* Biblioteca de imágenes de plagas y enfermedades. Todas en: Bugwood.org. Licencia: *Creative Commons Attribution 3.0* .

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

RECOMENDACIONES PARA PRESERVAR Y GARANTIZAR LA CALIDAD E INOCUIDAD DEL MAÍZ EN LUGARES DE ACOPIO TRANSITORIO POR PERIODOS CORTOS

- El lugar destinado al acopio transitorio del maíz cosechado debe estar techado, con piso, con una buena aireación y en donde se evite la aparición de goteras o filtraciones.
- El área para el acopio del maíz cosechado debe estar limpia y desinfectada (libres de suciedad, restos de cosecha anterior y todo tipo de plagas como insectos, roedores, otros).
- Los sacos o canastillas previstas para guardar el maíz cosechado deben estar limpios, secos y apilados en paletas o estibas o alguna estructura que no permita el contacto directo del maíz cosechado con el suelo.
- Las estibas deben estar separadas de las paredes y columnas para facilitar las operaciones de estibado, descarga, limpieza. Las estibas permiten el flujo del aire y la separación entre los sacos y el suelo.
- Los equipos utensilios y herramientas para la cosecha del maíz, deben emplearse únicamente para ese fin.

¿POR QUÉ EL ACOPIO DE MAÍZ EN CAMPO DEBE SER TRANSITORIO?



Tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- El maíz es un organismo vivo, por tanto, su acopio debe ser transitorio en la unidad de producción, a fin de preservar la calidad e inocuidad del maíz cosechado.
- Como organismo vivo, respira oxígeno, produce dióxido de carbono (CO_2), energía en forma de calor y agua. El agua generada, es uno de los principales factores asociados al crecimiento de diversos géneros de hongos productores de micotoxinas *(Aspergillus, Penicillium y Fusarium)*.

FNC Fondo Nacional Cerealista

RECOMENDACIONES AL MOMENTO DE LA COSECHA DEL MAÍZ

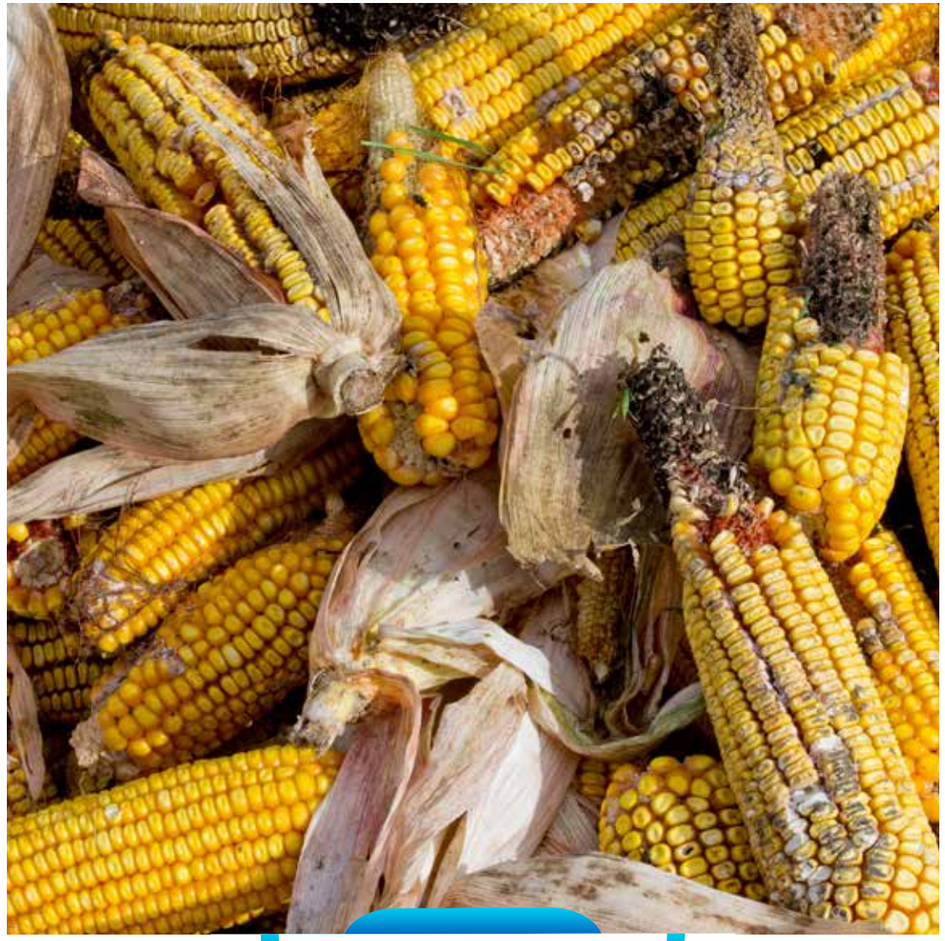
Tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

