

Aracelly Vega Ríos, Heriberto Franco,
Stephany Reyes, Javier De León, Alexis Bonilla



MANUAL PARA LA PREVENCIÓN
DE CONTAMINACIÓN DE LOS
GRANOS DE CAFÉ, CON
HONGOS PRODUCTORES DE
MICOTOXINAS Y MÉTODOS DE
DETECCIÓN DE MICOTOXINAS.



Sistema Integrado de Divulgación Científica

Aracelly Vega Ríos, Heriberto Franco, Stephany Reyes,
Javier De León, Alexis Bonilla.

MANUAL PARA LA PREVENCIÓN
DE CONTAMINACIÓN DE LOS
GRANOS DE CAFÉ, CON
HONGOS PRODUCTORES DE
MICOTOXINAS Y MÉTODOS DE
DETECCIÓN DE MICOTOXINAS.



Diciembre 2013

632.4
V422

Vega Ríos, Aracelly

Manual para la prevención de contaminación de los granos de café con hongos productores de micotoxinas y métodos de detección de micotoxinas / Aracelly Vega Ríos y otros. – 1ra. ed. – Chiriquí, Panamá : Sistema Integral de Divulgación Científica de la Universidad Autónoma de Chiriquí, 2014.
25 p. : il. ; 22 cm.

ISBN 978-9962-9031-0-9

1. Café – Enfermedades y plagas 2. Hongos patógenos en la agricultura 3. Plantas agrícolas (Panamá) – Enfermedades y plagas 4. Patología vegetal 5. Control de plagas – Café 6. Micotoxinas

I. Franco, Heribeto, coaut. II. Reyes, Stephany, coaut.
III. De León, Javier, coaut. IV. Bonilla, Alexis, coaut. V. Título
FAdeC



UNACHI
Hombre y cultura para el porvenir

Universidad Autónoma de Chiriquí

© Aracelly Vega Ríos, Heriberto Franco, Stephany Reyes, Javier De León, Alexis Bonilla

Primera edición: 2014

Dirección Editorial del Sistema Integral de Divulgación Científica UNACHI

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

Ciudad Universitaria, Vía Interamericana,
David, Chiriquí, República de Panamá
Vicerrectoría de Investigación y Posgrado
Tel.: (507) 730-5300 ext. 3001 - 3002
Laboratorio de Recursos Naturales Tel.: (507) 774-6725
investigacion_posgrado@unachi.ac.pa
www.unachi.ac.pa

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

M.Sc. Etelvina de Bonagas

Rectora

M.Sc. José Coronel

Vicerrector Académico

Dr. Roger Sánchez

Vicerrector de Investigación y Posgrado

M.Sc. Rosa Moreno

Vicerrectora Administrativa

Dr. Mario L. Pihí

Secretario General

FICHA TÉCNICA

215.9mm

25 páginas

100 ejemplares

Imprenta Universitaria UNACHI

Fotografía: Dra. Aracelly Vega Ríos

Diseño gráfico y Diagramación: IO.03.2014

Colaboración: FAdeC.03.2014

Publicación del Sistema Integral de divulgación científica UNACHI. Marzo 2014

Contenido

I. Introducción	5
II. Contenido	
1. Hongos productores de micotoxinas	7
2. Condiciones ambientales para el desarrollo de hongos productores de micotoxinas	8
3. Efecto de las micotoxinas en la calidad del café. Normas internacionales	10
4. Metodologías utilizadas en la detección y cuantificación de micotoxinas	11
A. Pruebas microbiológicas	12
B. Pruebas químicas	12
5. Recomendaciones para evitar la presencia de micotoxinas en café	16
A. Precosecha	16
B. Cosecha	17
C. Poscosecha	18
1. Procesamiento húmedo	20
2. Procesamiento en seco	20
3. Secado del café y almacenamiento	20
III. Infografía	22
IV. Referencias	23

I. **Introducción**

Este manual, relacionado con las recomendaciones para el manejo del proceso de cultivo y poscosecha del café, tiene como objetivo servir de guía para lograr que el café producido en Panamá, sea un producto de alta calidad y seguro para la salud de los consumidores. El mismo está dirigido a todos los trabajadores de la industria del café, como productores, beneficiadores, torrefactores, técnicos de laboratorio, administradores y dueños de estas empresas.

