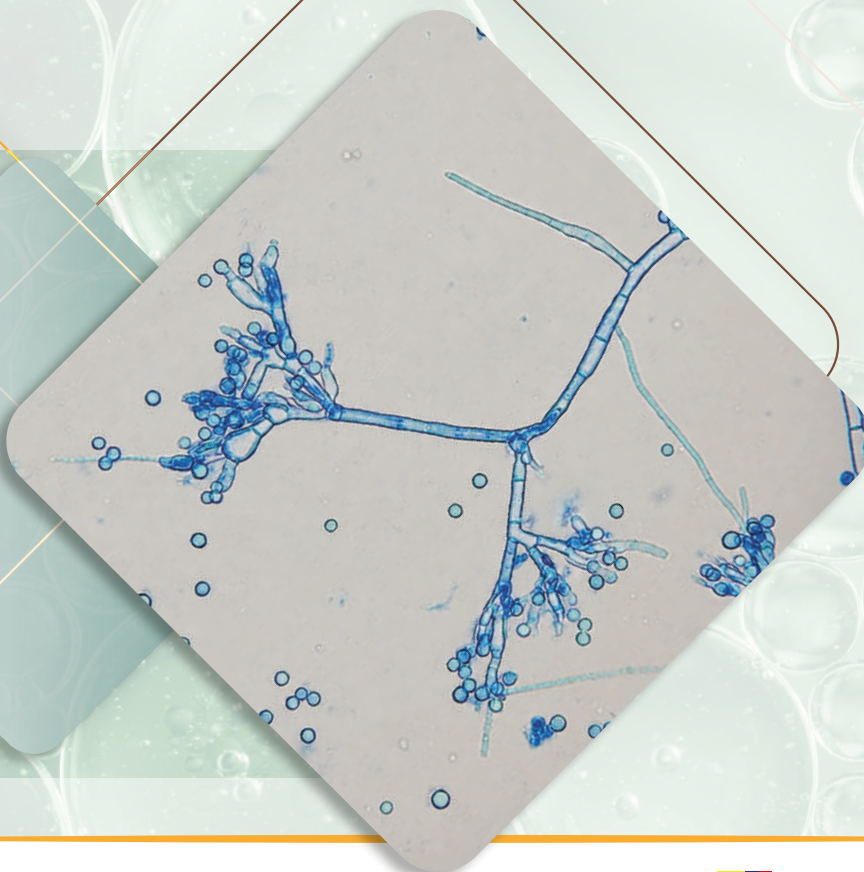




MANUAL PARA LA PREVENCIÓN **DE LA CONTAMINACIÓN** POR HONGOS Y MICOTOXINAS EN GRANOS DE CACAO



Manual para la prevención de la contaminación por hongos y micotoxinas en granos de cacao

COMISIÓN DE FOMENTO CACAOTERO

Ministerio de Agricultura y Desarrollo
Rural

Ministerio de Comercio, Industria y
Turismo

Ministerio de Hacienda y Crédito
Público

Departamento Nacional de
Planeación

Jorge Fernando Castaño R.
Representante de productores

Elías Arévalo Díaz
Representante de productores

Miguel Eduardo Parra W.
Representante de productores

FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS

Eduard Baquero López
Presidente ejecutivo

Nubia Stella Castro Guerrero
Gerente administrativa

Luis Eduardo López Romero
Gerente técnico

AUTORES

Ruiz Guerrero, Daniel A.*

Vargas Fuquen, Valeria.*

Vásquez Patiño, Lisset C.*

Barrios Calderón, Maira A.*

Silva Domínguez, Ana M.*

Méndez Díaz, Luz M.*

Silva-Sayago, Jorge A.*

Ortiz Galeano, Laura S.**

Domínguez Amoroch, Omar A.**

*Programa de Bacteriología y
Laboratorio Clínico, Facultad de
Ciencias Médicas y de la Salud,
Universidad de Santander.

**Grupo de Investigación e Innovación
en Cacao, Federación Nacional de
Cacaoteros - FEDECACAO.

Edición

Edgar Mauricio Avella Patarroyo.