Actividad o práctica recomendada	Finalidad
No mezclar lotes de maíz sano con lotes afectados por cotorras, plagas y enfermedades (hongos, insectos, roedores, otros). VER IMAGEN 1	Evita la contaminación cruzada* entre lotes.
Durante la cosecha, determinar los parámetros tales como humedad relativa y temperatura del ambiente, así como la humedad del grano.	Registrar los valores obtenidos permite inferir sobre los riesgos asociados a la pérdida de la calidad e inocuidad del grano cosechado.
Buen uso de instrumentos de medición (higrómetros), de modo que estén ajustados para los granos correspondientes. Si es posible, calibrarlos con laboratorios acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC).	Confiabilidad de los resultados de las lecturas obtenidas por los diversos equipos.
Personal capacitado para los equipos de medición.	Uso correcto, manipulación y mantenimiento del equipo de medición.

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

IMÁGEN 1

Daño por aves y roedores



Daño hongo
(Aspergillus flavus)

FNC Fondo Nacional Cerealista

RECOMENDACIONES SOBRE LA MAQUINARIA AL MOMENTO DE LA COSECHA DEL MAÍZ

Actividad o práctica recomendada	Finalidad
Usar la maquinaria apropiada para cosechar maíz	Reduce el daño en granos de maíz (partidos y cristalizados) y a su vez evita el posterior ataque de plagas y enfermedades.
Usar maquinaria y equipos limpios, libres de restos de la cosecha anterior, insectos u otros	Evita la contaminación del grano de maíz recién cosechado con materiales contaminadas por insectos, hongos, otros
Maquinaria ajustada de acuerdo al manual técnico.	Evita la suspensión de la operación de la cosecha del maíz y minimiza las demoras en la recolección y el consecuente riesgo de afectación a su calidad e inocuidad.
Supervisión continua de la maquinaria y el equipo al momento de la cosecha	Toma de acciones rápidas y oportunas sobre eventualidades que pongan en riesgo la calidad e inocuidad del grano cosechado.

FNC Fondo Nacional Cerealista

MUESTREO PARA MEDIR LA PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN MAÍZ

Las micotoxinas tienen una distribución heterogénea (no uniforme), por lo tanto, durante el muestreo, para determinar el nivel de contaminación, tenga en cuenta lo siguiente:

- La muestra representativa está constituida por una mezcla homogénea del total de muestras incrementales (submuestras) tomadas en diferentes lugares del lote.
- Un incremento (muestreo en cereales) es, la cantidad de material tomado de una sola vez de cada punto de muestreo individual en la totalidad de un lote.
- Entre mayor número de muestras incrementales se tomen más representativa será la muestra obtenida.
- Una muestra representativa debe tomarse con el instrumento apropiado. El personal que muestrea debe tener experiencia en el manejo del equipo y usar el procedimiento de muestreo establecido.
- El procedimiento de homogenización que se realice para obtener la muestra agregada es crítico para determinar la cantidad de contaminante presente.
- Tener en cuenta la Norma Técnica Colombiana NTC 271 (2012-04-18). Cereales y Productos Cereales. Muestreo.