El tema central es cómo disminuir los riesgos de contaminación por micotoxinas del café, desde su cultivo hasta su procesamiento. Se ofrece información sobre los hongos productores de micotoxinas, las condiciones ambientales que necesitan los hongos para su crecimiento, las micotoxinas más peligrosas para la salud humana, las normas sobre los límites permitidos de presencia de estas micotoxinas, las diferentes técnicas de detección. Se presentan las recomendaciones de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para evitar la presencia de micotoxinas en las diferentes presentaciones de café, desde el café cereza hasta el café molido.

El manual es un valioso aporte para la industria del café en Panamá, ya que en el país se produce café para la exportación, y a pesar de que aún no existe una norma nacional sobre la presencia de micotoxinas en el café, debe cumplir con las normas que regulan el comercio internacional del café, en lo referente a las micotoxinas y que son de obligatorio cumplimiento en la Unión Europea, Estados Unidos de América, Asia, por citar algunos casos.

Este manual es uno de los productos de la ejecución del

Proyecto “Determinación de los Niveles de Ocratoxina A (OTA) y Aflatoxinas, en Granos de Café Orgánico Post-Cosecha en la Provincia de Chiriquí y Comarca Ngöbe-Buglé, para Generar un Servicio Tecnológico de Análisis a los Productores de Café de Estas Áreas”, financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT).

II. Contenido

1. Hongos productores de micotoxinas

Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos que son producidos por cepas toxicogénicas de especies de algunos géneros de mohos. Estos metabolitos pueden producir micotoxicosis, que es el nombre que se da al grupo de enfermedades y trastornos originados en el hombre y los animales expuestos a micotoxinas. Se han identificado más de 200 micotoxinas, pero las más frecuentes en alimentos para animales y humanos son: aflatoxinas, ocratoxinas, zearalenona, fumonisinas, toxinas tricotecenas, critinina, patulina, ácido penicílico, sterigmatocistina, toxinas de alternaría, toxinas termogénicas. Rubratoxinas A y B, luteoskirina, islanditoxina, rugulosina y citreoviridina.

Para el crecimiento de los hongos y la producción de micotoxinas existen tres factores fundamentales que son condicionantes:

a-Físicos: humedad o agua libre y actividad de agua (aw), temperatura, zonas de microflora e integridad física de los granos.

b-Químicos: pH, composición del sustrato, nutrientes minerales, potencial de oxi-reducción, O_2/CO_2 .

c-Biológicos: presencia de invertebrados y cepas específicas.

Entre los géneros de mohos y levaduras productores de micotoxinas, de mayor interés se encuentran:

Mohos: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Helminthosporium*, *Monilia*, *Geotrichum*, *Gleosporium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Sporotichum*, *Trichotecium*, *Absidia* y *Thamnidium*.

Levaduras: *Candida*, *Rhodotorula*, *Mycoderma* y

Torulopsis.

De todas las micotoxinas mencionadas, las que pueden representar mayor riesgo de micotoxicosis en animales y humanos son: *Aspergillus* (aflatoxinas y ocratoxina A), de *Fusarium* (zearalenona, vomitoxina o deoxivinivalenol, fumonisinas, toxina T-2, diacetoxiscirpenol, monoacetoxiscirpenol, triacetoxiscirpenol y escirpentriol) y de *Penicillium* (patulina).



Figura 1. Hongos productores de micotoxinas (*Aspergillus*, *Penicillium*) creciendo sobre granos de café.

2. Condiciones ambientales para el desarrollo de hongos productores de micotoxinas

El *Aspergillus* es un moho propio de la flora de almacenamiento. La temperatura mínima para desarrollarse y producir micotoxinas es de 10-12°C, produciéndose micotoxinas entre los 11 y 36°C, con una actividad de agua de 0.75-0.83. Las ocratoxinas y las aflatoxinas son las principales micotoxinas producidas por este moho. Existen siete tipos de ocratoxinas,

siendo la más tóxica la ocratoxina A (OTA). La OTA es un agente nefrotóxico, teratogénico, inmonotóxico y posiblemente también con propiedades neurotóxicas. OTA también es producida por algunas especies de *Penicillium*.