Diseño y Diagramación

César Bejarano Rojas.

Impresión

Grafismo Impresores y Editores Ltda.

ISBN digital: 978-628-97406-8-4

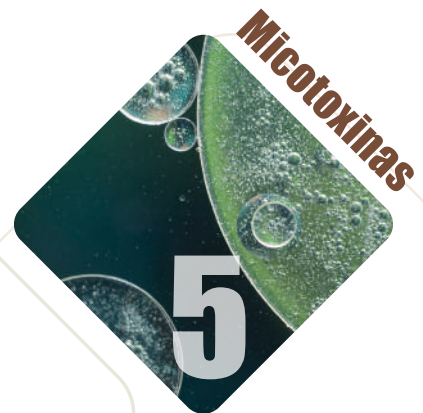
ISBN físico: 978-628-97406-7-7

Bucaramanga, Santander
Colombia

Diciembre de 2025



CONTENIDO



1

INTRODUCCIÓN

Originario de la cuenca del Alto Amazonas, el árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.) se cultiva en diferentes regiones de Colombia, forma parte importante de la actividad agrícola y es reconocido como un elemento cultural diferenciador nacional.

El cacao, esencial para la producción del chocolate, se caracteriza por requerir condiciones especiales de sombra y prospera en ambientes con humedad alta y constante, factores que favorecen su desarrollo.



Árbol de Cacao (*Theobroma Cacao* L.)

Durante la poscosecha, los granos de cacao están expuestos a la contaminación y colonización por diversos microorganismos durante las diferentes etapas del proceso. Durante este ciclo, pueden desarrollarse hongos filamentosos, en algunos casos, llegando a generar afectación de los granos condicionando aspectos como la calidad y la inocuidad de los productos derivados de ellos.

Una de las principales preocupaciones de la contaminación por hongos filamentosos es la producción de sustancias llamadas **micotoxinas**, componentes que pueden llegar a tener efectos sobre la salud si se encuentran en altos niveles, ya que pueden transferirse a los derivados del grano.

Factores como la temperatura y la humedad influyen directamente en el desarrollo de hongos en los cultivos y contaminación de los granos durante el proceso poscosecha.

Adicionalmente, durante los procesos de fermentación y secado se pueden generar condiciones propicias para el crecimiento de los hongos cuando no se realizan de manera adecuada.

Señales de alerta de contaminación por hongos en cacao.

Cambios en el color del grano:

- Aparición de manchas amarillas, marrones o negras.
- Color desigual o manchas oscuras en los granos.

Olores desagradables:

- Olor del grano a humedad o moho.
- Olor a moho durante la fermentación.

Presencia visible de moho

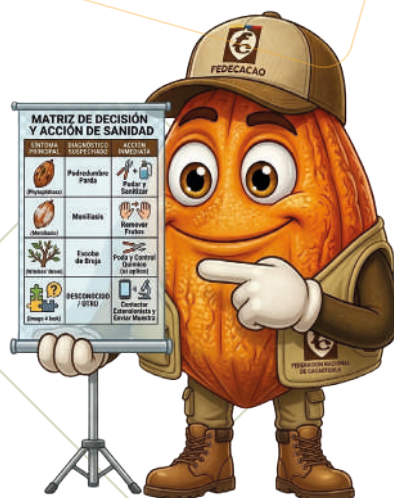
- Aparición de polvo o capa blanquecina, verde o azul.
- Pelusa o manchas de moho en los granos.

Presencia de insectos

- Presencia de moscas, ácaros o pequeños insectos.
- Insectos caminando sobre los granos o cerca del almacenamiento.
- **Alerta:** Los insectos transportan esporas de hongos que pueden infectar los granos de cacao.