FNC Fondo Nacional Cerealista

Metrología

Es la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. Incluye aspectos teóricos y prácticos de las mediciones, como la incertidumbre de la medida y su campo de aplicación. Existen varias clases de metrología: científica, industrial y legal.

La metrología legal busca:

- Obtener un nivel de protección para los consumidores con respecto a la seguridad, el ambiente e intereses económicos.
- Garantizar la exactitud en transacciones comerciales (peso adquirido) y facilitar el intercambio.
- Prevenir el fraude.
- Asegurar el cumplimiento de requisitos de instrumentos de medición.

En Colombia, con el fin de proteger a los consumidores, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) se encarga de:

- Vigilar y controlar los pesos y medidas de los productos en el mercado.
- Verificar que los instrumentos de medición suministren medidas exactas como los dispensadores de combustibles, básculas y balanzas.
- Vigilar sectores críticos del mercado como, alimentos, productos de limpieza, combustibles, drogas, entre otros.

Vocabulario Internacional de Metrología-VIM

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)-Metrología

Es indispensable tener en cuenta las unidades del sistema internacional (SI), algunas son:

Magnitud de base	Unidad de base	
Nombre	**Nombre**	**Símbolo**
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s

Algunas unidades como las siguientes, no pertenecen al sistema internacional (SI), pero se permite su uso junto con las del SI.

Algunas unidades que no pertenecen al sistema internacional (SI)		
Magnitud	**Nombre la unidad**	**Símbolo**
Volumen	Litro	**L, l**
Masa	Tonelada	**t**
Área	Hectárea	**ha**

Centro Español de Metrología. (2006). El Sistema Internacional de Unidades SI. (8.va ed.). Organización Intergubernamental de la Convención del Metro, Oficina Internacional de Pesas y Medidas. p.35.

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

IMPORTANCIA DE LAS MEDICIONES

La mediciones correctas nos ayudan a tomar las mejores decisiones durante el proceso productivo y con ello obtener un maíz de calidad. A su vez, nos permiten evidenciar las características de calidad y propiedades específicas del grano o la cosecha, e incidir en el precio, o en su direccionamiento hacia industrias específicas.

FNC Fondo Nacional Cerealista

MEDICIONES DURANTE LA PRODUCCION DE MAÍZ

Todas las mediciones que se realizan durante la producción y cosecha de maíz se deben llevar a cabo de forma correcta. Algunas de ellas son:

- Medir el contenido de macro y micronutrientes en el suelo.
- Medir para la preparación y aplicación de agroquímicos
- Analizar el agua de riego
- Determinar la humedad del grano
- Medir la cantidad de contaminantes
- Determinar el grado de calidad del grano

Para estas mediciones, es fundamental tomar una muestra representativa para ser para ser enviada a análisis en laboratorio, el cual debe demostrar experiencia y competencia técnica según las mediciones que realicen.

Los resultados obtenidos de mediciones correctas, después de ser analizados y comparados, nos permitirán tomar decisiones acertadas.

FNC Fondo Nacional Cerealista

MEDICIONES-METROLOGÍA

Las mediciones que se realizan durante el proceso de producción del maíz deben seguir un protocolo previamente establecido por los expertos o el profesional de campo a cargo del cultivo y además tener en cuenta lo siguiente:

- Los instrumentos o dispositivos de medición deben estar calibrados.
- Los instrumentos medición deben ser los apropiados de acuerdo con la magnitud, las unidades y las condiciones para realizar la medición.
- Los instrumentos de medición se deben utilizar de forma correcta y bajo las condiciones establecidos por el fabricante.
- Los laboratorios que realicen calibraciones deben estar acreditados ante el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC).

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

Metrología - Mediciones

- Toda medición debe disponer de un procedimiento que describa de manera detallada las actividades, las características y manejo del instrumento y los cálculos con sus unidades.

- La trazabilidad de las mediciones es fundamental para asegurar su confiabilidad, ya que se deben relacionar a los patrones nacionales o internacionales de medición.