El *Fusarium* es un género de moho que forma parte de la flora de campo (sustratos fitopatógenos, plantas vivas) y de la flora intermedia (sustratos de cereales recién recogidos y aún húmedos). Este moho crece a temperaturas entre 6-40°C, con un rango óptimo de 18-30°C. Es aerobio y necesita en general una actividad de agua (aw) superior a 0.88 para crecer y proliferar y superior a 0.91 para producir micotoxinas.

La OTA y en menor grado, la aflatoxina, producidas en el café por el hongo *Aspergillus*, sobreviven al tostado y pueden presentarse en los granos de café crudos y tostados.

En granos de *Coffea arabica* L., procesados por vía húmeda y por vía seca, se ha reportado la incidencia de Ocratoxina A, en niveles de 0.1-5.0 µg/kg, producidas por las especies *A. ochraceus*, *A. sulphureus* y *A. sclerotiorum*. Los granos de café de la fracción de flote presentaron una alta contaminación por hongos, porque dicha fracción está formada por frutos defectuosos y están más expuestos a los cambios climáticos en la plantación y a la contaminación microbiana, a través del ciclo de procesamiento y producción del café (Batista et al., 2008). Otras especies de hongos productores de micotoxinas encontrados en granos verdes de café arábica procesados son del género *Penicillium*, como: *P. aurantiogriseum*, *P. citrium*, *P. solitum*, *P. brevecompactum* (Batista et al., 2003).

Durante la cadena de procesamiento del café verde, se ha encontrado para el procesamiento húmedo, niveles

de OTA de 2.3-697 µg/kg de café, para el procesamiento mecánico de 2.6 µg/kg y en el procesamiento seco de 5.1 µg/kg, siendo los hongos productores de micotoxinas: *A. ochraceus* y *A. niger* (Suárez-Quiroz et al., 2004).

3. Efecto de las micotoxinas en la calidad del café. Normas internacionales

La globalización del comercio ha dificultado la forma de tratar con las micotoxinas, porque las normas reguladoras son cada vez más estrictas. Mientras los países desarrollados cuentan con infraestructuras adecuadas para el seguimiento de las normas internas de calidad de los alimentos, los países en vías de desarrollo no cuentan con los controles de protección de la calidad alimentaria y no pueden cumplir con estos estándares de seguridad en sus países. Por otra parte, los alimentos para la exportación tendrán que cumplir con las normas del CODEX Alimentarius, con lo que sólo los alimentos de calidad podrán entrar a los países desarrollados.

En el Reglamento (CE) N° 401/2006 de la Comisión Europea, de 23 de febrero de 2006, se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial del contenido de micotoxinas en los productos alimenticios. Otros reglamentos que fijan límites de micotoxinas en productos alimenticios son: Reglamento (UE) N° 594/2012 de la Comisión de 5 de julio de 2012, que modifica el Reglamento (CE) n° 1881/2006, por el que se fija el máximo de determinados contaminantes: ocratoxina A, PCBs no similares a las dioxinas y melanina, en los productos alimenticios (Diario Oficial de la Unión Europea 6.7.2012); Reglamento (EU) N° 165/2010 de la Comisión de 26 de febrero de 2010, que modifica, en

lo que respecta a las aflatoxinas, el Reglamento (CE) n° 1881/2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (Diario Oficial de la Unión Europea 27.2.2010); Reglamento (UE) N° 105/2010 de la Comisión de 5 de febrero de 2010, por el que se fija el contenido máximo de contaminantes en los productos alimenticios por lo que se refiere a la ocratoxina A (Diario Oficial de la Unión Europea 6.2.2010).

Para los granos de café tostados y café tostado molido, los límites máximos permitidos para Ocratoxina A, fueron fijados en 5 µg/kg y para café soluble (café instantáneo) de 10,0 µg/kg. Para Aflatoxinas totales (suma de B₁, B₂, G₁ y G₂) en frutos secos o sometidos a algún procesamiento para ser usados directamente en el consumo humano, se establecieron límites de 5,0-10,0 µg/kg (Diario Oficial de la Unión Europea 20.12.2006).