Fruto del Cacao





2

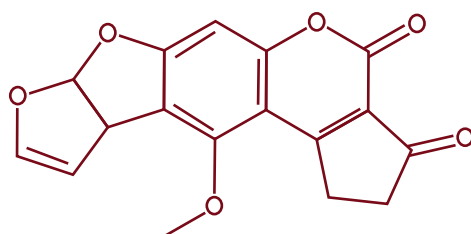
MICOTOXINAS

Las micotoxinas son sustancias químicas tóxicas, producidas por hongos, que pueden contaminar los alimentos. Una gran variedad de hongos filamentosos (mohos) de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Penicillium* y *Stachybotrys* producen de forma natural este tipo de sustancias, entre ellas se destacan la **ocratoxina A** y **las aflatoxinas**, las cuales pueden encontrarse tanto en los granos de cacao como en el producto final.

Las micotoxinas son compuestos químicamente estables y resistentes a altas temperaturas, lo que les permite persistir incluso después del procesamiento de los alimentos.

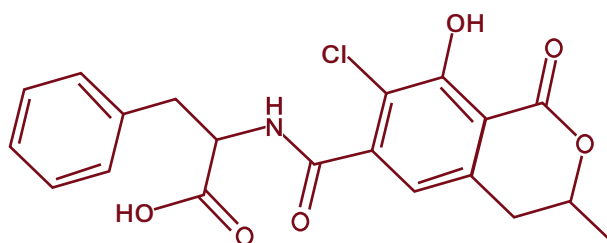
¿Cómo afectan a la salud?

A nivel de salud, la persistencia de estas micotoxinas durante el procesamiento del cacao representa un riesgo significativo para la salud humana y animal. Esto se debe a sus efectos adversos, que incluyen la genotoxicidad (Capacidad para producir daño genético en las células) y la capacidad de inducir cáncer.



Aflatoxina B1

$C_{17}H_{12}O_6$



Ocratoxina A

$C_{20}H_{18}ClNO_6$

Además, estas toxinas pueden interferir con el desarrollo fetal y disminuir la capacidad del organismo para resistir enfermedades infecciosas, debido a su efecto inmunosupresor.

En cacao se detectan sobre todo aflatoxinas (AFB1, B2, G1, G2) y ocratoxina A (OTA), producidas por especies de *Aspergillus* y *Penicillium* (Copetti et al., 2014; Subroto et al., 2023).

Aspergillus es un género de hongos filamentosos, el cual es un contaminante habitual de alimentos almacenados como los granos y cereales (Serrano & Cardona, 2015). Las principales toxinas producidas por este hongo son las aflatoxinas y las ocratoxinas.

Los principales factores que favorecen el crecimiento de hongos y la biosíntesis de micotoxinas en el grano almacenado son la alta humedad del grano (16-30%), la temperatura cálida del grano (25-32 °C) y la alta humedad relativa del aire (80-100%) (Neme & Mohammed, 2017).

Aspergillus niger



Foto: Laura Sabrina Ortiz



Hongos filamentosos creciendo sobre granos de cacao en medio de cultivo PDA.



Tipos de micotoxinas

Aflatoxina B1: Está clasificada como cancerígena para las personas y puede causar daño hepático grave, aumentar el riesgo de cáncer de hígado y debilitar el sistema inmunológico.

Ocratoxina A: Esta sustancia puede dañar principalmente los riñones y el sistema inmunitario, considerándose un posible causante de cáncer en humanos.

Fumonisin B1 y B2: El consumo prolongado de estas toxinas se asocia con daños en el hígado y los riñones, alteraciones del sistema digestivo, debilitamiento de las defensas y efectos tóxicos en el organismo.

El cambio climático y las condiciones ambientales variables están favoreciendo la aparición de hongos que producen micotoxinas, por ello es importante que se realice un adecuado control en finca para evitar la contaminación de las plantas y los granos.



Recuerde que...

Las micotoxinas representan un riesgo para la salud humana y animal y comprometen la seguridad alimentaria al reducir la disponibilidad de alimentos seguros y nutritivos.

¿Cuál es la importancia de las micotoxinas en la regulación comercial?