- Los resultados de las mediciones, los procedimientos utilizados y toda la información relevante, se debe archivar y conservar de manera que permita su consulta posterior y sirva como soporte de la trazabilidad del proceso en caso de ser necesario.

FNC Fondo Nacional Cerealista

¿Por qué es importante hacer mediciones y hacerlo bien?

CALIDAD E INOCUIDAD

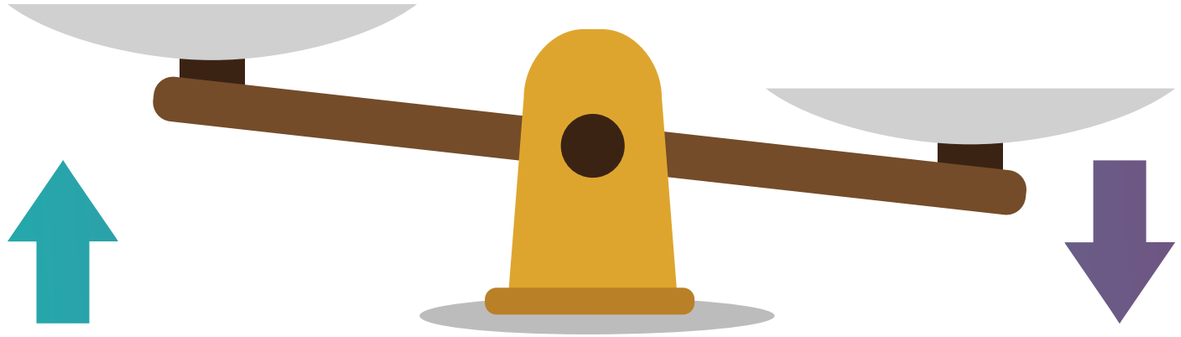
Fomento de una cultura metrológica en el proceso del cultivo del maíz

La implementación de la cultura de las mediciones requiere de un **esfuerzo** y **compromiso** en cuanto a:

- Conocimiento del fundamento y aplicaciones de las mediciones
- Elaboración y aplicación de procedimientos
- Uso y cuidado de los instrumentos.

Hacer las mediciones de manera correcta es importante por lo siguiente:

- Genera confianza, en cuanto al control del cultivo y la calidad e inocuidad del grano cosechado
- Contribuye a garantizar la calidad de los productos y los servicios
- Facilita las transacciones comerciales
- Contribuye a la protección del medio ambiente



FNC Fondo Nacional Cerealista

Camino a la inocuidad del maíz

© Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya - Fenalce

Henry Vanegas Angarita - Gerente general
Henry Vargas Zuleta - Director del Departamento económico y de apoyo a la comercialización
Carmen Julio Duarte - Director Técnico

© Fondo Nacional Cerealista - FNC
© Autores: Paula L. Bello R., Norma S. Perilla V., Gladiana M. Praderes C, José J. Moreno C.

Conceptualización y Diseño: Brian Ramírez

Fotografías: Fenalce, Archivo Dirección Técnica y Paula L. Bello R.
página 17: ***Sitophilus zeamais:*** Departamento de Agricultura de Kansas. ***Rizhoperta dominica*** y ***Sitotroga cerealella:*** Universidad de Clemson Serie de diapositivas de extensión cooperativa del USDA.
Corcyra cephalonica. Biblioteca de imágenes de plagas y enfermedades. Todas en: Bugwood.org. Licencia: ***Creative Commons Attribution 3.0.***

ISBN: 978 - 958 - 53185 - 0 - 2
ISBN (digital): 978 - 958 - 53185 - 1 - 9

Proyecto: Fortalecimiento de BPAs y generación de capacidades de metrología para la cadena productiva del maíz en la región de Córdoba como componente de la estrategia nacional de inocuidad y trazabilidad con énfasis en micotoxinas.

fenalce
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

FNC Fondo Nacional Cerealista

www.fenalce.co

fenalce

Federación Nacional de Cultivadores
de Cereales y Leguminosas

FNC Fondo Nacional Cerealista

ISBN: 978-958-53185-0-2