En el reglamento (UE) N° 178/2010 (Diario Oficial de la Comisión Europea 3.3.2010), Anexo G se establece el método de muestreo aplicable al control oficial de los contenidos máximos establecidos de ocratoxina A en el café tostado en grano, café tostado molido y el café soluble, estableciendo que para lotes mayores de 15 toneladas, se tomarán 100 muestras elementales, con un peso de la muestra global de 10 kg y para lotes menores de 15 toneladas, se tomarán de 10-100 muestras por lote y con un peso de la muestra global de 1-10 kg.

4. Metodologías utilizadas en la detección y cuantificación de micotoxinas

Para el análisis de micotoxinas en el laboratorio, existen varios métodos analíticos. Se realizan pruebas

microbiológicas al producto de interés para determinar la presencia de hongos productores de micotoxinas. Además se realizan pruebas químicas para identificar y cuantificar los metabolitos secundarios (micotoxinas), producidos por dichos hongos.

A. **Pruebas Microbiológicas**

Para la determinación de hongos filamentosos y levaduras en alimentos, generalmente se utiliza el método de placa vertida, empleando medios de cultivos acidificados para inhibir el crecimiento microbiano o la adición de antibiótico al medio de cultivo, se incuba a 25°C durante 5 días. La expresión de desarrollo de las levaduras en los alimentos se diferencia del observado en hongos filamentosos, porque las primeras pueden proliferar en la masa interna del alimento, y los hongos filamentosos se limitan al crecimiento en las superficies de los alimentos y son visibles a simple vista (Caballero, 2008). Para la identificación de las cepas de los hongos y conteo de unidades formadoras de colonias, se realiza una caracterización macroscópica de las colonias fúngicas y se determina la morfología microscópica tomando en cuenta: identificación de hifas, identificación de esporas sexuales y asexuales, identificación de estructuras estromáticas, nutrición y crecimiento. La norma utilizada como criterio para clasificar la concentración de hongos en la mayoría de los alimentos terminados es la siguiente: 10^2 - 10^3 recuentos bajos, 10^4 - 10^5 recuentos moderados y 10^6 - 10^7 recuentos altos (Santibañez et al., 2011).

B. **Pruebas Químicas**

Para la determinación de OTA en todos los alimentos y matrices relacionadas, se utiliza la Cromatografía

Líquida de Alta Eficiencia (HPLC, por sus siglas en inglés), con una variedad de sistemas de detección como fluorescencia, detección selectiva de masa, ensayo inmunoabsorbente enlazado a enzima (ELISA), cromatografía de capa fina, cromatografía de gas y cromatografía líquida acoplada con espectrometría de masa (Rahmani et al., 2009). El método más utilizado en la Unión Europea es el de HPLC con detector de fluorescencia, el cual es la base para todos los métodos estándares para OTA. Independientemente del principio de detección, la extracción de OTA es realizada de una matriz con un solvente (JRC 61709-Unión Europea 24621, 2010).

La Oficina de Asuntos Reglamentarios (ORA) de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de América (FDA, por sus siglas en inglés), menciona entre los métodos aceptados para la cuantificación de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ en alimentos, la cromatografía de Capa Fina y HPLC; para Ocratoxina se recomienda su cuantificación por extracción en fase sólida (SPE)/Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC); y mediante el método de inmunoafinidad/HPLC (ORA Laboratory Manual, 2013).

El Ensayo Inmunoabsorbente Ligado a Enzima (ELISA), utilizado para los análisis de micotoxinas en café de exportación de Panamá, se basa en el uso de antígenos o anticuerpos marcados con una enzima, de forma que los conjugados resultantes tengan actividad tanto inmunológica como enzimática. Al estar uno de los componentes (antígeno o anticuerpo) marcado con una enzima e insolubilizado sobre un soporte (inmunoabsorbente) la reacción antígeno-anticuerpo quedará inmovilizada y, por tanto, será fácilmente revelada mediante la adición de un sustrato específico

que al actuar con la enzima, producirá un color observable a simple vista o cuantificable mediante el uso de un espectrofotómetro o un colorímetro (Cultek, 2006). Las micotoxinas son comúnmente extraídas de la matriz sólida molida por agitación con mezclas de agua y otro solvente polar, más comúnmente metanol o acetonitrilo (Pascale y Visconti, 2008). Resultados comparativos, entre el ELISA y el HPLC, muestran que el ELISA puede ser considerado una alternativa al método de HPLC, debido a sus ventajas como herramienta más útil, rápida, confiable, que utiliza poca muestra, poco solvente y es muy sensible (Colak, et al., 2006; Flajs et al., 2009; Turner et al., 2009).