Conocer los límites de los contaminantes en el mercado al que se quiere llegar es parte importante al producir cacao inocuo. Las regulaciones de la Unión Europea (UE) son hoy la referencia más estricta frente al tema de la inocuidad alimentaria; en la tabla se encuentran los límites permitidos según la norma europea.

Contaminante / producto	Límite UE	Marco
Ocratoxina A — cacao en polvo (consumidor final)	3,0 µg/kg	Reg. (UE) 2023/915

La UE no fija un límite de Ocratoxina A (OTA) específico para el grano de cacao crudo, pero los compradores controlan el grano contra el límite del producto en polvo. En Colombia, la Resolución 4506 de 2013 establece límites de contaminantes (incluidas aflatoxinas y OTA) para el mercado interno, y el INVIMA vigila su cumplimiento.

Otro mercado de importancia, los Estados Unidos de América, no fija un límite legal de OTA para el cacao, pero la FDA (Food and Drug Administration) puede actuar contra productos contaminados.

Conviene confirmar siempre los requisitos vigentes con el comprador antes de exportar.

¿Cómo evitar o reducir la contaminación por hongos y sus micotoxinas?

Recomendaciones para los productores

Limpieza constante: Desinfectar los espacios donde se fermenta y almacena el cacao.

Almacenamiento seco: Mantener el grano en sacos limpios y en lugares frescos, con humedad relativa menor al 70 %.

Fermentación controlada: Evitar el contacto directo con el suelo.

Secado adecuado: Realizarlo en lugares ventilados, con cubiertas plásticas o marquesinas, evitando el resecado bajo lluvia.

Clasificación del grano: Retirar granos dañados, mohosos o con mal olor antes del secado y almacenamiento.



Hacia un cacao más inocuo y competitivo

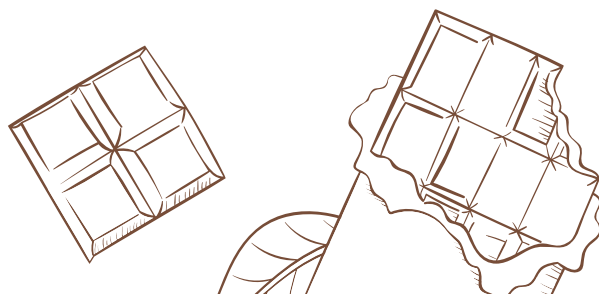
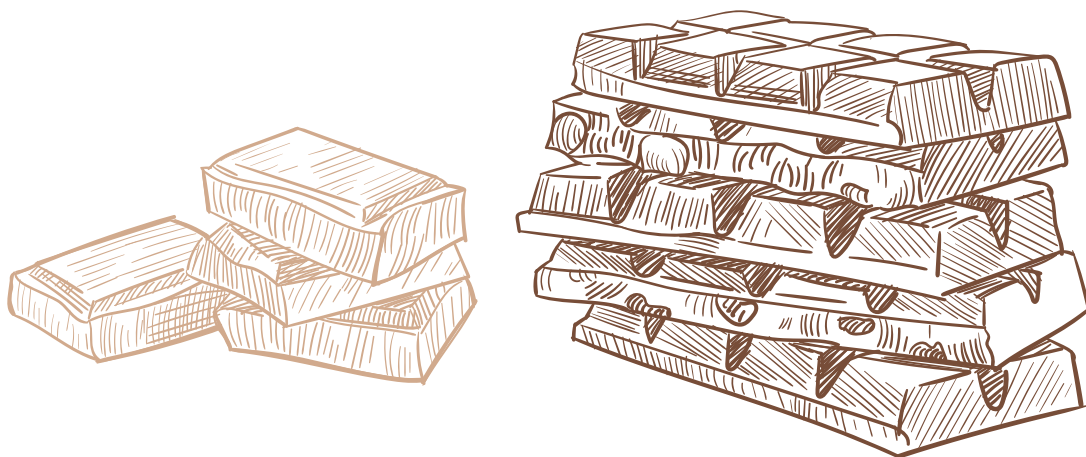
Estas prácticas ayudan a mejorar la postcosecha y fortalecen el valor del cacao en los mercados nacionales e internacionales, asegurando un producto más limpio, seguro y de mejor calidad.

Trazabilidad, muestreo y documentación

Vender a mercados exigentes implica poder demostrar de dónde viene el grano y en qué condiciones se manejó. La trazabilidad ya no es opcional, es parte del producto.

- Identifique cada lote: origen (finca/vereda), fecha de cosecha, fermentación y secado, y humedad de entrada al acopio.
- No mezcle lotes de distinta humedad, calidad o procedencia; una mezcla puede arrastrar todo el lote a un rechazo.
- Conserve registros: controles de humedad, pruebas de corte, análisis de laboratorio (OTA, cadmio) y guías de transporte.
- Muestreo representativo: tome submuestras de varios puntos del lote; un resultado de laboratorio sólo es válido si la muestra representa todo el lote.







3

PRÁCTICAS RECOMENDADAS

3.1 Antes de la cosecha

Antes de la cosecha, el mucílago y las semillas de cacao dentro de un fruto sano son microbiológicamente estériles y no presentan contaminación por hongos. La contaminación puede iniciarse durante la apertura de la vaina y el manejo posterior o puede producirse por la introducción de esporas transportadas por insectos en frutos dañados.

Para reducir la formación de esporas de hongos y proteger los granos de cacao, se recomienda mantener las plantas y las mazorcas saludables mediante buenas prácticas agrícolas.



- Es importante realizar un adecuado manejo fitosanitario en el cultivo, remover frutos enfermos y garantizar condiciones de humedad y temperatura adecuadas mediante la poda y el manejo de sombríos.

3.2 Cosecha

Para mantener la sanidad del cultivo y reducir el riesgo de contaminación, se recomienda realizar una ronda de limpieza semanal en la finca.



Durante la cosecha, se deben retirar los frutos enfermos o deteriorados usando herramientas exclusivas, o realizar una adecuada desinfección de las herramientas y mantener los frutos afectados alejados de las vainas sanas para evitar la propagación de enfermedades y conservar la sanidad del cacao.



La persona encargada de la cosecha debe evitar cortes o lesiones en los frutos de cacao, ya que estos daños pueden facilitar la entrada de hongos y la formación de micotoxinas.



Frutos enfermos



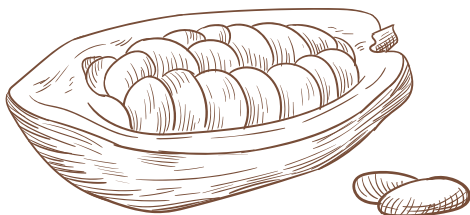
*Elementos descartables antes de fermentar:
placenta, granos vanos y dañados*



La recolección del cacao debe realizarse con herramientas adecuadas y en buen estado. Además, es importante mantener limpias las herramientas y los canastos de transporte.



Una vez abiertos los frutos, quitar la placenta para evitar defectos en la fermentación.



3.3 Almacenamiento y apertura de los frutos de cacao:



Los frutos deben ser almacenados en lugares limpios, secos y con baja humedad.



Se debe evitar al máximo almacenar los frutos en áreas con presencia de insectos u otro tipo de animales.



Se recomienda abrir los frutos lo antes posible (máximo siete días después de la cosecha) para prevenir el crecimiento de hongos.



El traslado de los granos frescos hasta el área de fermentación debe realizarse en condiciones higiénicas para evitar la contaminación.



Frutos amontonados durante cosecha

3.4 Fermentación

La fermentación del cacao es clave para desarrollar su sabor y aroma. Sin embargo, prácticas inadecuadas, como fermentar sobre esterillas de secado o en espacios con alta humedad, pueden favorecer el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas como la ocratoxina A (OTA).



Recomendaciones para una fermentación eficiente y segura:



Duración de la fermentación:

La fermentación del cacao debe durar entre 4 y 7 días, según el tipo de cacao y las condiciones ambientales, para evitar el crecimiento de hongos productores de ocratoxina A (OTA).



Remoción de la Masa Mucilaginosa:

Se debe remover la masa de cacao regularmente para distribuir el calor de forma uniforme, favorecer la aireación y evitar el crecimiento de hongos.



Condiciones de fermentación:

Utilizar contenedores con buena aireación y drenaje, y cubrir el cacao con materiales limpios (sacos de yute u hojas de plátano) para mantener temperatura y humedad adecuadas.

Aplicar estas buenas prácticas reduce el riesgo de micotoxinas y garantiza un cacao de mejor calidad, más seguro y con mayor valor comercial.



3.5. Procedimiento de secado



Área de secado:

Secar el cacao en superficies elevadas (madera o cemento) para evitar el contacto con el suelo y mejorar la circulación de aire.



Espesor de la capa:

Extender los granos en una capa delgada (máximo 6 cm) para asegurar un secado uniforme y eficiente.



Separación de granos:

No mezclar granos en diferentes etapas de secado. Identificarlos y mantenerlos separados para un mejor manejo del proceso.





Remoción de los granos:

Remover los granos entre 5 y 10 veces al día para asegurar un secado uniforme.



Control de humedad:

Mantener los granos secos (humedad menor a 7,5%) y actividad de agua (aw) $< 0,70$; mover entre 5 y 8 veces al día para prevenir el crecimiento de hongos.

3.6. Almacenamiento y transporte

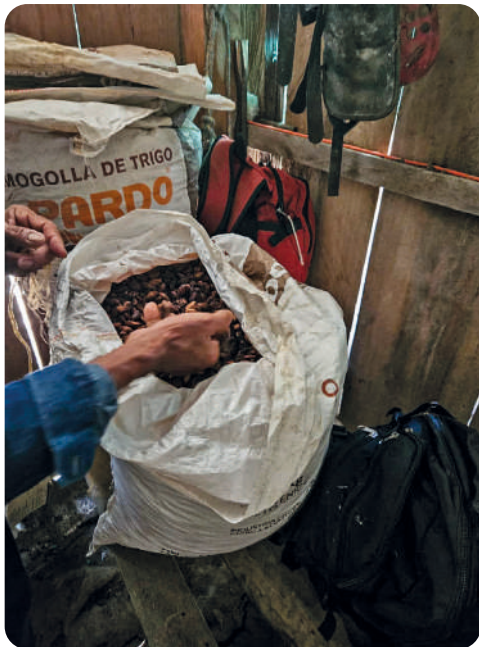
El buen almacenamiento de las semillas de cacao es crucial principalmente para la preservación de su vitalidad y calidad, facilitando su distribución en el tiempo y espacio para su uso.



Mantenimiento y limpieza:

Mantener las instalaciones limpias y en buen estado, evitando daños en los granos. El personal debe cumplir con higiene adecuada.





Ubicación de los costales:

- Almacenar los costales en lugares secos, ventilados y limpios, sobre plataformas y alejados de muros para asegurar buena circulación de aire y evitar plagas.
- Evitar luz solar directa y fuentes de calor, para prevenir cambios de temperatura y migración de humedad.
- Aplicar programas de limpieza e inspección periódica para que los granos no se deterioren ni se humedezcan nuevamente.

Regulación y control de hongos presentes en alimentos en Colombia

Entidades y normas de control del cacao en Colombia

Entidades

- **ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)**
Vigila la sanidad del cultivo y la poscosecha.
- **INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos)**
Controla la inocuidad del cacao para consumo humano.

Normas y planes clave

- **Resolución 4506 de 2013:** Define los límites máximos de contaminantes, incluyendo aflatoxinas y ocratoxina A.
- **Plan Nacional de Vigilancia de Micotoxinas (2021 y 2023):** Estrategias de muestreo y control de micotoxinas en alimentos procesados (INVIMA).
- **Normas Técnicas Colombianas (NTC – ICONTEC):** Métodos de muestreo y análisis que respaldan la inspección y control de calidad.

Importante

Estas normas no son exclusivas del cacao, sino que regulan la inocuidad de diversos alimentos y sirven como marco de referencia para el control de hongos y micotoxinas en el cacao.

¡Para tener en cuenta!

La presencia de hongos filamentosos, especialmente del género *Aspergillus*, representa un riesgo crítico de micotoxinas que afecta la inocuidad del cacao y su competitividad.

La adopción de buenas prácticas agrícolas, junto con fermentación, secado y almacenamiento controlados, reduce significativamente la contaminación, preserva la calidad del grano y asegura un producto seguro y apto para comercialización.

Es fundamental promover la formación continua de los productores y el acompañamiento técnico en campo para garantizar procesos seguros, sostenibles y alineados con los mercados nacionales e internacionales.





REFERENCIAS

Comisión del Codex Alimentarius. (2020). Principios generales de higiene de los alimentos (CXC 1-1969, rev. 2020). FAO; OMS. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>

Comisión Europea. (2022). Reglamento (UE) 2022/1370 de la Comisión, de 5 de agosto de 2022, por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 1881/2006 en lo relativo a los límites máximos de ocratoxina A en determinados productos alimenticios (DO L 206). Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1370/oj>

Comisión Europea. (2023). Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión, de 25 de abril de 2023, relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 1881/2006 (DO L 119, pp. 103-157). Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj>

Copetti, M., Iamanaka, B. T., Pitt, J., & Taniwaki, M. (2014). Fungi and mycotoxins in cocoa: from farm to chocolate.. International journal of food microbiology, 178, 13-20 . <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.023>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2021). Cacao en grano. Requisitos y métodos de ensayo (NTC 1252). ICONTEC.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2021). Plan Nacional de Vigilancia de Micotoxinas en alimentos. INVIMA. <https://www.invima.gov.co/>

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2023). Plan Nacional de Vigilancia de Micotoxinas en alimentos. INVIMA. <https://www.invima.gov.co/>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 4506 de 2013, por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones (Diario Oficial No. 48.960). <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30042077>

Neme, K., & Mohammed, A. (2017). Mycotoxin occurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies. A review. Food Control, 78, 412-425. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.012>.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2023). Reglamento (UE) 2023/1115, de 31 de mayo de 2023, relativo a la comercialización en el mercado de la Unión y a la exportación desde la Unión de determinadas materias primas y productos asociados a la deforestación y la degradación forestal, y por el que se deroga el Reglamento (UE) n.º 995/2010 (DO L 150). Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1115/oj>

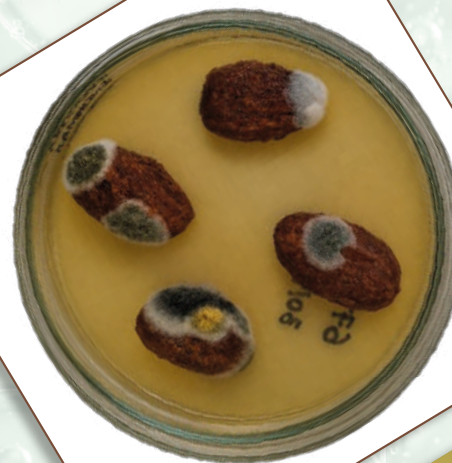
Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2025). Reglamento (UE) 2025/2650, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2023/1115 en lo relativo al aplazamiento de su aplicación y a determinadas simplificaciones. Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/2650/oj>

Serrano-Coll, H. A., y Cardona-Castro, N. (2015). Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. CES Medicina, 29(1), 143–151.

Subroto, E., Djali, M., Indiarto, R., Lembong, E., & Baiti, N. (2023). Microbiological Activity Affects Post-Harvest Quality of Cocoa (Theobroma cacao L.) Beans. Horticulturae. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070805>



MANUAL PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
POR HONGOS Y MICOTOXINAS
EN GRANOS DE CACAO



**Universidad
de Santander**
UDES

ISBN: 978-628-97406-7-7



9 786289 740677



**FEDERACION
NACIONAL DE
CACAOTEROS**
FONDO NACIONAL DEL CACAO