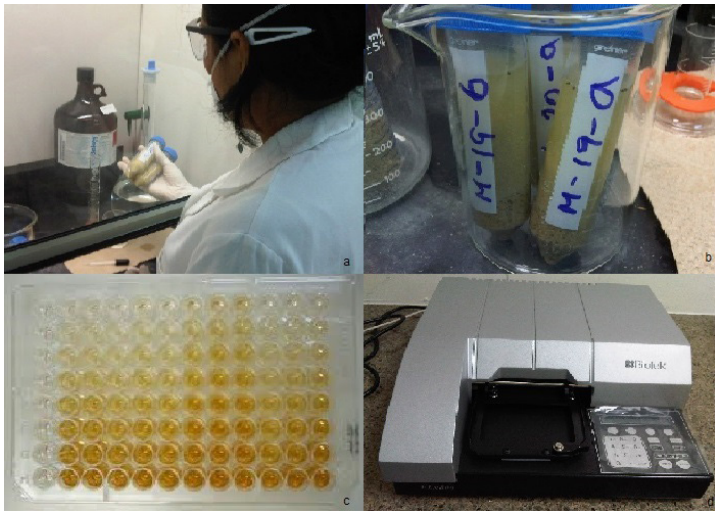


Figura 2. 2a y 2b. Proceso de extracción de las micotoxinas de la muestra de café molido y tamizado para el ensayo de ELISA; 2c. Celdas de microtitulación preparadas para cuantificación de micotoxinas en el lector de microplacas; 2d. Lector de Microplacas Biotek ELx800.

El costo de los servicios analíticos para determinación y cuantificación de micotoxinas se puede apreciar en la Tabla 1, así como las ventajas y desventajas de los distintos métodos de análisis (Carlson, 2013).

Tabla 1. Servicios Analíticos de Micotoxinas.

Método	Ventajas	Desventajas	Costo por muestra (Abril 2013)
Cultivo e identificación de mohos	Determina la presencia de mohos, pero no necesariamente de cepas tóxicas	No determina si los mohos encontrados pueden o son productores de micotoxinas. Requiere de un largo tiempo para completar el ensayo y obtener resultados.	\$ 30-\$ 50; cuanto más específica es la identificación, más alto es el costo.
Ensayo inmunoadsorbente unido a enzima (ELISA)	Rápido, relativamente de bajo costo.	Sólo detecta una micotoxina al mismo tiempo. Usualmente requiere de ensayos adicionales.	\$ 25-\$30. Cromatografía
Cromatografía de Capa Fina (TLC)	Puede detectar más de una clase de micotoxinas.	El ensayo toma más tiempo que el ELISA. Prueba de presencia de micotoxinas, puede requerir ensayos adicionales. Puede no funcionar bien con otros alimentos distintos a los granos.	\$25-\$50, puede ser más alto si se requieren análisis cuantitativos y de confirmación.
Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC)	Fácil para obtener resultados cuantitativos. Puede ser apto para detectar más de una clase de micotoxinas.	Puede ser más costoso que otros métodos de análisis. Puede requerir ensayos adicionales.	\$25 o más, dependiendo del grupo de muestras.
Cromatografía de gas/espectroscopía de masa (GC/MS)	Puede identificar micotoxinas sin ensayos adicionales; puede ser capaz de detectar más de una clase de micotoxinas.	Más costoso que otros métodos de análisis.	\$ 50 a \$ 100, o más.

5. **Recomendaciones para evitar la presencia de micotoxinas en café**

A. **Recomendaciones Pre-Cosecha**

1. Utilice material vegetal del deshierbe para mejorar la textura y la fertilidad del suelo. Los subproductos del café también se pueden utilizar, pero deben ser compostados hasta que el material haya alcanzado un estado friable, requiriendo de 3 a 6 meses dependiendo de la temperatura y condiciones de humedad. Debe evitarse aplicar material orgánico durante o justo antes de la floración.

2. No utilizar el riego por aspersión durante la floración. Esto podría aumentar la tasa de dispersión normal de las esporas e incrementar las posibilidades de infección de granos con hongos productores de OTA.

3. Limpiar el campo de cerezas caídas, especialmente en la temporada baja y desplegar trampas de alcohol para el control de la broca, especialmente en el período previo y durante la cosecha y procesamiento. Deben promoverse los programas de manejo integrado de plagas.

4. Emplear prácticas hortícolas que contribuyan a árboles vigorosos: deshierbe, poda, control de fertilización, control de plagas y enfermedades, etc. En la selección de un sistema de poda, no descuide su impacto en el área foliar. El potencial fotosintético aumenta el vigor en el café.

5. No se deshaga de los desechos del café sin compostar, los residuos domésticos, residuos de cultivos básicos, que también pueden ser producidos en la granja o por los animales alrededor del campo. La deposición de semillas y material de siembra asociado podría fomentar la proliferación de hongos productores de OTA, ya que muchos son los hongos transmitidos por la semilla.



Figura 3. Lombricompostaje de pulpa de café.



Figura 4. Aplicación de compost de la pulpa de café a las plantaciones de cafetos.

B. Cosecha

1. La eliminación de malezas, frutos caídos y hierbas altas en la proximidad de los árboles, es un paso importante para la cosecha. Se mejora la eficiencia de recolección, protege a los recolectores y es necesario para proteger la cosecha principal de contaminación por frutos caídos de otras cosechas, que podrían ser incluidos en el caso de que se recuperen del suelo, nuevas cerezas que han caído.
2. La cosecha debe comenzar tan pronto como haya suficientes cerezas maduras para que la cosecha sea económicamente viable (Fig. 5).



Figura 5. Cerezas de café maduras, aptas para iniciar la cosecha.

Utilice un cobertor (esteras) debajo de los árboles donde sea posible. Protegen al cultivo de la contaminación por frutos caídos de cosechas anteriores y mejoran la

eficiencia de la cosecha. Son prácticos sólo en terrenos planos o ligeramente inclinados, ya que el fruto sale fuera del cobertor en terrenos con pendientes pronunciadas.

3. Es adecuado realizar una selección apropiada en la etapa de recolección o antes de un nuevo procesamiento, o en ambos casos, para eliminar la fruta de baja calidad de la cadena de producción.

4. Establecer rutinas claras para elaborar y manipular los productos secundarios, que se derivan de los procedimientos de clasificación o separación en el sistema de producción.

5. El café que ha estado en contacto con el suelo en el campo por más tiempo del especificado, debe ser recogido y destruido.

6. El café debe ser procesado sin demora. Se deben coordinar las actividades de cosecha con las actividades de procesamiento. En general, es mejor dejar el café en el árbol un par de días, en lugar de cosecharlo y retenerlo en espera del procesamiento.

C. Poscosecha

a. Procesamiento húmedo

1. El mantenimiento de los equipos es beneficioso, sin importar lo elemental de su tecnología. Una falla de los equipos podría retrasar el procesamiento y comprometer la calidad y seguridad del café.

2. Adoptar criterios de aceptabilidad para cada fase del proceso, asignar funciones específicas al personal, y asegurar que se cumplan. El despulpado es una actividad fundamental y central en el beneficiado húmedo y se debe asegurar el cumplimiento de normas de calidad. Pueden diseñarse guías para el entrenamiento del personal en calidad de las cerezas de entrada y calidad del despulpado I y II.

3. Aunque no hay evidencia de que la mala calidad del agua puede conducir a la contaminación por OTA, el café es un alimento y en su procesamiento debe utilizarse agua limpia. Si es posible, se debe utilizar agua de manantial o de pozo. El agua turbia disminuye la calidad organoléptica del café en el procesamiento húmedo.

4. El proceso de fermentación se usa para eliminar el mucilago del grano de café. Pero este proceso puede afectar la calidad del café por lo que debe llevarse a cabo adecuadamente.

5. Monitorear el aumento de moscas de la fruta y tomar medidas para su control, si su población llega a ser extrema. Las infestaciones severas pueden desequilibrar la fermentación.

6. Contar con un programa paralelo para el secado secundario del café en cereza. Mantener instalaciones separadas para el secado de café en cereza y aplicar buenas prácticas de secado para este producto.

7. Establecer los criterios sobre la eficacia del lavado y una rutina para implementar las medidas de control del uso de la menor cantidad de agua.

-Cantidad de productos que no son café después del lavado.

-Cantidad de granos rotos, quebrados y desnudos después del lavado.

b. Procesamiento en seco

1. El equipo principal para el procesamiento en seco es el siguiente: superficies sobre las que el café puede ser secado, secadores mecánicos si son usados, cobertores y rastrillos, así como instalaciones de separación por flotación.

2. La selección o flotación pueden ser técnicas

utilizadas para eliminar las cerezas dañadas de la corriente de procesamiento principal.

3. Si la cosecha selectiva es utilizada, use la flotación para separar las cerezas maduras e inmaduras, de las cerezas secas en el árbol.
4. Establecer medidas para que las actividades de cosecha estén coordinadas con la disponibilidad de las instalaciones de secado, y que no sea necesario retrasar el procesamiento de la cereza después de su llegada a la unidad de procesamiento.

c. Secado del café y almacenamiento

1. El patio de secado debe ser adecuado para aprovechar al máximo el sol y el viento. En el secado al sol, la energía para la evaporación del agua de los granos de café es proporcionada por el sol y es expedida por la circulación del aire. El patio de secado debe situarse donde ambos factores estén presentes al máximo, evitar la sombra y zonas bajas de secado.
2. Utilice una superficie adecuada según el clima del lugar y el producto que se está procesando.
3. Planifique la cosecha con base en la capacidad de procesamiento del patio de secado y el tiempo promedio de residencia en el patio. Un plan de contingencia es necesario porque pueden presentarse condiciones de mal tiempo y aumentar el tiempo de residencia en el patio de secado.
4. En el patio de secado el café debe manipulado cuidadosamente, de acuerdo con las condiciones reinantes y para evitar las posibilidades adversas que podrían ocurrir en cualquier actividad al aire libre.
5. Organizar las operaciones en el patio de secado. Asegúrense de que los trabajadores estén entrenados en lo que se espera que ellos realicen.

6. Una vez seco, guarde el producto en sacos de henequén limpios en las condiciones adecuadas de almacenamiento. Almacene las cerezas secas o el café pergamino seco, si se pretende mantener el producto durante algún tiempo en la finca.
7. Después de la temporada de cosecha, limpie y proteja la superficie y equipos de secado. Antes del secado se realiza la inspección, reparación, limpieza y puesta en marcha del equipo. Confeccione una lista de materiales como: canastas, lonas, rejillas, barriles, sacos de costura de algodón, etc...



Figura 6. Secado del café en patio de cemento.



Figura 7. Almacenamiento del café en grano en bodegas.

III. Infografía



IV. Referencias

1. Batista, L.R., Chalfoun, S.M., Prado, G., Schwan, R.F. y Wheals, A.E. (2003). Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). *Int. J. Food Microbiol.* 85: 293-300.
2. Batista, L.R., Chalfoun, S.M., Silva, C.R., Cirillo, M., Varga, E.A., & Schwan, R.F., (2009). Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. *Food Control*, 20, 784-790.
3. Caballero, A.E. (2008). Temas de higiene de los alimentos. Editorial Ciencias Médicas, La Habana. p. 382.
4. Carlson, M.P. (2013). Sampling and Analyzing Feed for Fungal (Mold) Toxins (Mycotoxins). NebGuide, University of Nebraska. Recuperado de: <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1515/build/#methods>.
5. Colak, H., Hampikyan, H., Ulusoy, B., & Ergun, O. (2006). Comparison of a Competitive ELISA with an HPLC method for the determination of aflatoxin M1 in Turkish White, Kasar and Tulum cheeses. *Eur Food Res Technol*, 223, 719-723.
6. Cultek. (2006). Soluciones ELISA: Protocolos y Técnicas. Recuperado de: www.cultek.com
7. Diario Oficial Unión Europea 20.12.2006. Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión Europea. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:ES:PDF>.
8. Diario Oficial Unión Europea 6.7.2012. Reglamento (UE) N° 594/2012 de la Comisión Europea. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:176:0043:0045:ES:PDF>.
9. Diario Oficial Unión Europea 27.2.2010. (2010). Reglamento (EU) N° 165/2010 de la Comisión Europea. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:050:0008:0012:ES:PDF>.

10. Diario Oficial Unión Europea 6.2. 2010. Reglamento N° 105/2010 de la Comisión Europea. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:035:0007:0008:ES:PDF>.
11. Flajs, D., Domijan, A.M., Ivic, D., Cvjetkovic, B., & Peraica, M. (2009). ELISA and HPLC analysis of ochratoxin A in red wines of Croatia. *Food Control*, 20, 590-592
12. JCR 61709-Unión Europea 24621. (2010). Report on the 2010 Proficiency Test of the European Union Reference Laboratory for Mycotoxins, for the Network of National Reference Laboratories. Luxemburgo. p. 57. Recuperado de: http://irmm.jrc.ec.europa.eu/EURLs/eurl_mycotoxins/interlaboratory_comparisons/Documents/EUR%2024621%20%20Determination%20of%20Ochratoxin%20A%20in%20Cereals,Green%20Coffee.%20Paprika%20and%20Test%20Solution.pdf.
13. ORA Laboratory Manual-FDA. (2013). Mycotoxins Analysis, Vol IV, Section 7. Recuperado de: <http://www.fda.gov/downloads/food/complianceenforcement/ucm073294.pdf>.
14. Pascale, M. & Visconti, A. (2008). Overview of detection methods for mycotoxins. *Mycotoxins: Detection Methods, Management, Public Health and Agricultural Trade* (171-183). Massachusetts: CABI.
15. Rahmani, A., Jinap, S. y Soleimany, F. (2009). Qualitative and quantitative analysis of mycotoxins. *Compr. Rev. Food. Sci. F.* 8: 202-251.
16. Santibañez, R., Hernández, M., Montañez, O., Tapia, J.M., Martínez, J.A. y Avellaneda, J.H. (2011). Identificación y cuantificación de hongos micotoxigénicos en alimentos para bovinos. *Ciencia y Tecnología* 4(1): 19-23.
17. Suárez-Quiróz, M., González-Ríos, O., Barel, M., Guyot, B., Schorr-Galindo, S. y Guiraud, J. (2004). Study of ochratoxin A-producing strains in coffee processing. *Int. J.*

Food Microbiol. 39: 501-507.

18. Turner, N.W., Subrahmanyam, S., & Piletsky, S.A. (2009). Analytical methods for determination of mycotoxins: A review. *Analytica Chimica Acta*, 632, 168-180

Este manual es una guía para asegurar que el café producido en Panamá, sea un producto de alta calidad y seguro para la salud de los consumidores. Está dirigido a todos los trabajadores de la industria del café como productores, beneficiadores, torrefactores, técnicos de laboratorio, administradores y dueños de estas empresas.

PROYECTO

Determinación de los Niveles de Ocratoxina A (OTA) y Aflatoxinas, en Granos de Café Orgánico Post-Cosecha en la Provincia de Chiriquí y Comarca Ngöbe-Buglé, para Generar un Servicio Tecnológico de Análisis a los Productores de Café de Estas Áreas.

Patrocinado con apoyo del Proyecto: SENACYT IDR10-005. "Determinación de los Niveles de Ocratoxina A (OTA) y Aflatoxinas, en Granos de Café Orgánico Post-Cosecha en la Provincia de Chiriquí y Comarca Ngöbe-Buglé, para Generar un Servicio Tecnológico de Análisis a los Productores de Café de Estas Áreas".

Proyecto ejecutado dentro del Programa Fortalecimiento de los Procesos de Investigación, Educación e Innovación Tecnológica desarrollado conjuntamente con el Programa de Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD).

© Aracelly vega Ríos, Heriberto Franco, Stephany Reyes, Javier De León, Alexis Bonilla.

Centro de Investigación en Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Chiriquí y Programa de café, Región Occidental 1 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá.