

Prevención y Reducción de la Contaminación de los Alimentos y Piensos

Primera edición



Organización
Mundial de la Salud



Organización
de las Naciones Unidas
para la Alimentación
y la Agricultura

Prevención y reducción de la contaminación de los alimentos y piensos

Primera edición

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

Roma, 2012

Foto de la portada: ©Robert Bell | ©Jeremy Weate | Fotolia

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ni de la Organización Mundial de la Salud (OMS), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO o la OMS los aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. La FAO y la OMS han adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la FAO o la OMS podrán ser consideradas responsables de daño alguno causado por su utilización.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO o de la OMS.

ISBN 978-92-5-307119-7

Todos los derechos reservados. La FAO y la OMS fomentan la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud, siempre que se indique claramente la fuente de la información. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de tarifas. Las solicitudes de autorización y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a: copyright@fao.org, o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

© FAO y OMS 2012

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS

La Comisión del Codex Alimentarius es un órgano intergubernamental que integra más de 180 miembros establecidos por la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El **C O D E X A L I M E N T A R I U S** es el resultado principal del trabajo de la Comisión: un compendio de normas alimentarias, directrices, códigos de prácticas con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos.

PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS Y PIENSOS

Primera edición

Esta primera edición contiene todos los códigos de prácticas relativos a la prevención y reducción de contaminantes (por ejemplo micotoxinas, metales pesados, químicos, etc.) en alimentos y/o piensos adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius hasta el 2011.

Si desea más información sobre estos textos o sobre cualquier otro aspecto relacionado con la Comisión del Codex Alimentarius, puede dirigirse al:

Secretario de la Comisión del Codex Alimentarius
Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Roma, Italia
Télécopie: +39 0657054593
Correo electrónico: codex@fao.org
<http://www.codexalimentarius.org>



INTRODUCCIÓN	iii
<i>Prevenición/reducción de la contaminación por micotoxinas</i>	
Contaminación de los cereales por micotoxinas, con anexos sobre la ocratoxina A, la zearalenona, las fumonisinas y los tricotecenos (CAC/RCP 51-2003)	1
Aflatoxina B ₁ presente en las materias primas y los piensos suplementarios para animales productores de leche (CAC/RCP 45-1997)	16
Contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas (CAC/RCP 59-2005)	21
Contaminación del maní (cacahuete) por aflatoxinas (CAC/RCP 55-2004)	37
Contaminación por aflatoxinas en los higos secos (CAC/RCP 65-2008)	50
Contaminación por ocratoxina A en el vino (CAC/RCP 63-2007)	63
Contaminación de ocratoxina A en el café (CAC/RCP 69-2009)	69
Contaminación por patulina del zumo (jugo) de manzana e ingredientes de zumo (jugo) de manzana en otras bebidas (CAC/RCP 50-2003)	88
<i>Prevenición/reducción de la contaminación con los metales pesados</i>	
Presencia de plomo en los alimentos (CAC/RCP 56-2004)	97
Contaminación por estaño en los alimentos enlatados (CAC/RCP 60-2005)	106
<i>Prevenición/reducción de la contaminación con las sustancias químicas</i>	
Medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CAC/RCP 49-2001)	124
Contenido de acrilamida en los alimentos (CAC/RCP 67-2009)	127
Contaminación de los alimentos y piensos con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas (CAC/RCP 62-2006)	140
Contenido de carbamato de etilo en destilados de frutas de hueso (CAC/RCP 70-2011)	160
3-MCPD durante la producción de PVH-ácido y productos que contienen PVH-ácido (CAC/RCP 64-2008)	167
Contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en los alimentos producidos por procedimientos de ahumado y secado directo (CAC/RCP 68-2009)	175

CONTAMINACIÓN DE LOS CEREALES POR MICOTOXINAS, CON ANEXOS SOBRE LA OCRATOXINA A, LA ZEARALENONA, LAS FUMONISINAS Y LOS TRICOTECENOS

CAC/RCP 51-2003

1. En la actualidad no es factible eliminar por completo los productos contaminados por micotoxinas. La elaboración y aceptación por parte del Codex de un Código de Prácticas General proporcionará unas pautas uniformes que todos los países podrán tomar en cuenta en sus esfuerzos de control y gestión de la contaminación por diferentes micotoxinas. Para que este Código de Prácticas sea eficaz, será necesario que los productores de cada país consideren los principios generales que en él se enuncian teniendo en cuenta los cultivos, condiciones climáticas y prácticas agrícolas locales, antes de intentar aplicar las disposiciones del Código. Es importante que los productores sean conscientes de que las buenas prácticas agrícolas (BPA) constituyen la primera línea de defensa contra la contaminación de los cereales por micotoxinas, seguida por la aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF) durante la manipulación, el almacenamiento y la distribución de los cereales destinados a la alimentación humana y animal.
2. Las recomendaciones para la reducción de las micotoxinas en los cereales se dividen en dos partes: las prácticas recomendadas sobre la base de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de fabricación (BPF); un sistema de gestión complementario que ha de considerarse en el futuro es el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP).
3. Este Código de Prácticas General contiene unos principios generales para la reducción de diferentes micotoxinas en los cereales, que deben sancionar las autoridades nacionales. Éstas deben educar a los productores en cuanto a los factores ambientales que favorecen la infección, la proliferación fúngica y la producción de toxinas en los cultivos de cereales en las explotaciones agrícolas. Se debería destacar el hecho de que las estrategias que han de aplicarse para la plantación y antes o después de la cosecha de un cultivo determinado dependerán de las condiciones climáticas del año y han de tomar en cuenta los cultivos locales y las condiciones de producción tradicionales en el país o región específicos. Es necesario crear materiales de ensayo que sean rápidos, abordables y precisos, y los correspondientes planes de muestreo, para poder efectuar pruebas en los cargamentos de cereales sin perturbar excesivamente las operaciones. Se deberán establecer procedimientos para manejar de manera

1

apropiada, separándolos reacondicionándolos, retirándolos o desviándolos, los cultivos de cereales que puedan suponer una amenaza para la salud de las personas y/o los animales. Las autoridades nacionales deben apoyar la investigación sobre métodos y técnicas para prevenir la contaminación fúngica en el campo y durante la cosecha y el almacenamiento de los cereales.

I. PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

Plantación

4. Considerar la posibilidad de elaborar y mantener un plan de rotación de cultivos para evitar que se plante el mismo cultivo en el mismo campo en dos años consecutivos. Se ha comprobado que el trigo y el maíz son especialmente sensibles a las especies de *Fusarium* y, por lo tanto, no se debería efectuar la rotación entre ambos. Cultivos como las papas, otras hortalizas, el trébol y la alfalfa, que no son huéspedes de especies de *Fusarium*, se deben utilizar en rotación para reducir el nivel de inóculo presente en el campo.
5. Siempre que resulte posible y práctico, preparar el terreno para la siembra de cada nuevo cultivo destruyendo, eliminando o arando por debajo de las espigas antiguas, los tallos y otros rastrojos que puedan servir o haber servido de sustrato para el desarrollo de hongos productores de micotoxinas. En zonas vulnerables a la erosión quizás sea necesario aplicar prácticas que excluyan la labranza, en aras de la conservación del suelo.
6. Utilizar los resultados de los análisis del suelo para determinar si se requieren fertilizantes y/o acondicionadores del suelo con objeto de garantizar que su pH, así como la nutrición de las plantas, sean adecuados para evitar condiciones adversas a las mismas, especialmente durante el desarrollo de las semillas.
7. Cultivar, siempre que sea posible, variedades de semillas desarrolladas especialmente para resistir a los hongos que podrían infectarlas y a las plagas de insectos. En cada zona de un país sólo se deberían plantar las variedades de semillas recomendadas para esa zona concreta.
8. Siempre que resulte práctico se elegirá, para plantar los cultivos, un momento que permita evitar altas temperaturas y tensión debida a la sequía durante el período de desarrollo y maduración de las semillas.

9. Evitar el hacinamiento de las plantas, manteniendo entre éstas y entre los surcos la distancia recomendada para las especies/variedades cultivadas. Las empresas que proporcionan las semillas pueden brindar información sobre el espaciamiento necesario.

Antes de la cosecha

10. Reducir al mínimo los daños provocados por insectos y por infecciones fúngicas en las proximidades del cultivo, mediante el uso apropiado de insecticidas y fungicidas registrados y otras prácticas idóneas comprendidas en un programa de lucha integrada contra las plagas.
11. Controlar la presencia de malas hierbas en el cultivo por medio de métodos mecánicos o herbicidas registrados, o aplicando otras prácticas seguras y adecuadas de erradicación de malezas.
12. Reducir al mínimo los daños mecánicos a las plantas durante el cultivo.
13. Si se utiliza riego, cerciorarse de que éste se aplica de manera uniforme y de que todas las plantas del campo reciben un suministro de agua adecuado. El riego es un método útil para reducir la tensión de las plantas en algunas situaciones de crecimiento. Las precipitaciones excesivas durante la antesis (floración) crean condiciones favorables para la diseminación e infección por *Fusarium* spp; por consiguiente se debería evitar el riego durante la antesis y la maduración de los cultivos, y específicamente del trigo, la cebada y el centeno.
14. Programar la recolección de manera que el grano tenga un bajo contenido de humedad y esté en plena madurez, a no ser que esto último suponga someterlo a condiciones extremas de calor, precipitaciones o sequía. El retraso en la recolección del cereal que ya esté infectado por especies de *Fusarium* puede provocar un incremento importante de su contenido de micotoxinas.
15. Antes de la recolección, asegurarse de que todos los equipos que se vayan a utilizar para la misma y para el almacenamiento de las cosechas están en buen estado. Una avería en este período crítico puede causar pérdidas de calidad del grano y fomentar la formación de micotoxinas. Disponer de piezas de recambio importantes en la explotación agrícola para perder el menor tiempo posible en reparaciones. Cerciorarse de que se dispone del equipo necesario para efectuar las mediciones del contenido de humedad, y de que dicho equipo está calibrado.

Durante la recolección

16. Los contenedores (vagones, camiones) que vayan a utilizarse para recoger el grano recolectado y transportarlo del campo a las instalaciones de secado, y de éstas a los almacenes, deberán estar limpios, secos y exentos de insectos y proliferación fúngica visible antes de su utilización o reutilización.
17. En la medida de lo posible, evitar daños mecánicos al cereal y el contacto con el suelo durante la recolección. Se deberán adoptar medidas para reunir las espigas, paja, tallos y rastrojos de plantas infectadas y reducir al mínimo su dispersión hacia el suelo, donde las esporas pueden inocular futuros cultivos.
18. Durante la recolección, es necesario comprobar el contenido de humedad en varios puntos de cada cargamento de grano recolectado, puesto que dicho contenido puede variar considerablemente dentro del mismo campo.
19. Inmediatamente después de la recolección, determinar los niveles de humedad de la cosecha; cuando corresponda, secarla hasta el contenido de humedad recomendado para el almacenamiento del cultivo en cuestión. Las muestras que se tomen para efectuar las mediciones de la humedad deben ser tan representativas del lote como sea posible. Para reducir la variación del contenido de humedad dentro del lote, el grano puede transportarse a otra instalación (o silo) después del proceso de secado.
20. Los cereales deben secarse de manera que se reduzca al mínimo el daño sufrido por los granos y los niveles de humedad se mantengan por debajo de los que permiten el desarrollo de mohos durante el almacenamiento (por lo general, menos de 15 por ciento), a fin de evitar la proliferación de una serie de especies de hongos, sobre todo de *Fusarium*, que pueden estar presentes en los granos frescos.
21. Los cereales recién recolectados deben limpiarse para eliminar los granos dañados y otras materias extrañas. Los métodos habituales de limpieza no permiten eliminar los granos que contienen infecciones asintomáticas. Mediante procedimientos de limpieza de semillas como tablas gravitacionales es posible eliminar parte de los granos infectados. Se necesitan más investigaciones a fin de desarrollar sistemas prácticos para separar los granos infectados asintomáticos de los granos que no contienen infección.

Durante el almacenamiento

22. Evitar el apilamiento o amontonamiento de producto húmedo recién recolectado por un lapso superior a unas pocas horas antes del secado o la trilla, a fin de reducir el riesgo de proliferación de hongos. El secado al sol de algunos productos en condiciones de humedad elevada puede tener como consecuencia la infección fúngica. Ventilar los productos mediante circulación forzada de aire.
23. Asegurarse de que las instalaciones de almacenamiento cuentan con estructuras secas y bien ventiladas que las protegen de las precipitaciones, permiten el drenaje de las aguas subterráneas y evitan la entrada de roedores y pájaros, y de que las fluctuaciones de la temperatura son mínimas.
24. Las cosechas que se van a almacenar deben secarse hasta niveles de humedad seguros y enfriarse lo más rápidamente posible después de la cosecha. Se reducirá al mínimo la presencia de materias extrañas y granos dañados en los cereales almacenados. Remitirse al párrafo 29 para evaluar la utilización de plaguicidas aprobados.
25. Cuando esto se justifique se deberá vigilar el nivel de micotoxinas del grano que entra y sale del almacén, utilizando programas apropiados de muestreo y ensayo.
26. Para los productos ensacados, asegurarse de que los sacos estén limpios, secos y apilados en paletas, o de que existe una capa impermeable al agua entre los sacos y el suelo.
27. En la medida de lo posible, ventilar el grano mediante circulación continua de aire para conservar una temperatura y humedad adecuadas en toda la zona de almacenamiento. Comprobar el contenido de humedad y la temperatura del grano a intervalos regulares durante el almacenamiento.
28. Medir la temperatura del grano a intervalos fijos durante su almacenamiento. Un incremento de la temperatura de 2 °C a 3 °C puede indicar proliferación microbiana y/o infestación por insectos. Separar las partes del grano que parezcan infectadas y enviar muestras para su análisis. Una vez separado el grano infectado, reducir la temperatura del cereal restante y ventilarlo. Evitar la utilización de grano infectado para producir alimentos o piensos.

29. Adoptar buenos procedimientos de limpieza para reducir al mínimo la presencia de hongos e insectos en las instalaciones de almacenamiento. Esto puede incluir el uso de insecticidas y fungicidas registrados y adecuados, o métodos alternativos apropiados. Se cuidará de seleccionar únicamente productos químicos que no supongan interferencia o daño considerando el uso al que esté destinado el grano, y se limitará estrictamente el empleo de tales sustancias.
30. La utilización de un agente conservador idóneo aprobado (por ejemplo ácidos orgánicos, como ácido propiónico) puede ser beneficiosa. Dichos ácidos son eficaces para matar los distintos hongos y evitar así la producción de micotoxinas, en el grano destinado únicamente a la fabricación de piensos. Las sales de los ácidos suelen ser más eficaces en el almacenamiento a largo plazo. Es necesario tener cuidado porque estos compuestos pueden tener un efecto negativo en el sabor y el olor del cereal.
31. Documentar los procedimientos de recolección y almacenamiento utilizados en cada temporada tomando nota de las mediciones (por ejemplo la temperatura y la humedad) y de cualquier desviación o cambios con respecto a las prácticas tradicionales. Esta información puede ser muy útil para explicar la(s) causa(s) de la proliferación de hongos y la formación de micotoxinas en una campaña agrícola concreta, y ayudar a evitar que se cometan los mismos errores en el futuro.

Durante el transporte desde el lugar de almacenamiento

32. Asegurarse de que los contenedores empleados para el transporte están exentos de proliferación visible de hongos, de insectos y de cualquier material contaminado. Si es necesario habrá que limpiarlos a fondo antes de que se utilicen o de que se vuelvan a utilizar; además deberán ser idóneos para la carga prevista. Puede resultar útil el empleo de fumigadores o insecticidas registrados. En el momento de la descarga, el contenedor deberá vaciarse completamente de la carga y limpiarse según sea apropiado.
33. Los cargamentos de grano deberán protegerse de la acumulación de humedad adicional utilizando contenedores cubiertos o herméticos, o lonas alquitranadas. Evitar las fluctuaciones térmicas y las medidas que puedan ocasionar condensación en el grano, ya que esto podría dar lugar a una acumulación local de humedad y al consiguiente desarrollo de hongos con formación de micotoxinas.

34. Evitar la infestación por insectos, pájaros y roedores durante el transporte mediante el uso de contenedores resistentes a los insectos y los roedores o tratamientos químicos repelentes de los mismos que estén aprobados para el uso al que está destinado el grano.

II. UN SISTEMA DE GESTIÓN COMPLEMENTARIO QUE HA DE CONSIDERARSE EN EL FUTURO

35. El Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) es un método de gestión de la inocuidad de los alimentos que se utiliza para identificar y controlar los peligros en el sistema de producción y elaboración. Los principios generales del HACCP se han descrito en varios documentos.^{1,2}
36. El concepto de HACCP se refiere a un sistema de gestión integrado y global. Si se aplica de manera apropiada, este sistema debería permitir una reducción de los niveles de micotoxinas en muchos cereales. La utilización del HACCP como sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos tiene muchas ventajas con respecto a otros tipos de sistemas de control de la gestión en ciertos sectores de la industria alimentaria. En el ámbito de las explotaciones agrícolas, especialmente en el campo, muchos factores que influyen en la contaminación de los cereales por micotoxinas están relacionados con el medio ambiente, como las condiciones climáticas y los insectos, y es difícil o imposible controlarlos. En otros términos, a menudo los puntos críticos de control no existen en el campo. No obstante, tras la recolección se pueden identificar puntos críticos de control para las micotoxinas producidas por hongos durante el almacenamiento. Por ejemplo, un punto crítico de control podría encontrarse al final del proceso de secado, y un límite crítico sería el contenido de agua/la actividad hídrica.
37. Se recomienda que se destinen recursos a destacar la importancia de las BPA en el período anterior a la recolección y de las buenas prácticas de fabricación (BPF) durante la elaboración y distribución de los diferentes productos. Un sistema de HACCP debe basarse en sólidas BPA y BPF.

¹ FAO. 1995. La utilización de los principios del análisis de peligros y de los puntos críticos de control en el control de los alimentos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición, número 58. Roma.

² ILSI, 1997. A Simple guide to understanding and applying the Hazard Analysis Critical Control Point concept, ILSI Europe Concise Monograph series. 2nd edition, ILSI Europe, Bruselas.

38. Asimismo se recomienda, antes de seguir considerando el sistema de HACCP, remitirse al Anexo del documento del Codex CAC/RCP 1 1969, Rev. 4 (2003) "Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) y directrices para su aplicación".
39. También se debería tomar en cuenta el manual de HACCP para el control de micotoxinas publicado recientemente por la FAO y la OIEA.³
40. En la Tercera Conferencia Internacional sobre las Micotoxinas, que se celebró en Túnez en marzo de 1999, una de las recomendaciones generales fue que se incorporaran a los programas de lucha integrada contra las micotoxinas los principios del HACCP, en relación con el control de los riesgos asociados con la contaminación por micotoxinas de los alimentos y los piensos.⁴ La aplicación de estos principios reducirá al mínimo la contaminación por micotoxinas mediante la aplicación de controles preventivos, en la medida de lo posible, en la producción, manipulación, almacenamiento y elaboración de cada cultivo de cereales.

³ Manual de HACCP para la lucha contra las micotoxinas. Centro Conjunto de Formación y Referencia de la FAO y de la OIEA para el Control de los Alimentos y Plaguicidas, en prensa.

⁴ FAO. Previendo la contaminación con micotoxinas. Alimentación, Nutrición y Agricultura, número 23, 1999. Dirección de Alimentación y Nutrición, FAO, Roma.

ANEXO 1

PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ZEARALENONA EN LOS CEREALES

PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

1. Las buenas prácticas agrícolas incluyen métodos para reducir la infección por *Fusarium* y la contaminación por zearalenona de los cereales, en el campo y durante la recolección, almacenamiento, transporte y elaboración.

Durante la plantación

2. Véanse los apartados 4-9 del Código de Prácticas General.

Antes de la recolección

3. Véanse los apartados 4-15 del Código de Prácticas General.
4. La infección por *Fusarium* en las espigas de los cereales durante la floración debe vigilarse antes de la recolección, tomando muestras del cultivo y determinando la presencia de la infección con los métodos microbiológicos habituales. Asimismo deberá determinarse el contenido de micotoxinas en muestras representativas tomadas antes de la recolección. La utilización del cultivo debe basarse en la prevalencia de la infección y el contenido de micotoxinas del cereal.

Durante la recolección

5. Véanse los apartados 16-22 del Código de Prácticas General.

Durante el almacenamiento

6. Véanse los apartados 23-31 del Código de Prácticas General.

Transport depuis l'entreposage

7. Véanse los apartados 32-34 del Código de Prácticas General.

Durante la elaboración

8. Los granos pequeños y arrugados pueden contener más zearalenona que los granos sanos normales. El aventamiento del grano durante la cosecha o en un momento posterior eliminará los granos estropeados.

Sistema de gestión de la zearalenona basado en el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)

9. Véanse los apartados 35-40 del Código de Prácticas General.

ANEXO 2

PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR FUMONISINAS EN LOS CEREALES

PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

1. Las buenas prácticas agrícolas incluyen métodos para reducir la infección por *Fusarium* y la contaminación por micotoxinas en los cereales durante su plantación, recolección, almacenamiento, transporte y elaboración.

Durante la plantación

2. Véanse los apartados 4-9 del Código de Prácticas General.

Antes de la recolección

3. Véanse los apartados 10–15 del Código de Prácticas General.

Durante la recolección

4. Véanse los apartados 16-21 del Código de Prácticas General.
5. Se deberá planificar cuidadosamente la época de la recolección del maíz. Está demostrado que el maíz que se cultiva y se cosecha en meses cálidos puede contener niveles de fumonisinas muy superiores a los del maíz cultivado y recolectado en meses más fríos del año.

Durante el almacenamiento

6. Véanse los apartados 23-31 del Código de Prácticas General.

Transporte depuis l'entreposage

7. Véanse los apartados 32-34 del Código de Prácticas General.

Sistema de gestión de las fumonisinas basado en el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)

8. Véanse los apartados 35-40 del Código General, referentes al HACCP.

ANEXO 3

PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A EN LOS CEREALES

PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

1. Las buenas prácticas agrícolas incluyen métodos para reducir la infección fúngica y la contaminación por ocratoxina A en los cereales durante su plantación, recolección, almacenamiento, transporte y elaboración.

Durante la plantación

2. Véanse los apartados 4-9 del Código de Prácticas General.

Antes de la recolección

3. Véanse los apartados 10-15 del Proyecto de Código de Prácticas General.
4. Los factores que en el período previo a la recolección pueden afectar a los niveles de ocratoxina A en los cereales recolectados incluyen los daños causados por las heladas, la presencia de hongos competitivos, el exceso de precipitaciones y la tensión debida a la sequía.

Durante la recolección

5. Véanse los apartados 16-21 del Código de Prácticas General.

Durante la conservación

6. Se deberá dejar secar lo más posible el grano antes de la cosecha, de acuerdo con las condiciones ambientales locales y las condiciones del cultivo. Si no es posible recolectar el grano cuando tiene una actividad hídrica inferior a 0,70, será necesario secar el cereal lo más rápidamente posible hasta un contenido de humedad correspondiente a una actividad hídrica inferior a 0,70 (menos del 14 por ciento de contenido de humedad en los cereales finos). Para evitar la formación de ocratoxina A es necesario comenzar el proceso de secado inmediatamente después de la recolección, y preferiblemente efectuarlo con aire caliente. En las regiones de clima templado, cuando es necesario un almacenamiento intermedio o de amortiguación debido a la baja capacidad de secado, asegurarse de que el contenido de humedad sea inferior al 16 por ciento, que el tiempo de almacenamiento sea inferior a 10 días y que la temperatura esté por debajo de 20 °C.

Durante el almacenamiento

7. Véanse los apartados 23-31 del Proyecto de Código de Prácticas General.

Durante el transporte

8. Véanse los apartados 32-34 del Proyecto de Código de Prácticas General.

Sistema de gestión de la ocratoxina a basado en el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)

9. Véanse los apartados 35-40 del Código de Prácticas General.

ANEXO 4

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR TRICOTECENOS EN LOS CEREALES

PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

1. Las buenas prácticas agrícolas incluyen métodos para reducir la infección por *Fusarium* y la contaminación por tricotecenos en los cereales durante su plantación, recolección, almacenamiento, transporte y elaboración.

Durante la plantación

2. Véanse los párrafos 4-9 del Código de Prácticas General.

Antes de la recolección

3. Véanse los apartados 4-15 del Código de Prácticas General.
4. No se deberá permitir que los granos maduros permanezcan en el campo durante períodos prolongados, sobre todo en condiciones climáticas de frío húmedo. Las toxinas T-2 y HT-2 no suelen encontrarse en los cereales en el momento de la cosecha, pero pueden aparecer en granos dañados por el agua en el campo o que se han humedecido durante la cosecha o el almacenamiento.
5. Véase el párrafo 4 del Anexo 1.
6. Los cultivadores de cereales deben mantener una relación estrecha con los grupos locales de comercio de cereales. Estos grupos deben actuar como importantes fuentes de información y asesoramiento para la elección de los productos de protección fitosanitaria y de los cultivares y las cepas apropiados. Esta elección tendrá en cuenta la resistencia a *Fusarium* y la disponibilidad local.

Durante la recolección

7. Véanse los párrafos 16-21 del Código de Prácticas General.

Durante el almacenamiento

8. Véanse los párrafos 22-31 del Código de Prácticas General.

9. Hay que tomar en cuenta que los cereales puedan estar contaminados por más de una micotoxina de tricoteceno y por sus derivados; por consiguiente se deberá disponer de métodos de selección rápidos y sencillos para el análisis de diversos tricotecenos. Se ha observado que la zearalenona, que no es un tricoteceno, ocasionalmente está presente en cereales contaminados también por DON y otros tricotecenos.

Durante el transporte desde el lugar de almacenamiento

10. Véanse los párrafos 32-34 del Código de Prácticas General.

Sistema de gestión de los tricotecenos basado en el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP)

11. Véanse los apartados 35-40 del Código de Prácticas Generales.

AFLATOXINA B₁ PRESENTE EN LAS MATERIAS PRIMAS Y LOS PIENSOS SUPLEMENTARIOS PARA ANIMALES PRODUCTORES DE LECHE

CAC/RCP 45-1997¹

1. ANTECEDENTES

- 1.1 La contaminación de los piensos por la aflatoxina B₁ puede constituir un problema muy grave, cuya causa se debe en parte a condiciones inadecuadas de almacenamiento. La contaminación puede verificarse también en la fase anterior a la cosecha y agravarse a causa de condiciones inadecuadas de almacenamiento. Las buenas prácticas de cultivo y el empleo de variedades de semillas producidas para resistir a la infestación fúngica de las semillas y plagas de insectos, así como el uso de plaguicidas adecuados y aprobados, representan medidas preventivas razonables para luchar contra la contaminación en el campo. Pero incluso aplicando esas prácticas, las condiciones creadas por el medio ambiente y/o las prácticas agrícolas tradicionales pueden, sin embargo, hacer fracasar cualquier medida preventiva.
- 1.2 Las prácticas que reducen la contaminación por la aflatoxina B₁ en el campo y después de la cosecha deberían formar parte integrante de la producción de piensos, especialmente de los destinados al mercado de exportación, habida cuenta de las fases ulteriores de manipulación y transporte que se requieren para hacer llegar el producto a su destino final. Los medios más prácticos para evitar la infestación fúngica y la producción de la aflatoxina B₁ consisten en secar y almacenar el pienso de forma apropiada antes del transporte. Los problemas que se crean por la excesiva humedad se multiplican enormemente cuando las técnicas de manipulación de los productos después de la cosecha son deficientes.
- 1.3 Las investigaciones realizadas sobre el destino biológico de la aflatoxina B₁ (AFB₁) en vacas lecheras lactantes han demostrado que se transmiten residuos a la leche en forma de aflatoxina metabolito M₁ (AFM₁). Aunque la AFM₁ se considera menos carcinógena que la AFB₁, por lo menos en un orden de magnitud, su presencia en los productos lácteos debe limitarse a

¹ El Código de Prácticas para reducir la Aflatoxina B₁ presente en las materias primas y los piensos suplementarios para animales productores de leche fue adoptado por la Comisión del Codex Alimentarius en su 22º período de sesiones de 1997. El Código ha sido enviado a todos los Estados Miembros y Miembros Asociados de la FAO y de la OMS.

los niveles más bajos posibles. La cantidad de AFB₁ ingerida diariamente que va a parar a la leche es del orden de 0,17 a 3,3%.

- 1.4 Para asegurar que la AFM₁ no supere ese nivel en la leche, hay que prestar atención a los residuos de AFB₁ presentes en la ración forrajera diaria de las vacas lecheras lactantes.
- 1.5 Hasta la fecha no se ha registrado ninguna aceptación oficial generalizada de un tratamiento de descontaminación destinado a reducir los niveles de la aflatoxina B₁ presente en piensos contaminados. Al parecer la amonización constituye la aplicación más práctica para la descontaminación de productos agrícolas, por lo que se le ha dado autorización regional (estado, país) limitada para poder emplearla en los piensos en condiciones especificadas (por ejemplo: tipo de producto, cantidad, animal). Tras investigaciones preliminares se ha sugerido también que añadiendo a los piensos contaminados por aflatoxinas el antiaglutinante "aluminosilicato cálcico sódico hidratado" pueden reducirse considerablemente los residuos de AFM₁ presentes en la leche, según sea la concentración inicial de AFB₁ presente en el pienso.

2. PRÁCTICAS RECOMENDADAS

2.1 Producción de cultivos

- 2.1.1 Preparar la cama de siembra para el nuevo cultivo destruyendo o eliminando las cabezas o frutos de semillas (por ejemplo de maíz, maní (cacahuete), etc.) de cultivos susceptibles de acumular aflatoxinas.
- 2.1.2 Realizar en lo posible análisis del terreno para determinar el grado de fertilización que se requiere y aplicar fertilizantes y acondicionadores del terreno para asegurar que el suelo tenga un pH y nutrientes de plantas adecuados para evitar situaciones de carencia a las plantas, especialmente durante el desarrollo de las semillas.
- 2.1.3 Utilizar en lo posible variedades de semillas producidas para resistir a la contaminación fúngica y probadas sobre el terreno para que resistan al *Aspergillus flavus*.
- 2.1.4 En la medida en que sea viable, sembrar y recoger los cultivos en épocas en que pueda evitarse toda situación de elevadas temperaturas y sequía durante el período de formación/maduración de las semillas.

- 2.1.5 Reducir al mínimo los daños causados por insectos o infecciones fúngicas mediante el uso correcto de apropiados insecticidas y fungicidas aprobados y aplicando otras prácticas idóneas en el marco de un programa de lucha integrada contra las plagas.
- 2.1.6 Aplicar buenas prácticas agronómicas, en particular medidas destinadas a reducir toda situación desfavorable para las plantas, tales como evitar su excesiva densidad, dejando entre las hileras y las plantas el espacio recomendado para la siembra de las especies/variedades cultivadas; mantener un entorno exento de malas hierbas para el cultivo en crecimiento mediante el uso de apropiados herbicidas aprobados y otras prácticas de cultivo idóneas; eliminar vectores fúngicos en las cercanías del cultivo y practicar la rotación de cultivos.
- 2.1.7 Reducir al mínimo los daños mecánicos a las plantas durante el cultivo.
- 2.1.8 El riego es un método valioso para reducir situaciones desfavorables para las plantas en determinadas condiciones de crecimiento. Si se utiliza el riego, asegurarse de que se aplique en forma uniforme y de que cada planta reciba un suministro suficiente de agua.

2.2 Recolección

- 2.2.1 Recolectar los cultivos cuando estén completamente maduros, a no ser que por dejar que el cultivo llegue a su plena madurez se le exponga a condiciones extremas de calor, lluvias o sequía.
- 2.2.2 En la medida de lo posible, evitar los daños mecánicos durante la recolección.
- 2.2.3 Cuando proceda, secar lo más rápidamente posible los cultivos hasta llegar al contenido mínimo de humedad.
- 2.2.4 Si los cultivos se recolectan con un grado de humedad elevado, secar inmediatamente después de la recolección.
- 2.2.5 Evitar el apilamiento o amontonamiento de productos húmedos recién cosechados, dejando que pasen bastantes horas antes de secarlos o trillarlos, para reducir el riesgo de desarrollo fúngico.
- 2.2.6 Asegurar una protección suficiente contra la lluvia durante el secado al sol.

2.3 Almacenamiento

- 2.3.1 Aplicar medidas adecuadas de saneamiento en las estructuras de almacenamiento, vagones, montacargas y demás contenedores para asegurar que los cultivos almacenados no se contaminen. Las condiciones apropiadas de almacenamiento incluyen estructuras secas y bien ventiladas que ofrezcan protección contra la lluvia o la infiltración de aguas subterráneas.
- 2.3.2 Para los productos ensacados, asegurarse de que los sacos estén secos y limpios y estén apilados sobre tarimas, o disponer un estrato impermeable entre los sacos y el suelo.
- 2.3.3 Asegurarse de que los cultivos que hayan de almacenarse estén libres de mohos e insectos y que se sequen hasta alcanzar niveles de humedad inocuos (lo ideal sería que los cultivos se secan hasta llegar a tener un contenido de humedad en equilibrio con una humedad relativa del 70 por ciento).
- 2.3.4 Impedir la infestación por insectos mediante el uso de apropiados insecticidas aprobados.
- 2.3.5 Asegurarse de que las instalaciones de almacenamiento estén exentas de insectos y mohos, mediante un buen mantenimiento o el uso de apropiados fumigantes aprobados.
- 2.3.6 Impedir el acceso de roedores y aves.
- 2.3.7 Almacenar a la temperatura más baja posible. En la medida de lo posible, ventilar los productos almacenados a granel haciendo circular continuamente aire en el ambiente de almacenamiento para mantener una temperatura y humedad adecuadas.
- 2.3.8 Utilizar conservantes autorizados idóneos, por ejemplo, un ácido orgánico como el ácido propiónico, que puede resultar beneficioso para hacer desaparecer mohos y hongos y evitar la producción de micotoxinas. Si se utilizan ácidos orgánicos, es importante que las cantidades añadidas sean suficientes para impedir la proliferación fúngica y sean compatibles con el uso final de los productos.

2.4 Transporte

- 2.4.1 Asegurarse de que los contenedores y vehículos de transporte estén exentos de mohos, insectos y cualquier otro material contaminado, limpiándolos a fondo antes de utilizarlos o reutilizarlos. Tal vez conviene hacer una

desinfestación periódica con apropiados fumigantes u otros plaguicidas aprobados.

- 2.4.2 Proteger las expediciones contra la humedad empleando medios adecuados, tales como contenedores herméticos, cubiertas de lona alquitranada, etc. Cuando se utilicen lonas alquitranadas, hay que evitar que el producto pueda exudar, lo cual podría originar humedad local y aumento de la temperatura que son las condiciones principales para la proliferación fúngica.
- 2.4.3 Evitar la infestación por insectos y roedores durante el transporte mediante el uso de contenedores resistentes a los insectos o tratamientos químicos para repeler insectos y roedores.

2.5 Producción de piensos y eliminación de piensos contaminados con AFB₁

- 2.5.1 Asegurarse de que el equipo de molturación se tenga limpio, sin polvo ni acumulación de pienso.
- 2.5.2 Aplicar un programa apropiado de muestreo y análisis para vigilar la presencia de AFB₁ en las expediciones que salen o entran. Habida cuenta de que la concentración de AFB₁ presente en las expediciones puede ser muy heterogénea, aplicar las recomendaciones de la FAO para los planes de muestreo. Ajustar la frecuencia de muestreo y análisis para tener en cuenta las condiciones que conducen a la formación de aflatoxina B₁, el origen regional del producto y la experiencia anterior durante la temporada de crecimiento.
- 2.5.3 Si se detecta la presencia de aflatoxina B₁, hay que tomar en consideración una o más de las opciones que siguen. En todos los casos, asegurarse de que el nivel de aflatoxina B₁ del pienso terminado sea adecuado para el uso al que está destinado (es decir: la madurez y las especies de animales que han de alimentarse) y que resulte coherente con los códigos y directrices nacionales o bien con el asesoramiento veterinario calificado.
 - 2.5.3.1 Considerar la posibilidad de reducir el pienso contaminado con AFB₁ a un porcentaje de la ración diaria, de modo que la cantidad diaria de AFB₁ ingerida no dé origen a una concentración significativa de residuos de AFM₁ en la leche.
 - 2.5.3.2 Si no resulta práctico reducir el pienso contaminado, destinar los que estén altamente contaminados exclusivamente a animales no lactantes.

CONTAMINACIÓN DE LAS NUECES DE ÁRBOL POR AFLATOXINAS

CAC/RCP 59-2005

INTRODUCCIÓN

1. La elaboración y aceptación por el Codex de un Código de Prácticas para las Nueces de Árbol proporcionará unas pautas uniformes para que todos los países las tengan en cuenta en sus esfuerzos de combatir y afrontar la contaminación por diferentes micotoxinas, en concreto las aflatoxinas. Para que este Código de Prácticas sea eficaz, será necesario que los productores y elaboradores de cada país examinen los principios generales que en él se enuncian, teniendo en cuenta las prácticas agronómicas y extractivas¹ relacionadas con las nueces de árbol que se producen en sus regiones, antes de intentar aplicar las disposiciones del Código. Es importante que los productores o extractores comprendan que las buenas prácticas agrícolas (BPA) constituyen la primera línea de defensa contra la contaminación de las nueces por aflatoxinas, seguida de la aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF), buenas prácticas de extracción y buenas prácticas de almacenamiento durante la manipulación, la elaboración, el almacenamiento y la distribución de las nueces destinadas al consumo humano. Sólo mediante un control efectivo en todas las etapas, de la explotación agrícola a la elaboración, puede asegurarse una calidad excelente del producto final. Sin embargo, en la actualidad no es factible eliminar por completo los productos contaminados por micotoxinas, incluidas las nueces de árbol.
2. El presente Código de Prácticas es aplicable a todos los tipos de nueces de árbol de interés comercial e internacional, entre las que se incluyen las almendras (*Prunus amygdalus*), las nueces de Brasil (*Bertholletia excelsa*), las nueces de anacardo (*Anacardium occidentale*), las avellanas (*Corylus* spp.), las nueces de macadamia (*Macadamia* spp.), las pacanas (*Carya* spp.), los piñones (*Pinus* spp.), las castañas (*Castanea* spp.), los pistachos (*Pistacia* spp.) y las nueces de nogal (*Juglans* spp.). Contiene principios generales para la reducción de aflatoxinas en las nueces de árbol, que deberán ser sancionados por las autoridades nacionales. Las autoridades nacionales deberán instruir a los productores, extractores, transportistas, almacenistas y otros agentes de la cadena de producción sobre

¹ La extracción es el proceso de recolección y manipulación primaria de nueces del Brasil en el bosque hidrofítico del Amazonas, donde crecen en su medio ambiente natural los árboles que las producen.

las medidas prácticas y los factores ambientales que favorecen la infección y proliferación de hongos en las nueces de árbol que dan lugar a la producción de aflatoxinas en los huertos o bosques (zonas de extracción). Hay que destacar que las estrategias que han de aplicarse en la plantación y antes y después de la recolección de un determinado cultivo de nueces dependen de las condiciones climáticas del año y de las prácticas de producción, recolección y elaboración tradicionales de cada país o región. Las autoridades nacionales deberán apoyar también la investigación de métodos y técnicas encaminados a impedir la contaminación fúngica en el huerto o bosque y durante la recolección, elaboración y almacenamiento de nueces de árbol. En este sentido, es importante comprender la ecología de *Aspergillus flavus* y *parasiticus* en las nueces de árbol.

3. Los hongos de la especie *Aspergillus* son mohos hialinos de rápido crecimiento, oportunistas comunes que se encuentran en los suelos o sobre materias en descomposición. Sus colonias suelen ser de color amarillo, verde amarillento, marrón amarillento o verde, granulares, aterciopeladas o algodonosas, y tienen un mandil periférico y un borde separado.
4. Las especies *Aspergillus* que producen aflatoxinas, y en consecuencia la contaminación de los alimentos por aflatoxinas, están muy difundidas en zonas del mundo con climas cálidos y húmedos. El *Aspergillus flavus* y el *Aspergillus parasiticus* no pueden crecer o producir aflatoxinas cuando la actividad acuosa es menor de 0,7, la humedad relativa es inferior al 70 por ciento y las temperaturas se mantienen por debajo de los 10 °C. En condiciones difíciles, como la sequía o la infestación por insectos, la probabilidad de contaminación por aflatoxinas es elevada. Unas condiciones de almacenamiento inadecuadas también pueden favorecer la contaminación por aflatoxinas después de la recolección. Generalmente, el calor y la humedad favorecen tanto la proliferación de mohos en los alimentos almacenados como elevados niveles de aflatoxinas.
5. Entre los procedimientos utilizados para reducir y prevenir la producción de aflatoxinas cabe señalar los siguientes: 1) seleccionar variedades resistentes, si es posible; 2) reducir al mínimo la presencia de insectos y otras plagas en el huerto durante la fase de crecimiento; 3) reducir al mínimo los daños físicos causados a las nueces durante la recolección y el transporte y 4) asegurarse de que las nueces se limpian, secan y etiquetan adecuadamente cuando se conservan en un almacén dotado de controles de temperatura y humedad.

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

6. El presente documento tiene por objeto servir de orientación a todas las personas que participan en la producción de nueces de árbol destinadas al comercio internacional para el consumo humano. Todas las nueces de árbol deberán ser preparadas y manipuladas de conformidad con los principios y prácticas de higiene señalados en las secciones pertinentes del Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para Nueces de Árbol², y del Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos³, aplicable a todos los alimentos destinados al consumo humano. Estos códigos de prácticas indican las medidas que deberán aplicar todas las personas encargadas de asegurar que los alimentos sean inocuos y adecuados para el consumo.

2. PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA), BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF) Y BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO

2.1 Criterios aplicables a la ubicación de los huertos o de los lugares de recolección

7. Los productores deberán obtener información básica sobre el lugar donde tengan previsto ubicar el huerto para determinar: 1) si la composición del suelo es la ideal para el desarrollo de la variedad de árbol deseado; 2) si dispone de un drenaje adecuado del agua del suelo; 3) si existen factores ambientales propios del lugar (como sustancias o contaminantes transportados por el viento, o presentes en el suelo o el polvo) que puedan incidir negativamente en aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano; y 4) si se dispone de una fuente de agua adecuada para el riego y otros fines.
8. No deberán cultivarse en los terrenos colindantes plantas que tengan propensión conocida a la infección por *A. Flavus* o *A. parasiticus* (por ejemplo, el maíz) y por consiguiente actúen como fuente de infección (esporas difundidas por el viento, los insectos, etc.). Además, también deberán evitarse las plantas portadoras de determinados insectos dañinos para las semillas de las nueces de árbol, que pueden constituir un vector en el proceso de infección.

² Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para Nueces de Árbol, CAC/RCP 6-1972, Codex Alimentarius, Volumen 5A.

³ Código Internacional Recomendado de Prácticas-Principios Generales de Higiene de los Alimentos, CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003), Codex Alimentarius, Volumen 1A.

9. Si las nueces de árbol se obtienen de zonas cercanas a cultivos, los recolectores deberán asegurarse de que no haya factores ambientales propios de esas zonas (como sustancias o contaminantes transportados por el viento, o presentes en el suelo o el polvo) que puedan incidir negativamente en aspectos relativos a la inocuidad de las nueces de árbol.

2.2 Plantación

10. Al proyectar el huerto, se podrá solicitar información sobre la distancia entre las plantas a fitogenetistas o especialistas agrícolas. La distancia adecuada ha de ser suficiente para que puedan pasar los camiones y el equipo de rociado de los árboles y para mantener el huerto ventilado con el fin de reducir la proliferación de hongos.
11. Cuando sea posible y conveniente, deberá prepararse la superficie del huerto antes de plantar, destruyendo o retirando todos los restos que hayan servido o puedan servir como sustratos para la proliferación de hongos productores de micotoxinas. Si hay zonas vulnerables a la erosión, puede ser necesario aplicar prácticas de cultivo sin labranza, a los efectos de la conservación del suelo.
12. Antes de plantar, los productores deberán consultar a expertos en fitomejoramiento o a personal de viveros de árboles para averiguar la disponibilidad de especies resistentes a diversos factores (por ejemplo, las heladas o las enfermedades microbianas o fúngicas) que pueden afectar a la inocuidad y calidad de las nueces producidas en el huerto.
13. Los productores deberán conocer las BPA relativas a la utilización de fertilizantes, estiércol y otros sólidos orgánicos que puedan utilizarse para mejorar el estado nutricional del suelo sin aumentar el riesgo de introducir en el huerto hongos o microorganismos peligrosos.
14. Los productores deben consultar a las autoridades locales o nacionales para determinar qué insectos y otras plagas habituales de su región pueden atacar las nueces de árbol haciéndolas más susceptibles a infecciones fúngicas capaces de producir aflatoxinas.
15. Los productores deberán adoptar las precauciones oportunas para asegurar que los desechos de origen humano y animal se eliminen de forma que no constituyan un peligro sanitario o higiénico y deberán extremar las medidas para proteger los productos de la contaminación con estos desechos.

2.3 Antes de la recolección

16. Durante el período vegetativo, los caminos cercanos a los huertos deberán rociarse con agua o aceite de forma periódica para reducir al mínimo la proliferación de ácaros como consecuencia de la presencia de polvo. En las inmediaciones del huerto, deberán evitarse las prácticas de cultivo que pudieran dispersar las esporas de *Aspergillus flavus*, *A. Parasiticus* y otros hongos del suelo a las partes aéreas de los árboles.
17. Deberán utilizarse plaguicidas cuya aplicación a nueces de árbol haya sido autorizada, por ejemplo insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas y nematocidas, para reducir al mínimo los daños que puedan producir en el huerto y las zonas adyacentes los insectos, hongos y otras plagas. Deberán mantenerse registros exactos de todas las aplicaciones de plaguicidas.
18. Deberán instalarse sistemas de riego en las regiones con temperaturas altas y precipitaciones muy escasas durante el período vegetativo para reducir al mínimo la tensión a que están sometidos los árboles; no obstante, deberá evitarse el contacto del agua de riego con las nueces y el follaje.
19. El agua utilizada para el riego y otros fines (como la preparación de pulverizaciones de plaguicidas) deberá ser de calidad adecuada para el uso previsto, de conformidad con la legislación de cada país.
20. El equipo y la maquinaria utilizados para la recolección, almacenamiento y transporte de las cosechas no deberán constituir un peligro para la salud. Antes de la época de la recolección, se deberá inspeccionar el equipo y la maquinaria para asegurarse de que están limpios y en buen estado de funcionamiento, con objeto de evitar la contaminación de las nueces con tierra y otros peligros potenciales.
21. Las asociaciones comerciales, así como las autoridades locales y nacionales, deberán tomar la iniciativa de informar a los productores sobre los peligros relacionados con la contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas y sobre los procedimientos de recolección que pueden adoptar para reducir el riesgo de contaminación por hongos, microbios y plagas.
22. El personal que participe en la recolección de las nueces de árbol deberá haber recibido formación sobre las prácticas sanitarias y de higiene personal que habrán de aplicarse en las instalaciones de elaboración durante la totalidad del período de recolección.

2.4 Durante la recolección

23. La recolección de las nueces deberá comenzar lo más pronto posible tras la maduración, con objeto de reducir al mínimo las enfermedades causadas por los ataques de hongos o la infestación de insectos. Algunas variedades de nueces se contaminan con aflatoxinas cuando todavía están en el árbol, como consecuencia de la infestación por insectos y el agrietamiento de la cáscara; por consiguiente, cuanto antes se realice la recolección, menor será el riesgo de contaminación, al ser más probable que la cáscara exterior permanezca intacta y proteja a la interior de los insectos y las esporas fúngicas. Se deberá proceder a la eliminación de restos o materiales en descomposición donde puedan desarrollarse el *A. flavus* o el *A. parasiticus* en el terreno situado bajo los árboles.
24. Lo ideal sería que cuando la recolección de las nueces se realice sacudiendo los árboles, se utilicen cosechadoras mecánicas dotadas de un bastidor para recoger las nueces, o algún tipo de telas o lonas protectora colocadas bajo los árboles para impedir que las nueces caigan al suelo. En regiones donde determinadas variedades de nueces se recolectan tradicionalmente sacudiendo el árbol o dejando que las nueces maduras caigan por sí solas al suelo para ser recogidas a mano o con equipo de recolección, no deberán utilizarse los huertos para el pastoreo o para guardar ganado vacuno u otros animales. Si se ha destinado el huerto a estos usos, deberá labrarse la tierra inmediatamente antes de la recolección (con arado de discos, rodillos u otros medios que permitan voltear el suelo) para reducir el peligro de contaminación fecal de las nueces de árbol. Además, deberán disponerse procedimientos para asegurar que éstas se retiren lo antes posible, con objeto de disminuir la exposición a esporas de *Aspergillus flavus* o *A. parasiticus* cuya concentración pueda ser mayor en el aire cercano al terreno y en el entorno de restos vegetales.
25. Tras su recolección, las nueces deberán ser seleccionadas para eliminar las que estén dañadas, podridas, vacías y rancias y las materias extrañas y transportadas lo antes posible a las instalaciones de elaboración (para su descascarado inmediato) en medios de transporte (por ejemplo, camiones, transportadores) que estén limpios, secos, protegidos contra la humedad y exentos de insectos y proliferación visible de hongos. Deberán evitarse, en la medida de lo posible, condiciones de elevada humedad que propician la proliferación de mohos y la producción de micotoxinas. Los medios de transporte deberán estar contruidos con materiales que permitan su limpieza a fondo y su mantenimiento de forma que no constituyan una fuente de contaminación para las nueces de árbol. Si las nueces no pueden transportarse inmediatamente a las instalaciones de elaboración, deberán

almacenarse temporalmente de forma que se mantengan secas y protegidas de la lluvia, los insectos, roedores y aves y el drenaje del agua del suelo.

2.5 Después de la recolección

26. Las nueces que permanecen en los árboles tras la recolección deberán retirarse durante los meses de invierno con objeto de impedir la supervivencia de diversas poblaciones de insectos.
27. Antes de cada período vegetativo, los árboles deberán ser podados y, en caso necesario, tratados con plaguicidas adecuados.
28. El suelo de los huertos o los bosques deberá limpiarse de hojarasca y restos de las operaciones de recolección, con objeto de reducir la colonización de hongos del género *Aspergillus*.
29. Los contenedores, equipos y maquinaria utilizados en las operaciones de recolección deberán ser limpiados y almacenados en un lugar limpio para reducir al mínimo la contaminación accidental con hongos, productos químicos, fertilizantes o sustancias tóxicas.
30. Deberán documentarse los procedimientos de recolección y almacenamiento utilizados en cada campaña agrícola, tomando nota de las mediciones (como la temperatura, el contenido de humedad y la humedad ambiental) y de cualquier desviación o cambios con respecto a las prácticas tradicionales. Esta información puede ser útil para explicar la causa o causas de la proliferación de hongos y la formación de micotoxinas durante una determinada campaña agrícola, y ayudar a evitar que se cometan errores similares en el futuro.

2.6 Elaboración

31. En todas las etapas de la elaboración de nueces de árbol, el personal que participa en ella deberá mantener un alto grado de aseo personal, utilizar prendas de protección adecuadas y haber recibido una formación en procedimientos de higiene de los alimentos generales y de saneamiento en general adecuada a las operaciones que realice en las instalaciones de elaboración. Deberá establecerse un sistema para asegurar que todo el personal conozca todas las precauciones necesarias para reducir el riesgo de contaminación por aflatoxinas en las operaciones de elaboración.
32. Las zonas donde hayan de recibirse o almacenarse las materias primas deberán estar separadas de las que se destinan a la preparación o envasado del producto final, de tal forma que se excluya toda posibilidad de

contaminación del producto terminado. El descascarado de las nueces deberá realizarse en un lugar separado mediante tabiques de la zona de elaboración principal de la instalación. Se deberá velar porque no se introduzca aire cargado de polvo en otras zonas de las instalaciones de elaboración por medio de un sistema de respiraderos u otras aberturas.

33. Los elaboradores deberán establecer procedimientos adecuados de control de la calidad, rastreabilidad/seguimiento del producto y seguridad en todas las etapas del proceso de elaboración para evitar la contaminación por aflatoxinas entre diferentes lotes de nueces durante la elaboración.
34. El descascarado de las nueces deberá comenzar lo antes posible tras la recolección. Si se prevé una breve demora del descascarado, las nueces deberán almacenarse en condiciones que las protejan de insectos, ácaros, parásitos, animales domésticos, hongos, contaminantes químicos o microbiológicos, restos y polvo. Si se prevé una demora prolongada, las nueces deberán almacenarse en condiciones controladas para impedir la generación de aflatoxinas. En caso necesario, se podrán realizar fumigaciones adecuadas para combatir los insectos.
35. Las nueces descascaradas deberán secarse lo antes posible; la tasa de secado y la intensidad del calor aplicado deberán determinarse en función del uso final previsto de los productos elaborados a partir de las nueces. Las nueces deberán secarse hasta alcanzar un contenido inocuo de humedad que corresponda a una actividad acuosa, A_w , inferior a 0,70 a 25 °C. Cuando la actividad acuosa es menor de 0,70 los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden proliferar ni producir aflatoxinas. Las nueces descascaradas que se dejan secar al sol corren un mayor riesgo de contaminación durante el proceso de secado como consecuencia de la proliferación de hongos y/o de los daños producidos por plagas.
36. Deberá comprobarse el contenido de humedad tras el secado tomando muestras del lote que sean lo más representativas posible. Se deberá cerciorarse de que el equipo necesario para medir el contenido de humedad esté calibrado.
37. En las regiones donde se utiliza tradicionalmente vapor de agua o una solución acuosa para facilitar el descascarado y la separación de las nueces defectuosas, se deberán instalar y utilizar secadores mecánicos para reducir la posibilidad de una contaminación posterior por aflatoxinas; el agua utilizada deberá ser de calidad adecuada para el uso previsto y nunca deberá reciclarse.

38. El personal y los equipos utilizados en las zonas de descascarado, selección, preparación, secado o almacenamiento de unas instalaciones de elaboración no deberán entrar en otras zonas de las instalaciones, con lo que se reducirá así el riesgo de contaminarlas. Mientras se estén llevando a cabo estas operaciones, se deberán retirar frecuentemente de la zona de trabajo los materiales de desecho, para lo que habrá de disponerse de recipientes adecuados.
39. Se deberá recurrir a diversas técnicas de selección visual (manuales) o electrónicas para retirar las materias extrañas y separar las nueces que presenten diversos defectos. No deberán utilizarse para elaboración nueces que no estén manifiestamente libres de contaminación fecal, infestaciones, descomposición y otros defectos. Deberán tomarse precauciones especiales para rechazar las nueces dañadas por insectos o agrietadas prematuramente porque entrañan un elevado riesgo de contaminación por aflatoxinas.
40. En las variedades de nueces que tradicionalmente se someten a un tratamiento previo con humedad (vapor o agua potable) para reducir la rotura de las semillas al partir la cáscara, deberá reducirse el contenido de humedad de las semillas inmediatamente después de esa operación, haciendo circular rápidamente aire a través de las mismas, hasta alcanzar un contenido que no permita la proliferación de hongos.
41. Los productos elaborados terminados (nueces sin elaborar, con o sin cáscara, a granel o listas para el consumo) deberán tener un contenido de humedad adecuado y estar envasados de manera que, en condiciones de transporte y almacenamiento normales, se mantenga su calidad y no se observe un deterioro significativo por descomposición, mohos o cambios enzimáticos.
42. Es conveniente que todas las instalaciones tengan acceso a servicios de control de la calidad. La magnitud y el tipo de control variarán en función de los diferentes productos y de las necesidades de gestión. Deberá emplearse algún tipo de control o método de análisis reconocido para determinar el nivel de aflatoxinas y el contenido de humedad preferible de los productos antes de autorizar su salida de las instalaciones de elaboración.

2.7 Transporte de las nueces elaboradas a su lugar de almacenamiento

43. Los recipientes empleados para el transporte deberán estar limpios, secos y exentos de proliferación visible de hongos, de insectos y de cualquier material contaminado. Deberán estar perfectamente contruidos para soportar condiciones difíciles de manipulación sin sufrir roturas ni

perforaciones y herméticamente cerrados para impedir el acceso de polvo, esporas fúngicas, insectos u otras materias extrañas.

44. Las nueces deberán trasladarse de los recipientes de transporte al almacén lo antes posible. Si se transportan juntos lotes o sublotes diferentes, deberán separarse físicamente de forma que se mantenga la identificación de todos ellos. Cada lote deberá llevar marcado de forma indeleble un número de identificación que permita localizar los documentos que lo acompañan (el número de identificación del lote deberá corresponder al número de identificación mencionado en dichos documentos).

2.8 Almacenamiento

45. Las instalaciones de almacenamiento deberán consistir en estructuras limpias y secas (en las que se mantenga, si es posible, una humedad relativa inferior al 70 por ciento) y bien ventiladas, que protejan de la lluvia, de la entrada de roedores y aves y del drenaje del agua del suelo y en las que haya unas fluctuaciones mínimas de la temperatura y la humedad. Si es posible, la temperatura deberá mantenerse entre los 0 °C y los 10 °C para reducir al mínimo la proliferación de hongos durante el almacenamiento.
46. Deberán adoptarse buenas prácticas de almacenamiento para reducir al mínimo la presencia de insectos y hongos en las instalaciones de almacenamiento. Esas prácticas podrán incluir el uso de insecticidas y fungicidas registrados y adecuados, o métodos alternativos apropiados. Las nueces almacenadas en sacos deberán colocarse sobre paletas cuya posición permita una buena ventilación y un fácil acceso.
47. Deberá vigilarse cuidadosamente durante el almacenamiento la actividad acuosa, que varía en función del contenido de humedad y la temperatura. Cuando la actividad acuosa es inferior a 0,7 los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden proliferar o producir aflatoxinas.
48. Deberá estudiarse la posibilidad de fumigar las nueces cuando se retiran del almacenamiento para su exportación, con objeto de erradicar posibles plagas que puedan estar presentes y evitar la infestación durante el transporte.

3. CONDICIONES ESPECIALES PARA DETERMINADAS ESPECIES DE NUECES

3.1 Pistachos

49. Los pistachos están expuestos a la transmisión aérea de esporas fúngicas en el campo y durante la recolección y/o la elaboración. Cuando los pistachos se encuentran todavía en el árbol, en ocasiones la cubierta exterior se raja cuando se separa la cáscara (separación temprana) y en ocasiones ésta sufre daños debido al viento, a los insectos o a otras plagas. Si los insectos u otras plagas dañan la cáscara del pistacho, se dan las condiciones para que las esporas de *Aspergillus* invadan el interior de la semilla y proliferen en él pudiendo producir aflatoxinas.
50. Durante el período vegetativo, los productores deberán regar con cuidado y en su debido momento para limitar la separación temprana de la cáscara y reducir el riesgo de contaminación por aflatoxinas. Los pistachos maduros deberán recolectarse pronto para reducir el riesgo de contaminación, ya que hay más posibilidades de que la cáscara se mantenga intacta. Los pistachos deberán enviarse directamente a las instalaciones de descascarado y secado dentro de las 24 horas siguientes a la recolección para evitar el manchado de la cáscara.

3.2 Nueces de brasil

51. Las medidas para prevenir y reducir la presencia de aflatoxinas en las nueces del Brasil se incluyen en un apéndice independiente a este Código, habida cuenta de las condiciones muy específicas en que tienen lugar su recolección y elaboración.

4. SISTEMA DE GESTIÓN COMPLEMENTARIO QUE HABRÁ DE EXAMINARSE EN EL FUTURO

52. El sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC) es un método de gestión de la inocuidad de los alimentos que se utiliza para identificar y controlar los peligros en el sistema de producción y elaboración. Los principios generales del sistema de APPCC se han descrito en documentos anteriores.^{4,5}

⁴ FAO, 1995, La utilización de los principios del análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) en el control de alimentos, Estudio FAO: Alimentación y Nutrición, N° 58, Roma.

⁵ ILSI. 1997. A simple guide to understanding and applying the hazard analysis critical control point concept, ILSI Europe Concise Monograph Series, 2ª edición, ILSI Europe, Bruselas.

53. El concepto de APPCC se refiere a un sistema de gestión integrado y global. Este sistema, aplicado correctamente en el sector de las nueces de árbol, puede reducir la presencia de aflatoxinas observada en las nueces de árbol. La utilización del sistema de APPCC como sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos tiene muchas ventajas con respecto a otros tipos de sistemas de control de la gestión aplicados en ciertos sectores de la industria alimentaria. En los huertos, muchos factores que influyen en la contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas están relacionados con el medio ambiente, como las condiciones atmosféricas y los insectos, y es difícil o imposible controlarlos. Tras la recolección, se pueden identificar los puntos críticos de control de las aflatoxinas producidas por hongos durante el almacenamiento. Por ejemplo, podría existir un punto crítico de control al final del proceso de secado, y un límite crítico sería el contenido de humedad o la actividad acuosa.
54. Antes de intentar establecer y aplicar un sistema de APPCC, deberán haberse establecido programas de buenas prácticas agrícolas (BPA), buenas prácticas de fabricación (BPF) y buenas prácticas de almacenamiento. Se ha publicado recientemente un manual sobre la aplicación del sistema de HACCP para la prevención y control de micotoxinas que incluye un plan elaborado para controlar las aflatoxinas presentes en los pistachos en el Asia sudoccidental⁶. Se recomienda que los productores, elaboradores y otros interesados del sector de las nueces de árbol estudien este ejemplo cuyos conceptos son aplicables a todas las nueces de árbol.
55. Una de las recomendaciones generales de la Tercera Conferencia Internacional sobre Micotoxinas, que se celebró en Túnez en marzo de 1999, fue que los programas integrados de control de las micotoxinas incorporaran los principios del sistema de APPCC para hacer frente a los riesgos relacionados con la contaminación por micotoxinas de alimentos y piensos⁷. La aplicación de estos principios reducirá al mínimo la contaminación por aflatoxinas mediante la aplicación, en la medida de lo posible, de controles preventivos en la producción, manipulación, almacenamiento y elaboración de cada cultivo de nueces de árbol. Dada la posibilidad de que no todos los países dispongan del personal especializado y la experiencia necesarios para poner en práctica sistemas eficaces de gestión integrada de las micotoxinas, la Organización para

⁶ FAO/IAEA training and reference center for food and pesticide control, 2002, Manual on the Application of the HACCP System in Mycotoxin Prevention and Control, FAO Food and Nutrition Paper No. 73, Roma.

⁷ FAO, Prevención de la contaminación con micotoxinas, Alimentación, Nutrición y Agricultura, número 23, 1999. Dirección de Alimentación y Nutrición, FAO, Roma.

la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha concedido la máxima prioridad a la capacitación de profesionales de países en desarrollo en el sistema de APPCC y su aplicación.

APÉNDICE

MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS NUECES DEL BRASIL POR AFLATOXINAS

INTRODUCCIÓN

1. La formulación y aceptación de un apéndice al Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas ofrecerá directrices uniformes para que las examinen los países productores con miras al control y la gestión de la contaminación por aflatoxinas en las nueces del Brasil. Con el fin de que estas medidas sean efectivas será necesario que los recolectores, elaboradores y otros miembros de la cadena de producción, examinen los principios generales establecidos por el Código y tengan en cuenta a la vez que el árbol de las nueces del Brasil (*Bertholletia excelsa*) no se cultiva. Es una especie que existe en toda la región del Amazonas, si bien las concentraciones más grandes de árboles están en la región amazónica del Brasil.
2. Este apéndice sólo se aplica a las nueces del Brasil, dadas las condiciones muy específicas de su recolección y elaboración.

PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN LAS BUENAS PRÁCTICAS DE EXTRACCIÓN (BPE)

Antes de la recolección

3. Los recolectores deberán limpiar la superficie que está debajo de los árboles de nueces del Brasil, eliminar las vainas y nueces que hayan quedado de la cosecha previa. Las vainas restantes de la temporada anterior de cosecha nunca deberán mezclarse con las vainas de la temporada en curso porque representan una fuente potencial de contaminación de *Aspergillus*.

Recolección

4. La recolección deberá proceder sin interrupción lo antes posible, a partir de cuanto las vainas caigan de los árboles. Se prevé cierta demora en la recolección porque durante la temporada agrícola pueden caer algunas vainas restantes, lo que representa un riesgo para la vida de los recolectores.
5. Las vainas deberán clasificarse para eliminar las que estén dañadas, y colocarse en capas, de ser posible delgadas, sólo durante un período breve de tiempo (de preferencia menos de cinco días).

Después de la recolección

6. Las vainas deberán abrirse lo antes posible una vez recogidas, y extraerse las nueces, separarlas de las vainas y colocarlas en un piso limpio y seco o en una lona de plástico en buenas condiciones para evitar el contacto con el suelo. Mientras se abren las vainas es necesario evitar en la medida de lo posible dañar las nueces. Es necesario clasificar las nueces para eliminar las que estén dañadas o vacías.
7. El transporte inicial de las nueces, desde el bosque hasta el lugar de almacenamiento, deberá realizarse cuanto antes, en contenedores limpios, secos y protegidos de la lluvia y los insectos, en la medida máxima posible.
8. Para evitar la formación de aflatoxinas las nueces deberán secarse hasta alcanzar un nivel de humedad inferior a 0,70, de preferencia en los primeros 10 días desde la recolección. Normalmente no es suficiente secar las nueces al sol para obtener el nivel de humedad seguro, debido a la elevada humedad relativa del medio ambiente de los bosques lluviosos. Esta recomendación es de particular importancia en la producción de nueces del Brasil destinadas a comerciarse "con cáscara", porque las nueces contaminadas son difíciles de distinguir de las nueces sanas sin abrirlas. Las nueces deberán protegerse de la lluvia y las plagas, como las aves, los roedores e insectos y de cualquier otra fuente de contaminación.
9. Después de secarlas, hay que poner las nueces en un almacén donde el suelo esté por lo menos 50 cm por encima del terreno, protegido de la lluvia y las plagas, y que tenga una buena circulación del aire. Con fines de reconocimiento y trazabilidad, las nueces, a granel o en bolsas, de orígenes o días de **recolección** diferentes deberán manipularse por separado, de preferencia, y mantenerse separadas hasta la elaboración final y el envasado.
10. Durante el transporte de las nueces desde el lugar de almacenamiento primario, a granel o en bolsas, ya sea hacia un lugar intermedio o a las instalaciones de elaboración, deberán separarse las nueces de otros productos, en envases limpios, secos, protegidos de la humedad y libres de insectos y de mohos visibles. Los contenedores para transportar las nueces deberán estar hechos de materiales susceptibles de limpieza profunda y mantenimiento para que no constituyan una fuente potencial de contaminación para las nueces del Brasil.

11. Si se almacenan las nueces en un lugar intermedio, antes de llegar al lugar donde se vayan a elaborar, ese lugar de almacenamiento deberá tener lo siguiente:
- a) protección contra la lluvia y las plagas;
 - b) un piso impermeable y que se pueda lavar;
 - c) drenaje para el agua del suelo;
 - d) buena circulación del aire;
 - e) una superficie suficiente con divisiones adecuadas para facilitar la separación de los lotes.

Este almacén intermedio sólo se recomienda si el contenido de humedad de las nueces corresponde a una actividad del agua inferior a 0,70. De otra manera, no se recomienda que haya almacenamiento intermedio, especialmente para las nueces destinadas a comerciarse con cáscara.

RECOMENDACIONES GENERALES

12. Los gobiernos nacionales, estatales y locales, así como las organizaciones no gubernamentales –ONG, asociaciones comerciales y cooperativas– deberán proporcionar su propia formación básica y actualizar la información sobre los peligros asociados a la contaminación por aflatoxinas a los agentes que participan en la cadena de producción de las nueces del Brasil.
13. La población local (extractores) que participa en la recolección de nueces del Brasil deberá recibir con regularidad capacitación en materia de prácticas sanitarias y de higiene personal, que deberán aplicarse en todas las etapas de la producción, incluida la previa a la recolección, la recolección, después de la recolección y la elaboración.
14. Se recomienda perfeccionar y validar el sistema de control de calidad vigente, utilizado casi en todas las instalaciones de elaboración, mediante la verificación del porcentaje de nueces "malas" de los lotes que se reciben. Este método puede usarse como instrumento para decidir si un lote se puede comercializar como nueces "con cáscara" o si deberán eliminarse las cáscaras de las nueces y clasificarse éstas para retirar las nueces malas.

CONTAMINACIÓN DEL MANÍ (CACAHUETE) POR AFLATOXINAS

CAC/RCP 55-2004

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

1. El presente documento tiene por objeto proporcionar orientación a todas las partes interesadas que producen y manipulan maní (cacahuete) destinado al comercio internacional para el consumo humano. Todo el maní se debe preparar y manipular de conformidad con el Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos¹, aplicable a todos los alimentos elaborados para el consumo humano. Este código de prácticas indica las medidas que deben aplicar todas las personas encargadas de garantizar que los alimentos sean inocuos y adecuados para el consumo.

2. DEFINICIONES

2. Por **"vanos"** se entienden los granos con cáscara que son extraordinariamente ligeros, como resultado de grandes daños debidos a causas fisiológicas, moho, insectos u otras causas y que pueden eliminarse, por ejemplo, por un procedimiento de separación mediante aire.
3. Por **"curado"** se entiende el secado del maní (cacahuete) con cáscara hasta un grado de humedad inocuo.
4. Por **"existencias de maní del agricultor"**, se entienden los cacahuete con cáscara tal como llegan del campo, después de su separación de las matas a mano y/o por medios mecánicos.
5. Por **"actividad acuosa segura"** se entiende la actividad acuosa del maní en cáscara o descascarado que impide el desarrollo de microorganismos normalmente presentes en la recolección, la elaboración y el almacenamiento del maní.
6. La actividad acuosa (aw) es una medida del contenido de agua no ligada en un producto; es la presión del vapor de agua de la sustancia dividida por la presión del vapor de agua pura a la misma temperatura. Las actividades acuosas

¹ Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003)

superiores a 0,70 a 25 °C (77 °F) son peligrosas por lo que se refiere a la proliferación de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* y la posible producción de aflatoxinas.

3. PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA)

3.1 Antes de la recolección

7. Para ser eficaz, el control de la contaminación por aflatoxinas del maní antes de la recolección debe tener en cuenta todos los diversos factores medioambientales y agronómicos que influyen en la infección de las vainas y las semillas por los hongos productores de aflatoxinas así como en la producción de estas toxinas. Estos factores pueden variar considerablemente de un lugar a otro, y de una estación a otra en el mismo lugar. Algunos medios pueden ser particularmente favorables para la infección por hongos y la posterior contaminación por aflatoxinas de los manises; en las zonas en las que se dan estas circunstancias, se debería considerar la conveniencia de producir o no este cultivo. No obstante, en la mayoría de los casos debería ser posible concebir prácticas agrícolas que pueden reducir la contaminación del maní por aflatoxinas.
8. El cultivo continuo de maní en la misma tierra puede favorecer la proliferación en el suelo de grandes poblaciones de *A. flavus* o *A. parasiticus*, lo que aumentará la probabilidad de infección y contaminación por aflatoxinas. Se han realizado algunos estudios sobre el efecto de la rotación de cultivos en la contaminación por aflatoxinas. En medios semiáridos, las poblaciones de *Aspergillus* pueden ser muy altas y las rotaciones de los cultivos pueden influir poco en la actividad fúngica. En algunas regiones, los sistemas agrícolas comprenden diversas prácticas de cultivo y fertilización que pueden afectar, de forma aislada o en su conjunto, a la supervivencia o proliferación de las poblaciones de hongos toxígenos. Existen pruebas de que el maní cultivado en diferentes tipos de suelo puede presentar grados de infección por los mohos significativamente diferentes. Por ejemplo, los suelos arenosos ligeros favorecen la rápida proliferación de los hongos, particularmente en condiciones de aridez. Los suelos más arcillosos presentan una mayor capacidad de retención de agua y, en consecuencia, es menos probable que se produzcan situaciones de déficit hídrico, lo que puede explicar en parte que el maní cultivado en estos suelos presente una contaminación por aflatoxinas inferior a la media.

9. En zonas vulnerables a la erosión, puede ser necesario aplicar prácticas que excluyan la labranza, en aras de la conservación del suelo.
10. Se han de utilizar los resultados del análisis del suelo para determinar si es necesario aplicar fertilizantes y/o acondicionadores del suelo con objeto de garantizar un pH adecuado y el aporte de nutrientes a las plantas para evitar condiciones adversas, especialmente durante el desarrollo de las semillas, cuando aumenta la vulnerabilidad del maní a la infestación fúngica.
11. La elección de la variedad de maní puede ser importante; por consiguiente, antes de sembrar los agricultores deben consultar a las autoridades de fitomejoramiento competentes o a los servicios de extensión agraria para informarse de los cultivares de maní que se han adaptado a su región y de la disponibilidad de variedades resistentes a diversos factores, tales como los ataques de insectos, microorganismos y hongos que pueden afectar a la inocuidad y calidad de los manises producidos. Se debe seleccionar un cultivar adecuado para un determinado período de crecimiento y que madure al final de la estación de las lluvias, de manera que el secado en el campo después de la recolección pueda realizarse en condiciones favorables. No es conveniente seleccionar una variedad que se pueda ver afectada por el déficit hídrico durante la maduración de la vaina, y puede ser necesario alcanzar un compromiso entre la recolección en condiciones de escasa humedad y la manera de evitar el déficit hídrico mediante la utilización de cultivares de ciclo corto que maduran antes del final de las lluvias.
12. Se recomienda regar, si es posible, para combatir el calor y el déficit hídrico.
13. El riego, destinado a asegurar una adecuada humedad del suelo durante las últimas cuatro a seis semanas de crecimiento del cultivo, debería reducir al mínimo la contaminación por aflatoxinas del maní antes de la recolección. Esto se puede conseguir mediante un cultivo totalmente de regadío o con la aplicación de riego complementario a cultivos básicamente de secano. Si se utiliza el riego, es necesario cerciorarse de que se aplica de manera uniforme y de que todas las plantas de la parcela reciben un suministro de agua adecuado.
14. El agua destinada al riego y a otros usos (por ejemplo, la preparación de plaguicidas para la pulverización), debe ser de calidad apropiada para el uso al que vaya a destinarse.

15. Hay que evitar el hacinamiento de las plantas, manteniendo entre ellas y entre los surcos la distancia recomendada para las especies o variedades cultivadas. Deben establecerse densidades óptimas de plantas, teniendo presente que si las precipitaciones son inferiores al nivel óptimo durante el período de crecimiento, una densidad demasiado alta puede ocasionar déficit hídrico.
16. Un crecimiento excesivo de malas hierbas puede agotar la humedad disponible del suelo. En consecuencia, se recomienda combatir de forma eficaz las malas hierbas mediante la labranza o la aplicación de herbicidas registrados. Hay que tener cuidado para evitar dañar las estípites y las vainas durante la labranza.
17. Las prácticas de labranza y de protección de los cultivos que reducen la presencia en el suelo de insectos, acáridos y nematodos deberían ayudar a reducir la contaminación por aflatoxinas. Se han de reducir al mínimo los daños provocados por insectos y por infecciones fúngicas en las proximidades del cultivo, mediante el uso adecuado de insecticidas y fungicidas registrados y otras prácticas apropiadas comprendidas en un programa de lucha integrada contra las plagas. Los productores deben consultar a las autoridades locales o nacionales para determinar qué insectos y otras plagas habituales en su región pueden infestar el maní haciéndolo más vulnerable a las infecciones fúngicas que pueden producir aflatoxinas.
18. No parece que se haya adoptado ningún fungicida o combinación de fungicidas u otro tratamiento químico para combatir en la práctica la infección por *Aspergillus flavus* o *A. parasiticus* y la posterior contaminación por aflatoxinas del maní antes de la recolección. Los resultados de diversos estudios sobre la aplicación de fungicidas en el maní recién cosechado o amontonado en hileras son equívocos.

3.2 Recolección

19. Las asociaciones de comercio, así como las autoridades locales y nacionales, deben tomar la iniciativa con vistas a difundir información a los productores sobre los peligros asociados con la contaminación por aflatoxinas del maní y sobre cómo pueden poner en práctica procedimientos de recolección seguros para reducir el riesgo de contaminación por hongos, microbios y plagas. El personal que participa en la recolección del maní deberá haber recibido formación adecuada sobre las prácticas sanitarias y de higiene personal que deberán ponerse en práctica durante la totalidad del período de la recolección.

20. Es necesario asegurarse de que todo el equipo que se vaya a utilizar para la recolección y para el almacenamiento de la cosecha están en buen estado. Una avería en este período crítico puede ocasionar pérdidas de calidad del maní y fomentar la formación de aflatoxinas. Deben estar disponibles en la explotación agrícola las piezas de recambio importantes para perder el menor tiempo posible en reparaciones.
21. La recolección debe programarse de manera que el maní haya alcanzado la plena madurez, a no ser que ello entrañe someterlo a condiciones extremas de calor, precipitaciones o sequía. Es muy importante recolectar el cultivo cuando ha alcanzado su madurez óptima, ya que la presencia durante la explotación de un número excesivo de vainas demasiado maduras o muy verdes puede dar lugar a niveles altos de aflatoxinas en el producto; además, un retraso de la recolección del maní ya infectado puede ocasionar un aumento significativo del contenido de aflatoxinas de la cosecha. Puede resultar muy útil disponer de un sistema que permita vigilar las condiciones en que se desarrolla el cultivo (temperatura del suelo y precipitaciones).
22. Las plantas que mueren debido a la infestación por plagas, patógenos como *Sclerotium rolfsii* o *Fusarium* spp. y enfermedades como el virus de la roseta del maní, o insectos como la termita, la forficula o el falso estróngilo capaces de causar daños a las vainas, deben recolectarse de forma independiente, ya que sus frutos probablemente contienen aflatoxinas.
23. Si el maní se ha regado, debe velarse por que las plantas que están fuera del alcance de los sistemas de riego se recolecten por separado, para evitar mezclar el maní exento de aflatoxinas con el que puede estar, potencialmente, contaminado.
24. Hay que evitar, en la medida de lo posible, dañar las vainas durante la recolección, ya que esto puede favorecer una rápida contaminación de las vainas por *A. flavus* o *A. parasiticus*. El maní debe manipularse con el mayor cuidado, y deberá hacerse todo lo posible para reducir al mínimo los daños físicos en todas las etapas de la recolección y el transporte.
25. Tras la recolección, las vainas deben quedar expuestas para que el secado sea lo más rápido posible. Para ello, se puede dar la vuelta a las matas de manera que las vainas queden en la parte superior, alejadas del terreno y expuestas al sol y al viento. El curado se debe completar hasta una actividad acuosa segura lo antes posible para impedir la proliferación de microorganismos, particularmente de los mohos que producen aflatoxinas. No obstante, un

secado excesivamente rápido puede producir deslizamientos de la piel y olores no deseables en el grano de maní. Cuando el curado se realiza con calor complementario, debe evitarse la aplicación de calor excesivo, ya que perjudica la calidad general del maní, provocando, por ejemplo, la división de los granos después del descascarado. Debe comprobarse periódicamente el contenido de humedad o actividad acuosa de las existencias de maní de los agricultores.

26. El secado del maní debe realizarse de manera que se reduzcan al mínimo los daños y el contenido de humedad se mantenga por debajo del necesario para el desarrollo de mohos durante el almacenamiento (por lo general, menos del 10 por ciento de humedad), con objeto de impedir la proliferación adicional de diversas especies de hongos en el maní.
27. El maní recién recolectado debe limpiarse y seleccionarse, eliminándose los granos dañados y otras materias extrañas. Algunos granos infectados pueden eliminarse mediante procedimientos de limpieza como el uso de separadores densimétricos o neumáticos, que separan las vainas ligeras, y cribas con ranuras que separan los granos que llegan descascarados.

3.3 Transporte

28. El maní debe trasladarse a un almacén adecuado o a la zona de elaboración para su elaboración inmediata lo antes posible después de la recolección o el secado.
29. Los contenedores (por ejemplo, vagones, camiones) que vayan a utilizarse para recoger el maní recolectado y transportarlo de la explotación agrícola a las instalaciones de secado, o a los almacenes tras el secado, deben estar limpios, secos y exentos de insectos y de proliferación visible de hongos antes de su utilización o reutilización.
30. Los contenedores empleados para el transporte deben estar exentos de proliferación visible de hongos, de insectos y de cualquier material contaminado. Si es necesario, deberán limpiarse y desinfectarse antes de su utilización o reutilización, y deberán ser adecuados para la carga prevista. Puede resultar útil el empleo de productos para fumigación o insecticidas registrados. En el momento de la descarga, el contenedor debe vaciarse completamente de toda su carga y limpiarse apropiadamente.

31. Las remesas de maní deben protegerse de toda acumulación de humedad adicional mediante el uso de contenedores cubiertos o herméticos, o lonas

alquitranadas. Deben evitarse las fluctuaciones térmicas que puedan ocasionar condensación en el maní, ya que esto podría dar lugar a una acumulación local de humedad y al consiguiente desarrollo de hongos con formación de aflatoxinas.

32. Debe analizarse la contaminación por aflatoxinas de las existencias de maní del agricultor con objeto de realizar una separación más precisa para su almacenamiento correcto. Las cargas exentas de aflatoxinas se deben separar de las cargas con un nivel bajo de contaminación por aflatoxinas, destinadas a una elaboración y limpieza adicionales, y de las cargas con un nivel alto de contaminación.
33. Debe evitarse la infestación por insectos, aves y roedores durante el transporte, mediante el uso de contenedores resistentes a los insectos y los roedores o mediante tratamientos químicos repelentes de los mismos aprobados para el uso al que está destinado el maní.

3.4 Separación de lotes contaminados por aflatoxinas

34. Se ha investigado de forma exhaustiva la distribución de las aflatoxinas en el maní. Los resultados de las investigaciones indican que la selección en función de la calidad permite eliminar una gran parte de las aflatoxinas presentes en el momento de la recolección. La distribución de las aflatoxinas en un lote de maní es muy heterogénea y, por consiguiente, el plan de muestreo utilizado es fundamental.

3.5 Almacenamiento

35. El almacenamiento del maní después de la recolección es la fase en la que más puede agravarse el problema de las aflatoxinas en este producto. Para evitar la contaminación por aflatoxinas en el almacenamiento, el principal objetivo es impedir la proliferación de mohos en el maní debida a la condensación de humedad o a goteras en el almacén.
36. Para impedir que el maní vuelva a mojarse tras el secado, es necesario un almacén correctamente ventilado, con una cubierta adecuada, preferiblemente con doble muro lateral, y con suelo de hormigón. Debe velarse por que las instalaciones de almacenamiento cuenten con estructuras secas y bien ventiladas que las protejan de las precipitaciones, permitan el drenaje del agua del suelo, eviten la entrada de insectos, roedores y aves y reduzcan al mínimo las fluctuaciones de la temperatura. Pintar de blanco las cubiertas de los almacenes reduce la carga de calor del sol con respecto a la que reciben los materiales galvanizados tradicionales. Para reducir la condensación en los

almacenes se ha demostrado la eficacia del concepto de la doble cubierta, que consiste en instalar una cubierta nueva encima de una cubierta defectuosa existente, dejando un espacio de aire entre las dos cubiertas.

37. Se debe vigilar cuidadosamente durante el almacenamiento la actividad acuosa, que varía en función del contenido de humedad y la temperatura.

38. La distribución uniforme de la carga en el almacén permite la salida del exceso de calor y humedad y reduce las zonas favorables para la infestación por insectos. El apilamiento de existencias de maní puede producir la acumulación de calor y humedad, que da lugar a la proliferación de mohos y la contaminación por aflatoxinas.

39. Para impedir que aumente la concentración de aflatoxinas durante el almacenamiento y el transporte, es necesario mantener un bajo contenido de humedad, una temperatura ambiental adecuada y condiciones higiénicas. Los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden desarrollarse ni producir aflatoxinas con actividades acuosas inferiores a 0,7; la humedad relativa debe mantenerse por debajo del 70 por ciento, y las temperaturas entre 0 y 10 °C son óptimas para reducir al mínimo el deterioro y el crecimiento de hongos durante el almacenamiento a largo plazo.

40. Se debe vigilar, mediante programas de muestreo y análisis adecuados, el contenido de aflatoxinas del maní que se introduce o se retira del almacén.

41. En el maní ensacado, debe velarse por que los sacos estén limpios, secos y apilados en paletas, o que haya una capa impermeable al agua entre los sacos y el suelo.

42. El almacenamiento debe realizarse a la temperatura más baja posible compatible con las condiciones ambientales, pero deben evitarse las temperaturas cercanas a la de congelación. En la medida de lo posible, el maní debe ventilarse mediante la circulación de aire a través de la zona de almacenamiento, para mantener una temperatura adecuada y uniforme en toda la zona.

43. Debe medirse la temperatura del maní de forma periódica durante su almacenamiento. Un incremento de la temperatura puede indicar proliferación microbiana y/o infestación por insectos. Debe inspeccionarse el maní visualmente para comprobar si existe proliferación de mohos; deben separarse las partes del producto que parezcan infectadas y enviarse, si es

posible, muestras para su análisis; tras la separación, debe reducirse la temperatura del producto restante y ventilarlo. No debe utilizarse maní infectado para producir alimentos o piensos.

44. Para reducir al mínimo la presencia de insectos y hongos en las instalaciones de almacenamiento, deben adoptarse procedimientos correctos de mantenimiento, como el uso de trampas adecuadas, insecticidas registrados o fungicidas y productos para fumigación. Se debe procurar seleccionar únicamente productos químicos que no afectan o dañan el maní.
45. Deben documentarse los procedimientos de recolección y almacenamiento utilizados en cada temporada, tomando nota de las mediciones (por ejemplo, la temperatura y la humedad) y de cualquier desviación o cambio con respecto a las prácticas tradicionales. Esta información puede ser muy útil para explicar las causas de la proliferación de hongos y la formación de aflatoxinas en una campaña agrícola concreta, y puede ayudar a evitar que se cometan errores similares en el futuro.

4. BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

4.1 Recepción y descascarado

46. El comprador de maní para una planta de descascarado, ya realice la compra desde la planta o desde un punto de compra exterior, debe inspeccionar la calidad del maní que se le ofrece y asesorar a los proveedores sobre la forma de suprimir las prácticas inadecuadas. Los compradores deben alentar a los proveedores de existencias de maní del agricultor a que apliquen las siguientes buenas prácticas de producción.
47. Las existencias de maní del agricultor que se reciben en la planta de descascarado deben inspeccionarse a su llegada. Es aconsejable conocer el origen e historial de cada lote de maní. Hay que examinar el vehículo de transporte; si no es completamente cerrado, debe disponer de una cubierta, como una lona alquitranada, para proteger el producto de la lluvia o de otras fuentes de humedad. Durante la descarga, debe observarse el aspecto general del maní. Si se puede percibir la humedad del maní al tacto, NO debe mezclarse con el maní almacenado sin envasar. El vehículo que contiene el maní debe quedar aparcado a la espera de que se tome una decisión sobre la evacuación del producto. Si es posible, debe tomarse una muestra de cada lote, deben separarse los granos y debe descascararse el resto para observar la calidad del maní antes de tomar una decisión relativa a la aceptación del producto.

48. Las especificaciones relativas a la compra de maní destinado a elaboración posterior adicional deben incluir un nivel máximo de aflatoxinas basado en métodos de análisis adecuados y en un plan de muestreo correcto.
49. Deben tomarse precauciones especiales para rechazar el maní que presente signos de daños por insectos o proliferación de mohos, debido al peligro de que contengan aflatoxinas. Deben conocerse los resultados de los análisis de aflatoxinas del maní empleado como materia prima antes de permitir su elaboración. Cualquier lote de maní con un nivel inaceptable de aflatoxinas, que no pueda reducirse a niveles permitidos mediante los equipos de selección disponibles, debe rechazarse.
50. La industria de elaboración de maní debe asegurarse de que el proveedor de maní descascarado sea capaz de controlar adecuadamente sus propias operaciones para garantizar que el producto acabado no sobrepase el límite máximo de aflatoxinas.
51. Debe examinarse la posible presencia de moho en todos los granos con cáscara suelta, dañados (vanos) y de tamaño inferior al normal. Si no hay moho externo visible, los granos deben partirse para descubrir la posible proliferación oculta de moho. La proliferación excesiva de moho o la presencia de moho que se asemeje a *A. flavus* es motivo para realizar un análisis químico de la presencia de aflatoxinas o para rechazar el lote.

4.2 Selección

52. La selección es la etapa final para eliminar los granos defectuosos. Las cintas de selección deben estar bien iluminadas; no deben transportar más de una capa de maní y su velocidad debe ser tal que permita garantizar que los trabajadores que realizan la selección a mano eliminen eficazmente la materia extraña y los granos defectuosos. La maquinaria de selección debe ajustarse, con patrones de referencia, con la mayor frecuencia posible, para asegurar que se retiren todos los granos defectuosos. El ajuste debe comprobarse frecuentemente y de forma periódica.
53. Para eliminar de forma eficaz los granos contaminados por moho, se debe realizar una selección antes y después del escaldado y tostado. Si la elaboración incluye el partido, los granos que no se abren deben eliminarse. Se ha de comprobar la eficacia de las técnicas de selección, mediante análisis periódicos del contenido de aflatoxinas de la corriente de maní seleccionado o del producto acabado, o de ambos. Dichos análisis deben realizarse con la

frecuencia suficiente para asegurarse de que el producto sea plenamente aceptable.

54. Los granos defectuosos (enmohecidos, con alteraciones del color, rancios, marchitos, arrugados, dañados por insectos o que presenten otros daños) deben ensacarse por separado y deben etiquetarse como no aptos para el consumo humano. Los contenedores de maní defectuoso deben retirarse de la zona de elaboración lo antes posible. Los materiales contaminados o que presenten peligro de contaminación por aflatoxinas deben desviarse a usos no alimentarios.
55. El maní rechazado en el proceso de selección se debe destruir o separar de los productos comestibles. Si se va a destinar a la triturración, se debe ensacar por separado y se debe etiquetar como no apto para el consumo humano directo en su estado actual.

4.3 Escalado

56. El escaldado, utilizado junto con mesas de gravedad y con la selección manual o electrónica, permite eliminar de forma muy eficiente las aflatoxinas de los granos contaminados. Se ha comprobado que la selección por color, combinada con el escaldado, puede reducir la contaminación por aflatoxinas hasta en un 90 por ciento.

4.4 Envasado y almacenamiento del producto final

57. Los manises deben envasarse en sacos de yute claros, cajas de cartón o sacos de polipropileno. Si se utilizan sacos de yute, debe velarse por que los sacos no se hayan tratado con aceites minerales a base de hidrocarburos. Todos los sacos o cajas deben llevar indicado el lote del producto, para facilitar su rastreabilidad antes de su traslado a instalaciones de almacenamiento controlado o su transporte.
58. El maní elaborado debe almacenarse y transportarse en condiciones que permitan mantener la integridad del contenedor y de su contenido. Los medios de transporte deben estar limpios, secos, protegidos de la intemperie, exentos de infestación y sellados para impedir que el agua, los roedores o los insectos alcancen el producto. El maní se debe cargar, mantener y descargar protegido de daños y de la humedad. Se recomienda el transporte en vehículos bien aislados o refrigerados cuando las condiciones climáticas lo hagan necesario. Cuando se descarga maní de un vehículo refrigerado, o tras el almacenamiento en frío, deben extremarse las precauciones para impedir la condensación. En condiciones climáticas calurosas y húmedas, hay que dejar que los manises

alcancen la temperatura ambiente antes de exponerlos a las condiciones externas; este acondicionamiento puede requerir uno o dos días. El maní que haya caído al suelo es vulnerable a la contaminación y no debe utilizarse para productos comestibles.

5. SISTEMA DE GESTIÓN COMPLEMENTARIO QUE HA DE CONSIDERARSE EN EL FUTURO

59. El Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) es un método de gestión de la inocuidad de los alimentos integrado y completo, que se utiliza para identificar y controlar los peligros en el sistema de producción y elaboración. Los principios generales del APPCC se han descrito en varios documentos.

60. Si se aplica de manera correcta, este sistema debería producir una reducción de los niveles de aflatoxinas en el maní. La utilización del APPCC como sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos tiene muchas ventajas con respecto a otros tipos de sistemas de control de la gestión en ciertos sectores de la industria alimentaria. En el ámbito de las explotaciones agrícolas, hay muchos factores que influyen en la contaminación del maní por aflatoxinas, la mayoría de los cuales están relacionados con el medio ambiente, como las condiciones climáticas y los insectos, y son difíciles cuando no imposibles de controlar. Debe prestarse especial atención a la población fúngica en el suelo, a la sanidad de las semillas, a la tensión debida a déficit de humedad del suelo durante las etapas de formación y madurez de la vaina, y a las lluvias durante la recolección. A menudo no existen puntos críticos de control en la etapa anterior a la recolección. No obstante, después de ésta pueden identificarse puntos críticos de control de las aflatoxinas producidas por hongos durante el secado y el almacenamiento. Por ejemplo, un punto crítico de control podría encontrarse al final del proceso de secado, y un límite crítico sería el contenido de agua o la actividad acuosa.

61. Se recomienda destinar recursos a destacar la importancia de las buenas prácticas agrícolas (BPA) en el período anterior a la recolección y de las buenas prácticas de fabricación (BPF) durante la elaboración (secado, almacenamiento) y distribución de los diferentes productos. Un sistema de APPCC debe basarse en la correcta aplicación de las BPA y BPF.

62. Los programas integrados de control de las micotoxinas deberían incorporar los principios del APPCC en el control de los riesgos relacionados con la contaminación por micotoxinas de los alimentos y piensos. La aplicación de estos principios reducirá al mínimo la contaminación por aflatoxinas del maní mediante la aplicación, en la medida de lo posible, de controles preventivos durante la producción, la manipulación, el almacenamiento y la elaboración de cada cosecha de maní.

CONTAMINACIÓN POR AFLATOXINAS EN LOS HIGOS SECOS

CAC/RCP 65-2008

INTRODUCCIÓN

1. La elaboración y aceptación por el Codex de un código de prácticas para los higos secos ofrecerá una orientación uniforme que todos los países podrán tener en cuenta en las actividades de control y gestión de la contaminación producida por diversas micotoxinas, específicamente las aflatoxinas. Este código una gran importancia para garantizar la protección contra la contaminación por aflatoxinas tanto en los países productores como en los países importadores. Todos los higos secos se deberían preparar y manipular de conformidad con el *Código de prácticas internacional recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos*¹ y el *Código Internacional de Prácticas recomendado para las frutas desecadas*², que son pertinentes para todos los alimentos preparados para consumo humano y específicamente para los frutos secos. Es importante que los productores se den cuenta de que las buenas prácticas agrícolas (BPA) representan la primera línea de defensa contra la contaminación de aflatoxinas en los higos secos, seguidas de la aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF) durante la manipulación, elaboración, almacenamiento y distribución de higos secos para consumo humano. La inocuidad y la calidad del producto final sólo se pueden garantizar mediante un control eficaz en todas las etapas de la producción y la elaboración, desde la maduración en el árbol hasta la cosecha, el secado, la elaboración, el envasado, el almacenamiento y la distribución. Sin embargo, la prevención completa de contaminación de micotoxinas en los productos, incluidos los higos secos, ha sido muy difícil de alcanzar.
2. Este código de prácticas se aplica a los higos secos (*Ficus carica L.*) de interés comercial e internacional, destinados al consumo humano. Contiene principios generales, que deberán aprobar las autoridades nacionales, para reducir las aflatoxinas en los higos secos. Las autoridades nacionales deberán informar a los productores, transportistas, responsables de los almacenes y otros operadores de la cadena de producción, de las medidas prácticas y los factores ambientales que promueven la infección y la formación de hongos en los higos secos, y son causa de la producción de aflatoxinas en los huertos. Se deberá insistir en que las estrategias de siembra, precosecha, cosecha y postcosecha de

¹ Código Internacional de Prácticas recomendado - Principios generales de higiene de los alimentos (CAC/RCP 1- 1969).

² Código Internacional de Prácticas recomendado para las frutas desecadas (CAC/RCP 3- 1969).

un cultivo determinado de higos dependen de las condiciones del clima de cada año en especial, y de las prácticas locales de producción local, cosecha y elaboración que se siguen en cada país o región.

3. Las autoridades nacionales deberán apoyar la investigación de métodos y técnicas para prevenir la contaminación fúngica en el huerto y durante la cosecha, la elaboración y el almacenamiento de los higos secos. Para ello es importante entender la ecología de las especies del *Aspergillus*, en relación con los higos secos.
4. Las micotoxinas, en particular las aflatoxinas, son metabolitos secundarios producidos por hongos filamentosos presentes en el suelo, el aire y en todas las partes de las plantas, y pueden ser tóxicos para las personas y los animales a través del consumo de alimentos o piensos contaminados que ingresan en la cadena de alimentos. Hay distintos tipos de aflatoxinas. Se ha observado en particular que las aflatoxinas B₁ producen efectos toxigénicos, es decir, pueden causar cáncer al reaccionar con el material genético. Las aflatoxinas son producidas por mohos que se forman en condiciones de calor y humedad. Las aflatoxinas aparecen sobre todo en productos importados de países tropicales y subtropicales, en particular en cacahuetes (maní) y otras nueces comestibles, así como en sus productos, en los frutos secos, las especies y el maíz. La leche y sus productos también pueden estar contaminados de aflatoxinas M₁, debido al consumo por los rumiantes de piensos contaminados de aflatoxinas.
5. Los hongos aflatoxigénicos están presentes en los frutos de la higuera durante el desarrollo, la maduración y el secado de la fruta, pero prosperan en particular durante la fase de maduración y cuando el fruto pasa el punto de madurez. La formación de aflatoxinas en los higos secos se debe principalmente a la contaminación de especies de *Aspergillus*, en particular las cepas *A. flavus* y *A. parasiticus*. En la presencia y propagación de estos hongos en los huertos de higueras influyen factores ambientales y el clima, así como la presencia de insectos (la abundancia o lucha contra los insectos en los huertos se relaciona con las medidas de protección fitosanitaria que se apliquen y podrían incluirse entre las prácticas culturales, pero señalar su importancia puede ser otro factor determinante), las prácticas culturales, la gestión del suelo y la susceptibilidad de las variedades higos.
6. Las especies de *Aspergillus* que producen aflatoxinas y, en consecuencia, la contaminación de aflatoxinas en los alimentos, están presentes en todo el mundo donde el clima es cálido y húmedo. Las cepas. *A. flavus* y *A. parasiticus* no se pueden formar ni producir aflatoxinas cuando la actividad del agua es

inferior a 0,7, la humedad relativa no llega al 70% y las temperaturas están por debajo de 10 °C. La contaminación de aflatoxinas puede ser elevada cuando las condiciones son difíciles, como en casos de sequía o infestación de insectos. Las condiciones inadecuadas de almacenamiento también pueden propiciar la contaminación de aflatoxinas una vez recogida la cosecha. La humedad y el calor por lo general favorecen la formación de mohos que pueden producir elevados niveles de aflatoxinas.

7. Se recomienda aplicar las siguientes medidas de prevención en las regiones productoras de higos secos, a fin de reducir la contaminación de aflatoxinas mediante la aplicación de buenas prácticas:

a) Información sobre el riesgo de contaminación.

Garantizar que las autoridades regionales y nacionales, así como las organizaciones de productores:

- Tomen muestras representativas de higos secos para analizarlas y determinar el nivel y la frecuencia de la contaminación de aflatoxinas; el muestreo deberá reflejar las diferencias de zonas, época del año y la etapa, de la producción al consumo;
- Combinen esta información con los factores regionales de riesgo, comprendidos datos meteorológicos, prácticas culturales y propongan medidas de gestión de riesgos adecuadas;
- Comuniquen esta información a los productores y demás operadores de la cadena. Utilizar etiquetado para informar sobre las condiciones de almacenamiento al consumidor y a los que manipulan el producto.

b) Capacitación de los productores.

Asegurar que se imparta capacitación a los productores en materia de:

- Riesgo de formación de mohos y micotoxinas;
- Condiciones favorables a la formación de hongos aflatoxigénicos y períodos de infección;
- Conocimientos de las medidas de prevención que se deberán aplicar en los higuerales.
- Técnicas para combatir las plagas.

c) Capacitación de los transportistas, responsables de almacenes y otros operadores de la cadena de producción.

Asegurar que se imparta capacitación en materia de medidas prácticas y factores ambientales que promueven la infección y la formación de hongos en los higos secos, que dan lugar a la producción secundaria de aflatoxinas en las fases de manipulación postcosecha y elaboración. Además de estas medidas, se deberán documentar todas las aplicaciones.

- d) Fomentar la investigación relacionada.
8. En la elaboración de los programas de capacitación o en la recopilación de información sobre los riesgos, se deberá hacer énfasis en que las estrategias de siembra, precosecha, cosecha y postcosecha para un cultivo de higos en particular dependerán de las condiciones del clima de cada año en particular, de la producción local, y de las prácticas de cosecha y elaboración que se siguen en un determinado país o región.

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

9. Este documento tiene como objetivo dar orientación a todas las partes interesadas que producen y manipulan higos secos para el comercio internacional, destinados al consumo humano. Todos los higos secos se deberán preparar y manipular de conformidad con el *Código Internacional de Prácticas recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos* y el *Código Internacional de Prácticas recomendado para las frutas desecadas*, pertinentes para todos los alimentos que se preparan para consumo humano. Este código de prácticas indica las medidas que deberán aplicar todas las personas a las que compete garantizar la inocuidad de los alimentos y su idoneidad para el consumo humano.
10. Los higos, susceptibles a la contaminación de aflatoxinas, son diferentes de otros frutos debido a la formación y las propiedades del fruto. Su mayor sensibilidad se debe a su piel jugosa y carnosa, a la cavidad interna del fruto y a su composición favorable, rica en azúcar. De esta manera se pueden producir hongos toxigénicos y formar aflatoxinas en la superficie exterior o en el interior de la cavidad, aunque no se produzcan daños en la piel. Los períodos críticos para la formación de aflatoxinas en los higos secos comienzan con la maduración de los higos en el árbol, prosiguen durante el período de envejecimiento, durante el cual pierden agua, se arrugan y caen al suelo, así como cuando están completamente secos en las bandejas de secado. La formación de hongos y de toxinas se puede producir en la piel carnosa exterior y en la cavidad del fruto. Algunas plagas de insectos, como el escarabajo de la fruta seca (*Carpophilus* spp.) o las moscas del vinagre (*Drosophila* spp.), activos durante la maduración de la fruta, pueden ser vectores que llevan hongos aflatoxigénicos a la cavidad del fruto.
11. El principal requisito es obtener una planta sana y un producto de buena calidad mediante la aplicación de las técnicas agrícolas necesarias para prevenir y reducir la formación de aflatoxinas.

2. DEFINICIONES

12. **Higuera**, *Ficus carica* L., como es un árbol dioico tiene formas masculina y femenina, y dos o tres ciclos de fructificación al año.
13. **Caprificación** es un proceso que se aplica cuando la fruta femenina de determinadas variedades de la higuera requieren polinización para fructificar. En las higuera femeninas se cuelgan o colocan "*profichi*" (*ilek*), frutos de la higuera masculina, que tienen avispas de la higuera (*Blastophaga psenes* L.) y granos de polen, se a fin de que polinicen y fecunden la fruta de las cosechas principal y segunda (*iyilop*). El período en que las flores masculinas desprenden polen, en las higueras machos, debe coincidir con la maduración de las flores femeninas en las higueras hembras.
14. **Ostiole** u **ojo** es la apertura situada en un extremo de la fruta que, cuando está abierto, permite entrar a los vectores: el escarabajo de la fruta seca (*Carpophilus* spp.) o las moscas del vinagre (*Drosophila* spp.), que diseminan hongos aflatoxigénicos.

3. PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA), BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF) Y BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO (BPAL)

3.1 Selección del sitio y creación del huerto (plantación)

15. Las higueras crecen en climas tropicales y templados benignos, y tienen un período de latencia que limita su crecimiento en temperaturas bajas durante el invierno, más que en las altas temperaturas del verano. Las temperaturas bajas –inmediatamente después de que salen las yemas, en primavera, y en octubre-noviembre, antes de que endurezcan los brotes– pueden dañar el árbol. Las temperaturas heladas del invierno pueden afectar a las avispas que invernan en los frutos machos y crear problemas para la fructificación.
16. Las altas temperaturas y condiciones de aridez en primavera y en verano pueden incrementar las quemaduras solares, y si éstas son serias las hojas se caen prematuramente, se pueden producir considerables problemas de calidad y propiciar la formación de aflatoxinas.
17. Las variedades de higos presentan distintas tendencias a agrietarse o abrirse. De todas formas, se debe tener en cuenta la elevada humedad relativa y la lluvia durante el período de maduración y secado, antes de establecer el huerto. Una gran humedad y una lluvia abundante pueden incrementar el

agrietamiento en el extremo donde está el ostiolo, la formación de hongos y reducir la calidad.

18. Se pueden cultivar higueras en una gran variedad de suelos, como los arenosos, arcillosos y limosos. Una profundidad del suelo de por lo menos 1 – 2 m acelera el crecimiento de las higueras, que tienen raíces fibrosas y huecas. El pH óptimo del suelo es de 6,0 a 7,8. Las propiedades químicas (como el pH) y físicas del suelo pueden influir en la absorción de nutrientes y, en consecuencia, en la calidad del higo seco y en su resistencia a las presiones, por lo cual se deberán evaluar cabalmente las propiedades del suelo antes de establecer el huerto.
19. El nivel de la capa freática subterránea no debe ser una limitación. La disponibilidad de irrigación es un activo para superar las presiones que ejerce la sequía.
20. Los huertos se deben crear con árboles sanos de vivero, libres de insectos y de enfermedades. Se debe dejar un espacio adecuado, por lo general entre 8 y 10 metros, entre las hileras y los árboles, para permitir el uso de la maquinaria y equipo necesarios. Antes de la siembra es necesario tener en cuenta el uso que se dará a la fruta (fresca, seca o ambas). También se debe pensar en las otras especies que haya en el huerto. No se deben producir alrededor de los higuerales especies susceptibles a la formación de aflatoxinas, como el maíz. Se deberá limpiar el que queda de las cosechas anteriores y toda materia extraña y, si es necesario, el terreno se puede dejar en barbecho en los próximos años.

3.2 Gestión del huerto

21. Las prácticas como la caprificación, la poda, la labranza, la fertilización, la irrigación y la protección fitosanitaria se deberán aplicar oportunamente y con un enfoque preventivo, en el marco de las buenas prácticas agrícolas.
22. Se deben evitar las prácticas agrícolas, tanto en el huerto como en las zonas cercanas, que pudieran dispersar *A. flavus*, *A. parasiticus* y otras esporas fúngicas presentes en el suelo hacia las ramas de los árboles. El suelo, así como otras frutas y otras partes de plantas presentes en los higuerales pueden tener grandes cantidades de hongos toxigénicos. Las prácticas de labranza se deben terminar un mes antes de la cosecha. Durante la temporada de crecimiento, los caminos próximos a los huertos se deben regar o lubricar periódicamente para reducir al mínimo los brotes de ácaros a consecuencia del polvo. Los aparatos y el equipo no deben dañar las higueras ni causar contaminación cruzada de plagas y enfermedades.

23. Las higueras se deben podar ligeramente y todas las ramas y otras partes de las plantas se deben retirar del huerto para evitar la contaminación. Se evitará incorporar directamente en el suelo todas las partes eliminadas. De acuerdo a lo propuesto por los expertos, se puede recomendar la preparación correcta de composta antes de incorporar la materia orgánica, una vez realizado el análisis del suelo y las hojas.
24. La aplicación de fertilizantes repercute en la composición de la fruta y las presiones ambientales pueden propiciar la formación de toxinas. Se sabe también que el exceso de nitrógeno incrementa la humedad de la fruta y puede prolongar el período de secado. La aplicación de fertilizantes se debe basar en el análisis del suelo y las plantas, y toda recomendación debe formularla un organismo autorizado.
25. Se debe aplicar un programa de manejo integrado de plagas, y se deberán eliminar de los higuerales la fruta y las plantas que promuevan la infestación de escarabajos de la fruta seca o moscas del vinagre ya que estas plagas son vectores que transmiten hongos, especialmente al interior de la cavidad de la fruta. Se deberán utilizar los plaguicidas aprobados para los higos, que comprenden insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas y nematocidas, a fin de reducir al mínimo los daños causados por insectos, infección de hongos y otras plagas en el huerto y zonas adyacentes. Se deberán mantener registros exactos de todas las aplicaciones de plaguicidas.
26. Se aplicará irrigación en las regiones o en los períodos donde hay elevadas temperaturas o lluvia insuficiente durante la temporada de crecimiento, a fin de reducir al mínimo las presiones. Sin embargo, se evitará que el agua del riego entre en contacto con los higos y el follaje.
27. El agua usada para irrigación y con otros fines (por ej., preparación de plaguicidas) debe ser de la calidad adecuada para el uso previsto, de acuerdo a la legislación de cada país productor o país importador.

3.3 Caprificación

28. Los cabrahigos (fruto de la higuera macho) son importantes para las variedades de higos que los necesitan para fructificar. Los cabrahigos deben estar saludables, libres de hongos y deben tener abundantes granos de polen y avispas (*Blastophaga psenes* L.). Durante la polinización de los frutos hembras de la higuera a través de las avispas, que transcurren su ciclo vital en los cabrahigos, estos insectos pueden llevar *Fusarium*, *Aspergillus* spp. y otros hongos a los frutos hembra. Como los árboles machos son la fuente principal de

estos hongos, estos árboles por lo general no se cultivan en los huertos de higueras hembras. Es importante utilizar cabrahigos limpios, los que estén podridos o blandos se deben eliminar antes de la caprificación. Como los cabrahigos, que permanecen en el árbol o en el huerto, pueden tener otras enfermedades fúngicas o plagas, se deben retirar y destruir fuera del huerto después de la caprificación. Para facilitar la eliminación de los cabrahigos se recomienda colocarlos en redes o sacos.

3.4 Antes de la cosecha

29. El equipo y la maquinaria que se usan para cosechar, almacenar y transportar los cultivos no debe representar un peligro para la salud. Antes de la cosecha se debe inspeccionar todo el equipo y la maquinaria, a fin de asegurar que estén limpios y en buenas condiciones de funcionamiento, y evitar así que los higos se contaminen de tierra, y otros posibles peligros.
30. Las asociaciones comerciales, así como las autoridades locales y nacionales, deben tomar la iniciativa en la elaboración de directrices sencillas, e informar a los productores de los peligros asociados a la contaminación de aflatoxinas en los higos y de las prácticas de cosecha adecuadas para reducir el riesgo de contaminación por hongos, microbios y plagas.
31. El personal que participará en la cosecha de higos debe recibir capacitación en higiene personal y prácticas sanitarias, que se deberán aplicar en las instalaciones de elaboración durante la temporada de cosecha.

3.5 Cosecha

32. La cosecha de higos secos es diferente de la cosecha de higos para consumo en fresco. Los higos que se van a secar no se cosechan cuando están maduros, sino que se dejan envejecer en el árbol. Una vez que pierden agua, se secan parcialmente y se arrugan, se forma una capa de abscisión y los higos caen por sí solos al suelo. El período más crítico de formación de aflatoxinas comienza con la maduración y prosigue cuando los higos se arrugan y hasta que se secan por completo. Es necesario recoger todos los días los higos del suelo y reducir la formación de aflatoxinas y otras pérdidas debidas a enfermedades y plagas. Por otra parte, los recipientes para recogerlos deben ser adecuados, para prevenir todo daño mecánico, además de que deben estar limpios y libres de toda fuente de hongos.

33. La cosecha para higos secos se debe hacer con regularidad, a intervalos cortos todos los días, a fin de reducir al mínimo el contacto con el suelo y, de esta manera, los riesgos de contaminación. La cosecha frecuente también reduce la infestación de insectos, especialmente de escarabajos de la fruta seca (*Carpophilus* spp.) y polillas de la higuera (*Ephestia cautella* Walk. y *Plodia interpunctella* Hübner).
34. Cuando la diferencia de temperaturas entre el día y la noche es grande, la formación de rocío puede propiciar la formación de aflatoxinas. Esto es importante porque las superficies húmedas favorecen la formación de hongos, incluso cuando la fruta se ha secado por completo.

3.6 Secado

35. El lugar y el momento del secado son factores importantes en la formación de aflatoxinas. El contenido de humedad del higo parcialmente seco y arrugado, caído del árbol, es aproximadamente del 30% al 50%, y esta fruta es más susceptible a sufrir daños físicos que los higos completamente secos, cuyo contenido de humedad es de 20% a 22%. Por ello es necesaria una buena gestión del suelo, que reduzca el tamaño de las partículas y suavice la superficie antes de la cosecha, a fin de reducir el riesgo de que los higos sufran daños.
36. Los higos se pueden secar artificialmente en secadoras, o al sol, con ayuda de la energía solar. En las secadoras artificiales los higos se secan en menos tiempo y se pueden obtener productos más higiénicos, con menos daños causados por plagas. Las buenas prácticas de secado pueden contribuir a prevenir la formación de aflatoxinas. El secado al sol es eficaz desde el punto de vista del costo y respeta el medio ambiente, pero puede incrementar las probabilidades de contaminación por aflatoxinas.
37. La fruta no se debe colocar directamente en el suelo ni donde haya vegetación. La fruta se debe disponer a secar en capas únicas, en una parte soleada del huerto donde haya corrientes de aire. Las bandejas de secado deberán cubrirse con algún material para proteger los higos de la lluvia, si existe este riesgo, o prevenir la infestación de polillas de la higuera, que depositan sus huevecillos durante la noche. Para secar al sol es preferible utilizar bandejas colocadas a 10 o 15 cm del suelo, ya que la fruta se puede beneficiar del calor de la superficie del suelo y se proporciona buena ventilación, se acelera el secado y se evita la contaminación con materia extraña y fuentes de infección, como partículas del suelo u otras partes de plantas.

38. Los higos que se secan, con una humedad de $\leq 24\%$ y una actividad del agua de $\leq 0,65$, se deberán retirar de las bandejas. La fruta completamente seca se recoge de las bandejas de preferencia por la mañana, antes de que aumente la temperatura de los higos y se ablanden, pero una vez que se ha evaporado el rocío. Las bandejas se deben revisar con frecuencia para recoger los higos completamente secos. Los higos secos que se recogen de las bandejas deben tratarse para evitar las plagas de almacenamiento, con un método autorizado por la legislación de cada país para el uso previsto.
39. Los higos de baja calidad que se entresacan y puedan estar contaminados se deberán secar y almacenar separadamente para evitar la contaminación cruzada. Se capacitará para esto al personal encargado de la cosecha y el que trabaja en los almacenes a fin de asegurar que se sigan estos criterios.

3.7 Transporte

Cuando es necesario el transporte, se aplican las siguientes disposiciones:

40. Durante el transporte de higos secos de la granja al lugar donde se elaboran, no se deberá perjudicar la calidad de los higos. Los higos secos no se deben transportar con otros productos que tengan un olor penetrante o que puedan propiciar la contaminación cruzada. Durante el transporte se debe evitar que aumenten la humedad y la temperatura.
41. Los higos secos se trasladarán en contenedores adecuados a un lugar apropiado de almacenamiento o directamente a las instalaciones de elaboración, lo antes posible después de la cosecha o el secado. En todas las fases del transporte, se usarán cajas o cajones ventilados en vez de sacos. Los contenedores utilizados para el transporte deberán estar limpios, secos y libres de hongos visibles e insectos, o de cualquier otra fuente de contaminación. Los contenedores serán suficientemente robustos para tolerar toda la manipulación sin romperse ni perforarse, y estarán bien sellados para evitar que entren polvo, esporas de hongos o cualquier otra materia extraña. Los vehículos (por ej. camionetas o camiones) que se usarán para recoger y transportar los higos secos cosechados desde la granja hasta las instalaciones de secado o a los almacenes después de secarse, estarán limpios, libres de insectos y de hongos visibles, antes de usarse o utilizarse de nuevo, y serán adecuados al tipo de carga prevista.
42. Al momento de la descarga, el contenedor del transporte se vaciará por completo y se limpiará adecuadamente para evitar que se contaminen las cargas sucesivas.

3.8 Almacenamiento

43. Los higos se limpiarán, se secarán y etiquetarán debidamente al almacenarse en un lugar dotado de regulación de la temperatura y la humedad. La vida comercial de los higos secos puede prolongarse si se mantienen a un valor de actividad del agua en el que no puedan producirse mohos, levaduras ni bacterias (actividad del agua $< 0,65$). Si se formaran focos de calor donde aumenten la temperatura y la humedad, puede producirse una formación secundaria de aflatoxinas. Por este motivo, habrá de eliminarse todo posible factor que aumente la humedad de la fruta seca o del entorno. Es necesario prevenir el contacto directo de los contenedores de los higos secos con el piso o los muros instalando una plataforma o un separador equivalente.
44. Los almacenes deberán estar lejos de fuentes de contaminación, como higos con moho o establos, si los hay en la granja, y la fruta no se debe almacenar con materiales que tengan olores insólitos. Se deberá tomar precauciones para evitar el ingreso de insectos, aves o roedores, u otros problemas parecidos en las condiciones de almacenamiento de la granja.
45. Los higos de poca calidad que no se destinen a consumo humano directo se almacenarán por separado de los que están destinados a consumo humano. Los almacenes se desinfectarán con productos eficaces. Se repararán grietas y huecos, y las ventanas y las puertas deben tener mosquiteros. Los muros se pulirán y limpiarán todos los años. Los almacenes deben estar oscuros, frescos y limpios.
46. Las condiciones óptimas de almacenamiento para los higos secos son temperaturas de 5° a 10 °C, con una humedad relativa inferior a 65%. Por lo tanto, se recomienda el almacenamiento en frío.

3.9 Elaboración

47. Los higos secos se fumigan, almacenan, clasifican por tamaños, lavan, limpian, clasifican y envasan en unidades de elaboración. Entre estos procedimientos, la eliminación de higos contaminados de aflatoxinas, el almacenamiento y los materiales para empacar pueden ejercer una gran influencia en los niveles de aflatoxinas presentes en los productos finales. Se deberá dar tratamiento a los higos secos para prevenir las plagas de almacenamiento, con un método autorizado por la legislación de cada país para el fin previsto.

48. Se tomarán muestras de los higos secos que llegan a los centros de elaboración y se analizarán, como una selección inicial del contenido de humedad y la proporción de higos que presentan una fluorescencia amarilla verdosa brillante (BGYF). Los higos secos contaminados de aflatoxinas pueden presentar una correlación con la BGYF expuestos a luz ultravioleta de onda larga (360 nm). Se puede presentar BGYF en la piel exterior así como dentro en la cavidad del fruto; la proporción depende de las características de la fruta y de la prevalencia de los vectores. Los higos secos se examinaron con luz ultravioleta de onda larga y los que presentaron fluorescencia se eliminaron para obtener un lote de contenido de aflatoxinas más bajo. Las condiciones de trabajo, como la jornada laboral, los intervalos de descanso, la ventilación y la limpieza de las instalaciones, deberán contemplar la seguridad de los trabajadores y la inocuidad de los productos.
49. Los higos contaminados se separarán, etiquetarán y destruirán de forma adecuada, a fin de evitar que ingresen en la cadena de alimentos y un riesgo ulterior de contaminación ambiental.
50. El contenido de humedad y el nivel de actividad del agua de los higos secos deberán ser inferiores al nivel crítico (el contenido de humedad se puede establecer en 24% y la actividad del agua en menos de 0,65). Niveles más elevados pueden desencadenar la formación de hongos y de toxinas. Una actividad del agua más alta puede dar inicio a la formación de aflatoxinas en zonas de elevada temperatura de almacenamiento en las instalaciones de elaboración o en el comercio minorista, especialmente en materiales de envasado sellados contra la humedad.
51. Si el comprador lo exige se lavan los higos secos. La temperatura del agua y la duración del lavado se definirán de acuerdo al contenido de humedad de los higos, para evitar la elevación del contenido inicial de humedad de los frutos a niveles críticos. En caso de que aumenten los niveles de humedad y actividad del agua, se deberá incorporar en el proceso una segunda fase de secado. El agua debe cumplir las especificaciones del agua potable.
52. Se aplicarán buenas prácticas de almacenamiento en las instalaciones de elaboración, cuyo nivel se mantendrá hasta que el producto llegue al consumidor (véase la sección 3.8).
53. El equipo, la maquinaria y la infraestructura del centro de elaboración no deberá representar un peligro para la salud, y se proporcionarán buenas condiciones de trabajo para evitar la contaminación de los higos.

54. Estas recomendaciones se basan en los conocimientos actuales y se podrán poner al día de acuerdo a la investigación que se lleve a cabo. Las medidas de prevención se aplican esencialmente en los higuerales, y las medidas de precaución o tratamientos que se realizan durante la elaboración son sólo medidas de corrección para evitar toda formación de aflatoxinas.

CONTAMINACIÓN POR OCRATOXINA A EN EL VINO

CAC/RCP 63-2007

1. PREÁMBULO

Las micotoxinas, en particular la ocratoxina A (OTA), son metabolitos secundarios producidos por hongos filamentosos que están presentes en el suelo y en las materias orgánicas y que de allí se expanden y se desarrollan en las uvas durante la fase de maduración de las bayas.

La formación de OTA en las uvas se debe principalmente a la contaminación de las bayas por ciertas especies de mohos y ciertas cepas que pertenecen esencialmente a los tipos *Aspergillus* (en particular a las cepas *A. carbonarius* y en menor medida *A. niger*).

La presencia y la difusión de estos hongos en los viñedos están influenciadas por factores medioambientales y climáticos, de las condiciones de humectación nocturna de la uva, de la forma de los racimos, de la sensibilidad de las variedades de viñas, del nivel de aireación de los racimos, del estado sanitario de las uvas y de las heridas de la baya, que son los principales lugares de entrada de los hongos ocratoxígenos.

2. INTERVENCIONES EN EL VIÑEDO

Se recomienda aplicar en las regiones vitícolas, donde las condiciones climáticas son favorables a la formación de OTA en los productos de la viña, todas las medidas preventivas siguientes, destinadas a reducir los riesgos endémicos de las enfermedades más perjudiciales para la viña:

2.1 Información del riesgo a nivel regional

- Asegurarse que las autoridades regionales y las organizaciones de productores:
 - analizan e identifican las especies y cepas de hongos toxígenos presentes en la región;
 - relacionan esta información con los factores de riesgo regional incluidos los datos meteorológicos y las prácticas agronómicas y proponen una gestión apropiada;
 - comunican esta información a los productores.

2.2 Formación del productor

- Asegurar la formación del productor a nivel de:
 - los riesgos relativos a los mohos y las micotoxinas;
 - la identificación de los hongos ocratoxígenos o la presencia de deterioro por mohos, especialmente el moho negro y el período de infección;
 - el conocimiento de las medidas preventivas a aplicar en el viñedo y la bodega.

2.3 Implantación del viñedo

- Privilegiar la implantación de la viña en zonas bien ventiladas, evitando las zonas muy húmedas.
- Constituir parcelas con una disposición de plantación y una arquitectura de vegetación (sistema de conducción) adecuadas para:
 - facilitar las operaciones de cultivo,
 - evitar el contacto directo de los racimos con el suelo,
 - asegurar una buena protección fitosanitaria,
 - limitar los riesgos de quemadura de sol de las uvas,
 - favorecer una maduración uniforme de la uva.

2.4 Material vegetal

- Elegir un porta-injertos vigoroso y variedades menos sensibles al desarrollo de mohos y podredumbre de la uva.
- Elegir, dentro de la variedad, los clones o los biotipos mejor adaptados a las condiciones pedoclimáticas de las zonas específicas de cultivo y los menos sensibles al desarrollo de mohos y podredumbres, es decir, en general, aquellos que se caracterizan por tener racimos poco compactos.
- Constituir parcelas homogéneas (variedades, clones) para facilitar las operaciones de cultivo, asegurar una mejor protección fitosanitaria y obtener una maduración uniforme de la uva.

2.5 Técnicas de cultivo

- Aplicar técnicas agronómicas que favorezcan el equilibrio hojas/frutos de las viñas y que tiendan a reducir los excesos de vigor, en particular evitando un aporte inapropiado de abono nitrogenado.
- Favorecer la cobertura herbácea u orgánica del suelo y evitar los trabajos del suelo entre el inicio de la fase de maduración de las uvas y la vendimia, con el fin de limitar la proyección de partículas de tierra y de los hongos asociados sobre la uva.
- Favorecer una disposición ordenada de los racimos evitando la superposición.

- Si fuera necesario realizar aportes de agua, hacer irrigaciones lo más regulares que sea posible para evitar la rotura de las bayas y la aparición de fisuras del hollejo, fuentes de penetración y de desarrollo de los mohos, sobre todo en las regiones cálidas.
- Evitar el uso de orujos que contenga hongos tóxicos como fertilizante en los viñedos.

2.6 Protección fitosanitaria

- Realizar un deshojamiento de la zona de los racimos, tomando en cuenta el riesgo de quemaduras de sol. Esta operación, debe permitir airear al máximo los racimos. Es particularmente necesaria en condiciones climáticas cálidas y húmedas durante la maduración de la uva.
- Evitar las lesiones en las bayas y las alteraciones del hollejo causadas por las enfermedades, insectos, fitotoxicidades, quemaduras de sol.
- Eliminar los granos marchitos/desechados.
- Aplicar planes de protección de la vid con el fin de asegurar el control de las enfermedades criptogámicas peligrosas para la calidad de la uva (oídio, podredumbre ácida).
- Prevenir los ataques de las torcedoras de la vid (gusanos de la vid), de la cochinilla y de las cicadelas, las cuales favorecen el desarrollo de mohos sobre las bayas dañadas; la lucha contra estas plagas debe realizarse según su biología y los riesgos de epidemia; en condiciones de riesgo elevado de ataque, los tratamientos deben efectuarse de manera preventiva utilizando productos específicos y tomando en cuenta las advertencias de los servicios regionales de protección de los vegetales.
- Aplicar programas apropiados y reconocidos de protección contra las podredumbres y los mohos de la uva utilizando gestión apropiada para evitar la resistencia fúngica utilizando gestión adecuada para evitar la resistencia fúngica. Se recomiendan los tratamientos apropiados en todas las situaciones favorables al desarrollo de las especies productoras de toxinas.

3. INTERVENCIONES EN LA VENDIMIA

Solamente una vendimia sana puede asegurar una calidad y una seguridad óptimas de los productos vitivinícolas. Por ello, solamente una vendimia sana puede destinarse al consumo humano sin riesgo de pérdida de calidad y sin problemas de seguridad alimentaria para los consumidores.

La fecha de la vendimia debe fijarse teniendo en cuenta el grado de madurez de la uva, de su nivel sanitario, de las evoluciones climáticas previsibles y del riesgo endémico. En las zonas de riesgo de OTA elevado se recomienda avanzar la fecha de la vendimia.

Cuando la uva esté contaminada de una manera general por el moho:

- no debe utilizarse para la elaboración de mosto concentrado, de vino;
- su utilización debe limitarse a la destilación.

3.1 Producción de uvas pasas para la elaboración de vino

Para la producción destinada a la obtención de uvas pasas destinada a la elaboración de vino (vino dulce) se recomiendan las medidas siguientes:

- Asegurar la higiene de los recipientes destinados a la cosecha y/o al secado de las uvas.
- Utilizar solamente las uvas no dañadas por los insectos y no contaminadas por mohos.
- Seleccionar las uvas eliminando los granos dañados o contaminados.
- Colocar las uvas a secar o a pacificar en una capa y evitar la superposición de los racimos.
- Favorecer el secado progresivo y uniforme de todas las partes del racimo.
- Tomar las medidas necesarias para evitar el desarrollo de los drosófilos.
- En cuanto a las condiciones particulares de secado al aire libre, se recomienda efectuar el secado en condiciones bien ventiladas y cubrir las uvas durante la noche para evitar la condensación de la humedad.

3.2 Producción de uvas de vinificación

Se recomiendan las acciones siguientes si la vendimia está destinada a la producción de vino moderadamente contaminada con mohos ocratoxígenos:

- Las uvas dañadas por insectos y/o por mohos contaminados por las partículas de tierra deben eliminarse antes de la vendimia o en la vendimia dependiendo de la técnica de vendimia empleada.
- Las uvas deben ser seleccionadas para separar los racimos o partes del racimo dañadas. Es muy importante eliminar los mohos negros.
- La uva cosechada debe transportarse lo más rápidamente posible a la bodega para evitar las esperas prolongadas, sobre todo en el caso de las uvas con una importante proporción de jugo.
- Es importante limpiar los recipientes después de cada transporte de uva, sobre todo en el caso de vendimia en que la fruta se ha podrido.

4. INTERVENCIONES EN LA BODEGA

En condiciones en las cuales exista un riesgo de contaminación por OTA, se recomienda determinar el nivel de OTA en los mostos destinados a la vinificación.

4.1 Operaciones y tratamientos previos a la fermentación

- Evitar la maceración del hollejo en el caso de vendimias con riesgo elevado de OTA, o como mucho, practicar una maceración corta.
- En el caso de contaminación significativa de uvas rojas, evaluar la posibilidad de realizar una vinificación en rosado.
- Adaptar el nivel de prensado al estado sanitario de la uva; en caso de contaminación, efectuar prensados rápidos con ligeras presiones y pequeños volúmenes; evitar la prensa continua.
- En el caso de uvas contaminadas, evitar la utilización de enzimas pectolíticas para las operaciones de desfangado o de maceración. Es preferible la clarificación rápida por filtración del mosto, centrifugación y flotación.
- Evitar los tratamientos de calentamiento de la post-vendimia y las maceraciones agresivas y prolongadas.
- En caso de contaminación por OTA, es preferible tratar las uvas o los mostos con dosis de carbón enológico que sean lo más reducidas y eficaces posible para evitar eventuales pérdidas de compuestos aromáticos y polifenólicos cuando el tratamiento se realiza en el vino.

4.2 Operaciones fermentarias

- Realizar lo antes posible las fermentaciones y las crianzas en recipientes de paredes lisas para evitar las fuentes de contaminación ligadas a las fermentaciones o crianzas anteriores y para facilitar su limpieza.
- Las levaduras secas activas o las levaduras inactivadas pueden ayudar a reducir el nivel de OTA.
- Para las fermentaciones alcohólicas o malolácticas, utilizar las levaduras o bacterias que puedan tener propiedades adsorbentes para la OTA; asegurarse de que estas características estén garantizadas por el vendedor, pero sabiendo que la utilización de estos productos permite solamente una disminución parcial de la OTA.
- Se aconseja introducir, lo más rápidamente posible, los mencionados tratamientos de fermentación.

4.3 Operaciones de crianza y de clarificación

- La crianza sobre lías puede ayudar a disminuir el nivel de OTA. Los riesgos que esta técnica puede implicar respecto a la calidad organoléptica de los vinos deben evaluarse.
- Los productos de clarificación actuales (colas orgánicas e inorgánicas) tienen niveles de eficacia variables sobre la reducción del nivel de OTA:
 - El carbón enológico es el más eficaz.
 - Algunas celulosas y el gel de silicio asociado a la clarificación con gelatina sólo permite una reducción parcial.

Antes del uso:

- informarse sobre la eficacia del producto utilizado y sobre la tecnología de aplicación,
- realizar ensayos a diferentes dosis para conocer las repercusiones sensoriales y establecer la dosis de aplicación.

5. CONDICIONES GENERALES PARA MATERIALES DE CONTACTO CON ALIMENTOS

Los materiales de contacto con los alimentos utilizados durante la vendimia, el transporte y la producción del vino no deben producir migración de la contaminación o contaminación cruzada que pueda poner en peligro la salud humana.

6. CONCLUSION

Las presentes recomendaciones se basan en los conocimientos actuales y podrán actualizarse en función de los resultados de las investigaciones que se están desarrollando.

Las medidas preventivas se efectúan esencialmente en el viñedo y las medidas en la bodega son únicamente correctivas.

CONTAMINACIÓN DE OCRATOXINA A EN EL CAFÉ

CAC/RCP 69-2009

1. INTRODUCCIÓN

1. La ocratoxina A (OTA) es un metabolito fúngico tóxico clasificado por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) como posible carcinógeno humano (grupo 2B). El JECFA estableció una ISTEP de 100 ng/kg de peso corporal para OTA. Reconociendo esta preocupación mundial, la FAO elaboró directrices para prevenir la formación de mohos en el café (2006) como estrategia para permitir a los países productores de café desarrollar y llevar a la práctica sus propios programas nacionales para prevenir y reducir la contaminación por OTA. Unas cuantas especies de hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* producen OTA. En el café sólo la producen algunas especies de *Aspergillus*, específicamente *A. ochraceus* y especies afines (*A. westerdijkiae* y *A. steynii*), *A. niger* y especies afines, y *A. carbonarius*. La OTA se produce cuando están presentes las condiciones de actividad del agua, nutrición y temperatura necesarias para el crecimiento y la biosíntesis.
2. Las principales variedades comerciales de café que se producen y participan en el comercio son *Coffea arabica* (arábica) y *Coffea canephora* (robusta).
3. Después de recogida se selecciona la cosecha, se seca (en bayas o en grano), se almacena y se introduce en el comercio. El contenido de humedad de los granos se reduce a un máximo de 12,5% para prevenir la formación de OTA.

2. DEFINICIONES (BASADAS EN ISO 3509)

Partes del fruto del café, sin secar (Gráfico 1)

Baya (cereza) de café: Fruto fresco, completo, del cafeto.

Grano, grano fresco: Endosperma (semilla) del fruto del café. Por lo general cada fruto contiene dos granos.

Endocarpio: Término científico que corresponde al "pergamino". El tegumento duro adherido en torno a la semilla pero del cual ésta se retrae durante el secado.

Endosperma: Término científico que designa los tejidos que alimentan el embrión durante la germinación, el grano consta del endosperma y el embrión, es decir, el material que está dentro del fruto que se está desarrollando y que al final forma los granos de café. El endosperma llena el tegumento conforme madura la baya del café.

Epicarpio o exocarpio: Término científico que designa la piel del fruto, una capa monocelular cubierta por una sustancia cerosa para proteger el fruto.

Granos vanos: Bayas de café de poca densidad que flotan en el agua.

Mesocarpio: Capa intermedia de tejidos que está entre el epicarpio y el endocarpio (pergamino). Consiste principalmente de mucílago pectináceo y pulpa.

Mucílago: Palabra común para describir la capa viscosa que está entre la pulpa y se adhiere al pergamino en el interior de una baya de café, pero no se elimina en el despulpado. No está presente en el café inmaduro y desaparece en el café demasiado maduro.

Granos desnudos o endosperma: Café en pergamino que ha sido privado parcial o totalmente de su pergamino durante el despulpado y/o el lavado.

Pulpa: Parte de la baya de café compuesta por el exocarpio externo y la mayor parte del mesocarpio interno (tejido mucilaginoso).

Partes del fruto del café (seco)

Grano en pergamino: Grano de café cubierto parcial o totalmente por su pergamino (endocarpio).

Grano de café: Término comercial que designa la semilla seca del cafeto.

Defectos: Término general para designar las partículas comunes indeseables que puede incluir diversos tipos de granos, partes de granos, tejido del fruto y materias extrañas, que se encuentran en los granos de café verde y tostado. En cada país productor se usan diversos términos específicos para designar los defectos. Los defectos del fruto por lo general se deben a una elaboración deficiente, daños causados por plagas o condiciones adversas del clima. Se asignan valores específicos a los defectos para clasificar y definir la calidad de los lotes de café en los distintos sistemas nacionales e internacionales.

Café natural, baya seca del café, coco: Fruto seco del cafeto, comprende sus cubiertas externas y uno o más granos.

Grano verde de café: La semilla seca del cafeto, separada de los tejidos no comestibles del fruto.

Cáscara, pergamino seco: Endocarpio seco del fruto del café.

Cáscara, pulpa de la baya seca: Cubiertas externas montadas (pericarpio) del fruto seco del café.

Pergamino o endocarpio: Endocarpio del fruto del café situado entre la parte carnosa (pulpa) y la piel plateada. Es una cubierta delgada y quebradiza como papel que queda en los granos beneficiados en húmedo después del despulpa y la fermentación, y se elimina durante el descascarillado.

Piel plateada, testa seca, perisperma seco de la semilla: Cubierta del grano de café. Por lo general tiene un aspecto plateado o cobrizo.

Café lavado y limpio: Café verde elaborado en seco del cual se ha eliminado la piel plateada por medios mecánicos en presencia de agua.

Procedimientos

Partido de la baya: Variación del beneficiado en seco mediante la cual la baya se abre mecánicamente y el fruto y las semillas se mantienen unidos en una masa.

Rebusca (pepena): Frutos de café que quedan en el suelo, debajo de los cafetos, desprendidos durante la cosecha o caídos durante su desarrollo.

Selección: Operación tecnológica para eliminar materias extrañas (p. ej., guijarros, ramas, hojas) y clasificar las bayas de café de acuerdo al tamaño, la densidad y el grado de madurez.

Beneficiado en seco: Tratamiento de las bayas de café que consiste en secarlas, ya sea al sol o en secadoras, para obtener café con cáscara. Por lo general después se elimina el pericarpio (cáscara) seco por medios mecánicos para producir café verde "natural".

Descascarillado: Eliminación mecánica de las cáscaras (pericarpio) de las bayas secas de café.

Beneficiado en húmedo: Tratamiento de las bayas de café que consiste en la eliminación mecánica del exocarpio (pulpa) en presencia de agua, después de lo cual:

- se elimina el mucílago (mesocarpio) por fermentación u otros métodos, para a continuación lavar el café y obtener café en pergamino, o
- secado directo de los granos despulpados en su pergamino mucilaginoso, después de lo cual se descascaran para obtener café verde "semilavado". Después de la eliminación del mucílago por lo general siguen el secado y descascarillado para producir café verde "lavado".

Despulpado: Operación tecnológica utilizada en el proceso de elaboración en húmedo para eliminar la pulpa (exocarpio) y la mayor parte que sea posible del mucílago (mesocarpio) por medios mecánicos. Por lo general permanece pegada al pergamino (endocarpio) una parte del mesocarpio mucilaginoso.

Proceso de fermentación: Tratamiento para digerir el mesocarpio mucilaginoso pegado al pergamino del café despulpado, que permite eliminarlo en el lavado. El proceso de fermentación se puede sustituir con un sistema de eliminación mecánica del mucílago por fricción.

Lavado: Operación tecnológica que sirve para eliminar con agua todos los restos del mesocarpio mucilaginoso de la superficie del pergamino.

Secado del café en pergamino: Operación tecnológica para reducir el contenido de humedad del café en pergamino hasta un nivel que permita descascarar en condiciones técnicas satisfactorias y que no perjudique el almacenamiento ulterior del café.

Descascarillado: Eliminación del endocarpio seco del café en pergamino para producir café verde.

Pulido: Operación tecnológica para eliminar los residuos de piel plateada (perisperma) del café verde con medios puramente mecánicos.

Selección: Operación tecnológica para eliminar del café verde materias extrañas, fragmentos de café y granos defectuosos.

Tostado: Tratamiento con calor que produce los cambios químicos y físicos fundamentales en la estructura y composición del café verde, oscureciendo el color de los granos y desarrollando el característico sabor del café tostado.

3. ELABORACIÓN DE LAS BAYAS DE CAFÉ

4. Las bayas de café se elaboran con dos sistemas básicos (Gráficos 2 y 3): a) el sistema de beneficiado en seco, que produce lo que se denomina café natural o baya de café seca (la semilla está encerrada en el fruto completo), y b) sistema de beneficiado en húmedo, que genera lo que se denomina café en pergamino, que es la semilla cubierta por el tegumento interno o endocarpio.
5. En el beneficiado en seco del café natural, se seca al sol el fruto completo, sobre el suelo desnudo, de ladrillo, baldosas, concreto o incluso de asfalto, o se seca con una combinación del sol y secado mecánico (particularmente en las fincas con más tecnología).
6. En el beneficiado en húmedo, las partes del fruto se separan mecánicamente para obtener la pulpa como producto secundario y el pergamino como producto principal. Éste sale cubierto de mucílago, que se puede descomponer por fermentación para después lavarse o eliminarse directamente por medios mecánicos, sin fermentación. Una vez eliminado o sin eliminar el mucílago, se acostumbra secar el pergamino al sol, en un patio de secado o en mesas suspendidas, con numerosas variaciones e innovaciones tecnológicas. Es posible utilizar secado al sol y mecánico, juntos.
7. Una vez elaborado, el café seco se puede almacenar, retirados los tejidos del fruto durante el descascarillado y sometido a selección por tamaños, clasificación, pulido, limpieza y envasado, antes de la venta.
8. La torrefacción del café puede eliminar un porcentaje muy considerable de OTA. Dependiendo del método utilizado se puede obtener una reducción de OTA del 65% al 100%.
9. Si bien el presente código de prácticas se dirige a la reducción de la contaminación por OTA, que es la principal cuestión de inocuidad de los alimentos que atañe a la producción de granos de café verde, los programas de la industria sobre inocuidad de los alimentos también deben tratar con eficacia otros peligros potenciales asociados a la producción, elaboración y manipulación del café.

4. PRÁCTICAS RECOMENDADAS

4.1 Antes de la cosecha

10. No está establecido que los hongos ocratoxigénicos puedan infectar los frutos del café cuando todavía están en la planta y crecer para producir OTA. Es posible que la infección en la planta pueda seguir dos vías distintas de contaminación: ya sea a través de las flores, sin manifestaciones visibles, o por invasión de insectos como la broca del café (*Hypothenemus hampei*), que puede llevar esporas a la fruta perforando las bayas y hacer uno o más túneles en los granos, dejando indicios visibles.
11. Las prácticas recomendadas para reducir la formación y la presencia de esporas de hongos productores de OTA en las plantas y los granos de café son:
 - a) Mantener la fuerza de los cafetos mediante la aplicación con regularidad de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el momento apropiado, tales como eliminar la maleza, mejorar la textura del suelo, podarlos, aplicar fertilizantes, combatir las plagas y enfermedades, e irrigación.
 - b) No se use riego por aspersión durante el periodo de floración. Esto podría aumentar las tasas de dispersión normal de esporas e incrementar las posibilidades de infección de los granos con productores de OTA.
 - c) Usar trampas (como las trampas de alcohol) para combatir el *Hypothenemus hampei* antes de la cosecha, y promover el uso del programa de manejo integrado de plagas (MIP).
 - d) Evitar la eliminación de residuos orgánicos no tratados, del café o de cualquier otro origen, en la plantación o alrededor de la misma. Las semillas de café y el material asociado a éstas, como el polvo, la tierra, pergamino y otros residuos de procesamiento de las semillas pueden permitir la proliferación de hongos productores de OTA.

4.2 La cosecha

12. El método de cosecha seleccionado por la finca conjuga las necesidades del método de elaboración, consideraciones económicas y disponibilidad de mano de obra.
13. Se conocen cuatro sistemas básicos de cosecha: (i) recogida en una pasada, en la que se cosechan todas las ramas con fruta de una vez; (ii) recogida en varias pasadas, en la que sólo se cosechan las ramas que tienen sobre todo bayas maduras; (iii) recogida selectiva en varias pasadas (por fruto) en la que sólo se cosechan las bayas maduras, y (iv) cosecha mecánica, en la que se utilizan distintos tipos de máquinas para recoger toda la fruta a la vez.

14. Además de estos sistemas básicos principales de cosecha se pueden utilizar otros procedimientos adicionales, como la "cosecha pronta" para recoger la fruta prematuramente madura, o la recolección (recogida o barrida) de las bayas caídas al suelo o que quedan en las plantas durante la cosecha. En general, las bayas que caen al suelo no se deberán recoger, en particular en condiciones húmedas, porque pueden formarse hongos y producirse contaminación por OTA. Sin embargo, un contacto breve con el suelo no es problemático pero puede llegar a serlo si se prolonga su duración. En climas mojados o húmedos sólo será aceptable la recolección del suelo el mismo día. Si es necesario cosechar granos que han caído al suelo, deberán almacenarse aparte hasta que se elaboren, para evitar el riesgo de que contaminen el resto de la cosecha. Es necesario asegurar que todas las bayas caídas que se recojan se sometan rápidamente a las etapas de elaboración y secado, ya que estos productos pueden presentar una probabilidad mayor de crecimiento fúngico.
15. La cosecha deberá iniciarse en cuanto haya suficientes bayas maduras para que sea económicamente viable. Cuando se decida el momento apropiado para iniciar la cosecha, primero es necesario:
 - a) Eliminar la maleza, las bayas caídas y los arbustos de las proximidades de los árboles antes de la cosecha.
 - b) Cuando sea posible, colocar debajo de los árboles esterillas, lonas o mantas impermeabilizadas para evitar la contaminación por las bayas caídas con anterioridad.
 - c) Asegurar que estén organizados el almacenamiento y elaboración siguientes a la cosecha, para evitar las condiciones que favorecen la formación de mohos u otros daños.
16. Las bayas del café deberán elaborarse cuanto antes después de la cosecha. La velocidad de la cosecha, el desempeño de la elaboración y la disponibilidad de mano de obra deberán seguir el ritmo de la velocidad del secado.
17. El café listo para la elaboración deberá ser uniforme y no una mezcla de clases, es decir, café húmedo con café seco en el beneficiado en seco, o café al que se deberá retirar la pulpa con café que no necesita que se retire la pulpa en el beneficiado en húmedo. Antes del beneficiado deberán retirarse las bayas de baja calidad (p. ej., fruta inmadura o demasiado madura, o fruta que presenta marchitez). Esto se puede hacer mediante selección visual o por separación en agua. Se deberá garantizar la eliminación correcta de todo el material desechado.

4.3 Después de la cosecha

18. Una vez separado el fruto de la planta se presentan la senescencia y otros cambios. El período postcosecha consta de la fase inicial, de transición y final.
19. La fase inicial, o de abundante humedad, comienza en la cosecha. El producto se encuentra en esos momentos en un estado inestable y la descomposición se puede controlar con microorganismos antagonicos, que limitan el oxígeno y reducen el tiempo, que en esta etapa es crítico. En el beneficiado en húmedo la fase de gran humedad se puede extender y controlarse con fermentación, pero es conveniente reducir este tiempo.
20. La fase de transición es la menos estable y la más difícil de prever, y en la que la descomposición sólo se puede controlar limitando el tiempo. En esta fase hay suficiente agua para que se formen microorganismos mesófilos y xerófilos, pero no así sus antagonicos hidrófilos. Es esencial dar vueltas al café o removerlo para promover un secado uniforme. Cuando la cosecha coincide con una temporada lluviosa o de gran humedad, se deben adoptar medidas para optimizar el secado.
21. La fase final o de poca humedad comienza al final del secado y dura hasta la torrefacción. El producto se encuentra en condiciones estables y es necesario controlarlo para evitar que se reintroduzca agua o se redistribuya en el café a granel. Durante el secado, en algún momento se detiene el crecimiento porque el producto llega a la fase de poca humedad.

4.4 Beneficiado en seco

22. En el sistema de beneficiado en seco (Gráfico 2), se seca toda la fruta cosechada. Si bien este procedimiento es más sencillo que el beneficiado en húmedo, sólo se puede obtener un producto terminado de buena calidad con la aplicación de buenas prácticas y una gestión correcta.
23. Una opción utilizada en regiones donde la cosecha normalmente se realiza en condiciones de clima seco es permitir que la fruta se seque en el cafeto. Con este método se recoge menos fruta inmadura, la que se obtiene es inocua y de buena calidad, y es más económico que la cosecha tradicional ya que permite recoger en una pasada.
24. Siempre que sea posible, las bayas recién recogidas deberán secarse el mismo día de la cosecha. En algunos casos, la fruta cosechada se guarda en costales o acumulada en montones hasta una semana. Esta práctica produce temperaturas

elevadas y una fermentación rápida, distinta que el procedimiento de fermentación utilizado en el beneficiado en húmedo, que causa pérdida de calidad e incrementa el riesgo de que se forme OTA en el producto.

25. Antes del secado, la fruta cosechada deberá seleccionarse para eliminar las bayas inmaduras y demasiado maduras, así como las bayas dañadas por marchitez. La selección se puede hacer visualmente o en combinación con flotación en agua.

4.5 Beneficiado en húmedo

26. El beneficiado en húmedo, o lavado (Gráfico 3), requiere una materia prima compuesta exclusivamente de bayas maduras, recogidas selectivamente o separadas por medios mecánicos durante el mismo beneficiado. Las bayas verdes inmaduras y los frutos secos se eliminan en un separador de agua. El mucílago se elimina por fermentación, con medios mecánicos o sustancias químicas.

27. En el procedimiento de fermentación se rompe el mucílago fermentando los granos en agua a temperatura ambiente (con uso de microorganismos) de 12 a 36 horas. El proceso de fermentación se debe supervisar atentamente para asegurar que el café no adquiera sabores indeseables (amargos). Una vez terminada la fermentación, los granos de café se lavan en tanques de agua limpia o en lavadoras especiales.

28. Después de pasar por los separadores de la lavadora y antes de eliminar la pulpa se pueden separar las bayas verdes inmaduras de las que ya están maduras utilizando diferencias de presión, en un separador de bayas verdes. Las bayas suaves, maduras pasan por los huecos de la malla. Las bayas duras, inmaduras, que no logran atravesar, se desplazan hacia el borde del cilindro donde un contrapeso controla su salida.

29. Los factores que es necesario controlar son los siguientes:

- a) Todo el equipo debe recibir mantenimiento con regularidad para reducir la posibilidad de que se produzcan fallas que retrasen la elaboración y se comprometa la calidad e inocuidad del café.
 - a.1) Antes de que se inicie la temporada de la cosecha se deberá limpiar, armar y lubricar el equipo de elaboración; inspeccionar la instalación y verificar su funcionamiento a fin de que haya tiempo suficiente para hacer reparaciones si se presenta cualquier problema.
 - a.2) Al final de la cosecha habrá que limpiar, reparar, lubricar, desempolvar todo el equipo y protegerlo del agua. Verificar el desgaste de las superficies de despulpado.

- b) Dar a los trabajadores indicaciones/capacitación adecuadas y definir sus responsabilidades. Además, establecer los criterios de calidad y aceptabilidad, los procedimientos de vigilancia y su frecuencia, así como las medidas de corrección para cada elemento clave del procedimiento, respecto a:
 - b.1) Las bayas: proporción máxima aceptable de bayas inmaduras y demasiado maduras/que se hayan secado en el árbol.
 - b.2) Despulpado: proporción aceptable de bayas sin despulpar y granos incompletos; costo beneficio para incrementar la uniformidad de las bayas y la eficacia de la eliminación de la piel. Esta operación puede ser más eficaz de acuerdo a las diversas estimaciones de la vigilancia de la calidad e inocuidad del producto.
- c) Calidad del agua: en la elaboración deberá utilizarse agua limpia¹ porque el agua sucia podría crear condiciones favorables para la formación de OTA.
- d) La fermentación deberá ser lo más breve posible (12 a 36 horas), para descomponer el mucílago y que se puedan lavar los granos. Se deberán establecer los procedimientos y la frecuencia de la vigilancia, así como el tipo y nivel del inoculante (en las bayas entrantes) y la temperatura ambiente.
- e) Deberán vigilarse las moscas de la fruta ya que una población numerosa puede repercutir en la fermentación.
- f) El café de bayas secundarias, que se puede definir como productos separados por clasificación y otros procedimientos y que son devueltos al procesado, deberá tener un programa específico de control, es decir, se deberán aplicar buenas prácticas de secado, como mantener instalaciones separadas de secado.
- g) Se deberán definir y aplicar protocolos de lavado (p. ej., medir la cantidad de granos rotos, incompletos y descubiertos, así como de objetos que no sean del café, y la cantidad de agua utilizada).

4.6 Secado de granos de café seleccionados y elaborados

- 30. El principal objetivo de la operación de secado es disminuir eficazmente el contenido de agua de las bayas cosechadas hasta un nivel de inocuidad, a fin de obtener un producto estable, inocuo y de buena calidad.
- 31. En esta sección se comentarán tanto el procedimiento en seco como el procedimiento en húmedo. Casi todo el café que se produce se seca directamente al sol.
- 32. En el procedimiento de secado al sol, el producto se extiende sobre una superficie, como una terraza de ladrillo, una lona, mantas de plástico, esterillas de bambú o de henequén, mesas cubiertas con una malla de alambre o en redes de piscicultura.

33. El procedimiento de secado se puede dividir en tres etapas. En cada una, los hongos productores de OTA tendrán diversas oportunidades para desarrollarse.
34. En la primera etapa hay una ligera disminución del contenido de humedad, que toma un intervalo de uno a tres días para el café en baya, y un día o menos para el café en pergamino. Un contenido elevado de humedad ($a_w > 0,95$) presenta condiciones inadecuadas para que crezcan los hongos productores de OTA.
35. La segunda etapa es la de pérdida máxima del contenido de humedad, tanto para el café en baya o en pergamino, en condiciones análogas en el mismo período de tiempo. Esto depende sobre todo de las condiciones de secado y de la tecnología del patio de secado. En esta etapa hay condiciones favorables para el desarrollo de hongos productores de OTA y, por lo tanto, es necesario tomar medidas de prevención como se recomienda en el párrafo 38.
36. En la tercera etapa, tanto el café en baya como en pergamino están mucho más secos que en las dos etapas anteriores. Se produce una disminución ligera y más lenta del contenido restante de humedad. En esta etapa, las condiciones no favorecen el desarrollo de hongos productores de OTA.
37. Los hongos productores de OTA requieren condiciones favorables durante cierto período de tiempo para crecer y producir la toxina. La cantidad de agua disponible es el factor más importante que se debe tener en cuenta. Cuando hay una actividad elevada del agua ($a_w > 0,95$) los hongos productores de OTA probablemente no podrán desarrollarse, porque crecen primero los hongos hidrófilos de crecimiento rápido y las levaduras. Cuando la actividad del agua es más baja ($a_w < 0,80$) puede haber hongos productores de OTA pero no producen la toxina, y cuando la a_w es inferior a 0,78-0,76, no pueden crecer. De esta manera, lo más importante es controlar el período de tiempo durante el cual el café permanece en el patio de secado, en el margen de actividad del agua en el que pueden desarrollarse hongos productores de OTA (a_w 0,8-0,95). De acuerdo a los resultados experimentales, cinco días o menos en el patio de secado son suficiente y eficaces para prevenir la acumulación de OTA. En general, un máximo de a_w de 0,67 a 0,70 y contenido de humedad $< 12,5\%$ (base húmeda) es suficiente para proteger el café apergaminado de daños por hongos.
38. Las medidas recomendadas para secar los granos de café con eficacia son:
- a) El patio de secado deberá estar ubicado lejos de fuentes contaminantes como zonas de polvo y deber tener la máxima exposición al sol y

- circulación de aire durante la mayor parte del día a fin de acelerar el secado de los granos. Se deberán evitar las zonas con sombra y bajas.
- b) La superficie para el secado se deberá elegir de acuerdo al clima de la región, el costo y la calidad del producto seco, ya que todo tipo de superficie tiene ventajas y desventajas. El suelo desnudo no es adecuado en las zonas lluviosas. Las lonas de plástico se humedecen por debajo de la capa de café, lo que promueve la formación de hongos. En las regiones lluviosas o húmedas es necesario cubrir y volver a extender el café una vez que se ha secado la superficie. Si se va a secar café en pergamino es necesario que la superficie de secado se pueda limpiar para evitar daños.
 - c) El ritmo y el tiempo total de la cosecha se deberá basar en la superficie disponible del patio de secado y en el tiempo promedio que se requiere para el secado, teniendo en cuenta condiciones buenas y malas del clima.
 - d) Se deberán incorporar en el procedimiento de secado las siguientes medidas prácticas:
 - d.1) Sólo se secará el café en capas delgadas, de tres a cinco centímetros de espesor, lo que equivale de 25 a 35 kg/m² de café fresco en pergamino o en baya. En algunos casos (por ej., poca humedad ambiental, buena circulación del aire e intensidad del sol, o en regiones comúnmente áridas), se pueden usar capas más gruesas.
 - d.2) Se removerá constantemente la capa de café durante el día para acelerar el secado y reducir el riesgo de formación de hongos a fin de obtener un producto de mejor calidad.
 - d.3) Se permitirá una ventilación adecuada del café húmedo durante la noche para evitar que se forme condensación. Después de un día de secado para el café en pergamino y tres días para el café en baya, el café se puede cubrir durante la noche o si el tiempo es lluvioso para que no se rehumedezca.
 - d.4) No se mezclarán diferentes tipos de café ni café cosechado en días distintos. Se usará una identificación específica para cada uno de ellos a fin de determinar cada tipo de café y día de la cosecha.
 - d.5) El patio de secado se protegerá de los animales la zona que pueden ser fuente de contaminación biológica para el café que se está secando.
 - d.6) Se controlará con regularidad la presencia de la broca del café y otras poblaciones de plagas, utilizando el manejo integrado de plagas en el patio de secado.
 - d.7) Se vigilará con regularidad el procedimiento de secado (< 12,5% tanto para el café en pergamino como para el café en baya). Se comenzará a tomar muestras de distintas partes de cada lote, dos o tres días antes de que se prevea que termine el secado y se seguirán evaluando de nuevo todos los días hasta obtener el contenido de humedad deseado. Se deberán adoptar medidas instrumentales de carácter práctico. Las medidas del contenido de humedad se deberán calibrar con el método ISO 6673.

- d.8) Se evitará que los granos se rehumedezcan porque esto favorece la formación rápida de hongos y la posible producción de OTA.
 - e) Se proporcionará capacitación clara y práctica a los trabajadores del patio de secado, incluyendo el uso adecuado del equipo para medir la humedad.
 - f) Se reparará, limpiará, protegerá y dará mantenimiento al equipo en un espacio limpio de almacenamiento hasta la siguiente temporada. El medidor de humedad deberá comprobarse con regularidad y que se calibre una vez al año antes de la cosecha contra el método ISO 6673.
39. Por lo general se usan secadoras mecánicas como complemento después del secado al sol pero en algunas regiones son muy importantes en el procedimiento de secado. Comúnmente es necesario controlar dos aspectos de las secadoras mecánicas: la temperatura de entrada y la duración del tiempo de secado. El problema más común del secado mecánico es el exceso de secado que causa pérdida de peso y, en consecuencia, pérdida de ingresos. El otro problema es que los granos inmaduros sometidos a una temperatura excesiva de entrada se convierten en granos negros, lo que disminuye la calidad del producto.

4.7 Almacenamiento, transporte y comercio local

40. Los lotes de bayas secas o el café en pergamino seco, debidamente señalados, deberán almacenarse en la finca o en almacenes fuera de la misma, a granel o en sacos limpios, en condiciones de almacenamiento correctas.
41. En los diversos países productores la manipulación del café en el comercio local varía en relación a la estructura misma de la cadena y la forma en que se llevan a cabo las operaciones. Estas funciones incluyen: limpieza posterior, selección, clasificación por tamaños, reensacado, a veces otro secado, almacenamiento y transporte. Estas operaciones añaden valor al producto en el comercio antes de su venta y de que se mande a tostar.
42. Durante todo el proceso el café también se debe proteger de la humedad, la descomposición y la contaminación cruzada. En condiciones de almacenamiento prolongado debe mantenerse un estricto control de la humedad. En condiciones de humedad relativa inferior al 60% el café seguirá secándose pero si la humedad relativa es superior al 80% el café comenzará a absorber agua. En el lugar de almacenamiento la humedad puede originarse por humedad del suelo o de las paredes, la lluvia (impulsada por el viento o por filtraciones), falta de circulación del aire y por mezcla de café seco con café húmedo. Unas instalaciones de almacenamiento adecuadas, el uso de buenas

prácticas de almacenamiento y una vigilancia constante pueden prevenir o reducir los problemas.

43. En café de clases inferiores se observó que frutos con defectos negros o amargos contenían las mayores concentraciones de OTA. Debe haber poca tolerancia a la presencia de estos defectos en los granos verdes seleccionados y los granos defectuosos que se retiren no deberán mezclarse de nuevo con el café limpio ni venderse directamente a la torrefacción, a menos que un plan representativo de muestreo y un análisis directo de la OTA hayan demostrado que son aceptables.
44. El café se puede transportar por distintos medios desde las zonas de producción hasta los puntos de venta. Lo principal es evitar que el café se humedezca de nuevo, debido a posibles cambios del clima entre las distintas regiones y tomando las medidas de control necesarias.
45. En la cadena de producción, el mercado local es la parte más delicada donde se pueden administrar mejores prácticas. Aquí, las autoridades, los mecanismos de reglamentación y no reglamentarios pueden aplicar e influir en las prácticas a fin de garantizar que los productores procedan en forma fiable para garantizar la inocuidad del producto.
46. Las partes interesadas deberán adoptar procedimientos para proteger el café en cada parte de la cadena, rechazar el café de dudosa calidad y evitar las prácticas que podrían generar o incrementar el problema. El café seco deberá protegerse de rehumedecerse por contacto con agua, mezcla con lotes húmedos, absorción de aire o superficies húmedas o redistribución del agua en el lote. Los defectos asociados a concentraciones altas de OTA deberán reducirse a cantidades aceptables. También es necesario proteger el café de contaminación a través de otros materiales.
 - a) Deberán establecerse requisitos mínimos de higiene y un método de evaluación rápida (así como un método de muestreo con submuestras representativas del lote entrante para determinar el contenido de humedad, la cantidad de defectos, una evaluación general de la calidad física e indicios visuales u olfativos de enmohecimiento).
 - b) El diseño y la estructura del almacén deberán ser adecuados para mantener el café seco y uniforme.
 - b.1) Las características deseables son: piso de cemento con capa hidrófuga, que no se inunde; tubería del agua ubicada correctamente para evitar que el café se humedezca si se producen

- problemas de plomería; ventanas y techo a prueba de agua y techo alto para permitir una buena circulación del aire.
- b.2) No exponer el café a la luz directa del sol ni almacenarlo cerca de fuentes de calor, para evitar la posibilidad de diferenciarlo de temperatura y migración de agua.
- c) La operación del almacén deberá optimizarse para prevenir la contaminación cruzada, la reintroducción de humedad y permitir la mejor ejecución de las actividades de recepción, venta y operaciones de valor añadido que conservarán la calidad del café hasta que se venda a la siguiente parte interesada de la cadena de producción. Las principales recomendaciones son:
- c.1) Registrar las condiciones iniciales y la edad de las existencias recibidas.
- c.2) Colocar los sacos de café sobre plataformas, apartados de las paredes, para permitir que el aire circule bien.
- c.3) Aplicar programas de limpieza y mantenimiento para asegurar que los almacenes reciban inspección, limpieza y renovación periódica.
- c.4) Verificar la presencia de broca del café en el almacén, utilizando manejo integrado de plagas.
- c.5) En la finca y en las demás actividades se deberán mantener separados los distintos tipos de café. Esto requiere planificación del almacén y adopción de un sistema de etiquetado. No se deberán almacenar otros materiales de alimentos con el café, a fin de prevenir la contaminación o daños al producto.
- d) La limpieza y selección del café no deberá causar daños materiales al producto porque sería más susceptible a la contaminación o deterioro, ni introducir otra contaminación, y deberá asegurar la reducción de materiales indeseables hasta alcanzar los niveles aceptables predeterminados.
- d.1) Asegurar que las instalaciones y el equipo reciban con regularidad inspección, mantenimiento y limpieza mediante la ejecución de programas de limpieza y mantenimiento.
- d.2) Cuando coinciden el almacenamiento con la limpieza y la selección, es necesario cuidar de que no se contamine el café después de beneficiado con los productos de este procedimiento y con materias extrañas (p. ej., utilizando muros divisorios o extractores de aire).
- d.3) Eliminar los defectos de la producción principal de la cosecha, descartándolos o tamizándolos antes de introducirlos en la cadena de alimentos. Los defectos no se distribuyen uniformemente en las clases de granos separados del café a granel y está demostrado que los granos defectuosos y las cáscaras (también son un defecto) a veces contienen cantidades mayores de OTA que los granos sanos. Sobre la base de ulteriores investigaciones de la contaminación por OTA en los defectos, las autoridades deberán proporcionar una orientación clara a las partes interesadas.

- e) El transporte del café también requiere la adopción de prácticas para evitar que se humedezca de nuevo, mantener la temperatura lo más uniforme posible y evitar la contaminación por otros materiales. Los requisitos principales son:
 - e.1) Cubrir las zonas de carga y descarga del café para protegerlas de la lluvia.
 - e.2) Antes de recibir una nueva carga los vehículos deberán limpiarse de los residuos de la carga anterior.
 - e.3) Se debe inspeccionar el piso, los lados y el techo de los vehículos (cerrados) para verificar si hay lugares por donde puedan introducirse humo del escape o agua de lluvia a la carga de café. También se deben revisar con regularidad las lonas y las mantas de plástico usadas para cubrir la carga, para asegurar que estén limpias y que no tengan hoyos. Los vehículos también deben recibir mantenimiento con regularidad para mantenerlos en buenas condiciones.
 - e.4) Los operadores deberán elegir proveedores de transporte que adopten las buenas prácticas de transporte recomendadas.

4.8 Transporte en barco

47. El café se transporta desde los países productores a los consumidores en sacos o a granel, por lo general en contenedores de 18 a 22 toneladas de capacidad. Las fluctuaciones de la temperatura durante el tiempo del transporte pueden causar condensación del agua restante (presente incluso en los granos bien secos) y rehumidificación local. La redistribución del agua puede dar lugar a la formación de hongos, con posibilidad de que se produzca OTA. Las prácticas recomendadas durante el transporte en el puerto son:
- a) Cubrir las zonas de carga y descarga del café para protegerlas de la lluvia.
 - b) Verificar los lotes de café para asegurar que estén uniformemente secos y que su contenido de humedad sea inferior a 12,5%, que no tengan materias extrañas y que se respeten las cantidades establecidas de defectos.
 - c) Inspeccionar los contenedores, antes de la carga, para asegurar que estén limpios, secos y que no tengan daños estructurales que pudieran permitir la entrada de agua.
 - d) Los sacos deberán estar bien dispuestos y cruzados para que tengan buen apoyo y se evite la formación de columnas verticales vacías (chimeneas). La capa superior y los lados de los sacos deberán cubrirse con materiales que puedan absorber el agua condensada, como gel de sílice o cartón, como protección contra la formación de hongos que podrían dar lugar a la producción de OTA. Para el café a granel es conveniente utilizar un forro de plástico que se pueda sellar (p.ej., una bolsa grande que permita la aireación) y que no deberá estar en contacto con el techo del contenedor.

- e) Elegir un lugar adecuado, que no esté expuesto directamente al medio ambiente, a bordo del barco, para reducir la posibilidad de que se produzcan las situaciones inconvenientes mencionadas que pueden dar lugar a la contaminación por OTA.
- f) Mantener despejados los huecos de ventilación del contenedor.
- g) Evitar el almacenamiento sin protección en la borda (capa superior) y almacenar lejos de calentadores de agua y tanques calientes o mamparos.
- h) El contenido de humedad no deberá superar el 12,5% en ninguna parte, desde el punto donde sale el café de la zona de carga hasta el punto donde se descarga, almacena y/o somete a otros procedimientos de elaboración, como la torrefacción.

Figura 1. Baya de café

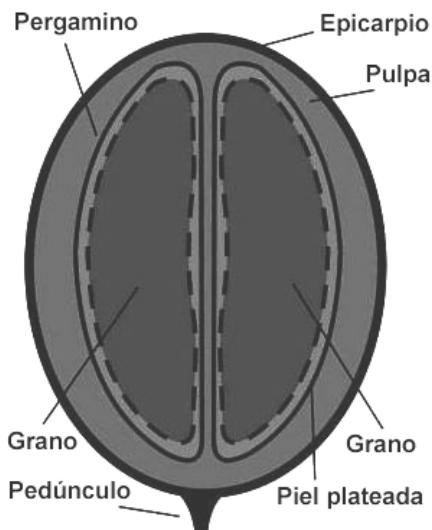


Figura 2. Beneficiado en seco

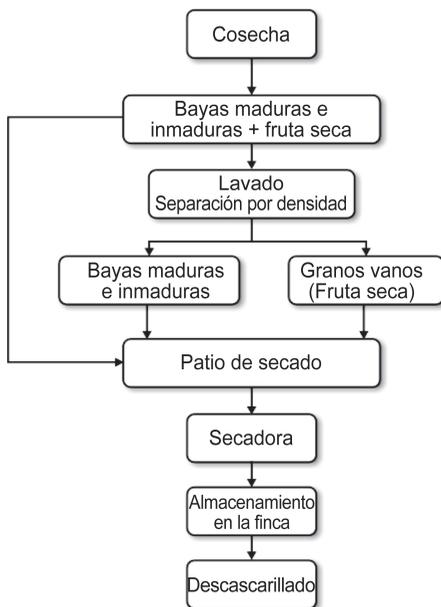
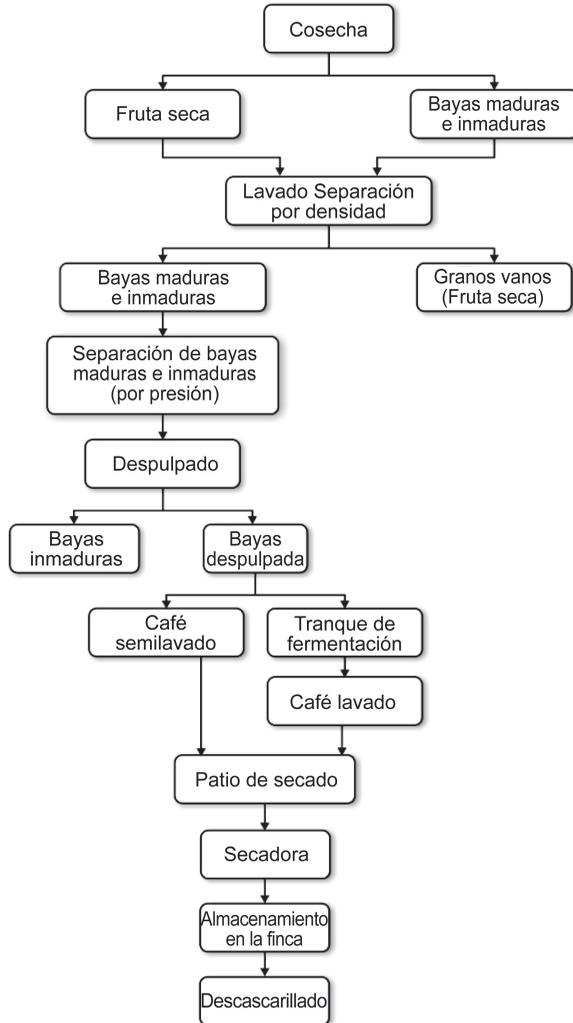


Figura 3. Beneficiado en húmedo

CONTAMINACIÓN POR PATULINA DEL ZUMO (JUGO) DE MANZANA E INGREDIENTES DE ZUMO (JUGO) DE MANZANA EN OTRAS BEBIDAS

CAC/RCP 50-2003

INTRODUCCIÓN

1. La patulina es un metabolito secundario producido por una serie de especies fúngicas de los géneros *Penicillium*, *Aspergillus* y *Byssochlamys*, de las que *Penicillium expansum* es probablemente la especie más común. Se ha encontrado como contaminante en gran cantidad de frutas, verduras, cereales y otros alimentos afectados por mohos. No obstante, las principales fuentes de contaminación son las manzanas y los productos a base de manzanas.
2. La fermentación alcohólica de los zumos (jugos) de fruta destruye la patulina y, por consiguiente, productos fermentados como la sidra y la sidra de peras no contienen este contaminante. Sin embargo, se ha observado la presencia de patulina en la sidra cuando a ésta se ha añadido zumo (jugo) de manzana después de la fermentación. Se ha señalado que el ácido ascórbico provoca la desaparición de la patulina del zumo (jugo) de manzana, aunque no se han establecido completamente las condiciones óptimas para su eliminación. La patulina es relativamente estable con respecto a la temperatura, especialmente en condiciones de pH ácido. Se ha señalado que los tratamientos a alta temperatura (150 °C) por un tiempo breve tienen como consecuencia una reducción del 20 por ciento, aproximadamente, de las concentraciones de patulina. Sin embargo, el tratamiento térmico por sí solo no es suficiente para garantizar un producto exento de este contaminante.
3. No existen pruebas concluyentes que demuestren que la patulina es carcinogénica. No obstante, se ha demostrado que tiene efectos inmunotóxicos y que es neurotóxica en los animales. El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) llegó a la conclusión de que no se podía efectuar una evaluación de la carcinogenicidad de la patulina en los seres humanos y de que los datos obtenidos en los animales de laboratorio no eran suficientes. El JECFA evaluó la patulina en 1990 y volvió a evaluar el contaminante en 1995. En esta última evaluación, se consideró el hecho de que la mayor parte de la patulina ingerida por ratas se eliminaba en 48 horas, y el 98 por ciento en siete días. Un estudio sobre los efectos combinados de la patulina en la reproducción, la toxicidad a largo plazo y la carcinogenicidad señaló una ingesta sin consecuencias nocivas de 43 µg/kg de peso corporal al día. Sobre la base de

este trabajo y utilizando un factor de seguridad de 100, el JECFA estableció, con carácter provisional, una ingesta diaria máxima tolerable de 0,4 µg/kg de peso corporal.

4. La patulina aparece fundamentalmente en las frutas infestadas de moho, aunque la presencia de éste no entraña necesariamente la presencia de patulina en una fruta sino que indica que esto es posible. En algunos casos, el desarrollo de moho en el interior de la fruta puede deberse a los insectos o a otras invasiones en tejidos por lo demás sanos, lo que tiene como consecuencia la aparición de patulina en frutas que externamente no presentan daños. Sin embargo, también se puede producir patulina en la fruta magullada tras el almacenamiento en atmósfera controlada y la exposición a condiciones ambientales, con y sin pudrición del centro. El lavado de la fruta o la eliminación del tejido mohoso inmediatamente antes del prensado no eliminarán necesariamente toda la patulina de la fruta, puesto que una parte puede haberse difundido por tejido aparentemente sano. Se ha señalado que el lavado de las manzanas con una solución de ozono contribuye enormemente al control de la patulina durante la elaboración.
5. Aunque las esporas de muchos de los mohos que pueden producir patulina se hallan ya en la fruta cuando ésta se encuentra en el árbol, normalmente no se desarrollarán hasta después de la recolección. No obstante, también puede desarrollarse moho y producirse patulina en la fruta antes de la recolección como consecuencia de alguna enfermedad, de daños causados por los insectos, o si se recoge fruta caída para su elaboración. El estado de la fruta en el momento de la recolección, la forma en la que se manipula posteriormente (especialmente durante el almacenamiento) y la medida en que las condiciones de almacenamiento inhiben el desarrollo de mohos influirán en la probabilidad de contaminación por patulina del zumo (jugo) y otros productos elaborados con fruta fresca y almacenada.
6. Las recomendaciones que se hacen en este documento para reducir la contaminación por patulina en el zumo (jugo) de manzana se dividen en dos partes:
 - I) Prácticas recomendadas sobre la base de las buenas prácticas agrícolas (BPA).
 - II) Prácticas recomendadas sobre la base de las buenas prácticas de fabricación (BPF).

I. PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BPA

Previas a la recolección

7. En el período de latencia, podar, extraer y destruir toda la madera enferma y la fruta momificada.
8. Podar los árboles de acuerdo con las buenas prácticas comerciales, de modo que la forma de la copa permita una buena circulación del aire y deje penetrar la luz en su interior. Asimismo esto hará posible una buena cobertura de pulverización.
9. Deberán adoptarse medidas para controlar plagas y enfermedades que causen directamente la pudrición de la fruta o dejen puntos de entrada a los mohos productores de patulina, como por ejemplo el cancro, el chancro del manzano y del peral (*Botrytis* spp y *Nectria* spp), el gusano de la pera y la manzana, el piral barrenador de los frutos en formación, la falena invernal, el piral de los árboles frutales, *Blastobasis*, la *hoplocampa* y la *hoplocampa* de las acederas.
10. El tiempo húmedo en el período de la caída de pétalos y de la recolección puede incrementar el riesgo de pudrición, por lo que deberá considerarse la aplicación de medidas de control adecuadas como la utilización de fungicidas para evitar la germinación de las esporas y el crecimiento fúngico.
11. Las manzanas con una composición pobre en minerales son más propensas a sufrir trastornos fisiológicos durante el almacenamiento y, por lo tanto, son más vulnerables a determinados tipos de podredumbre, especialmente *Gloeosporium* spp y podredumbres secundarias como el *Penicillium*. Así pues, las remesas de manzanas enviadas al mercado de fruta fresca que, según lo determinado por el análisis de la fruta, no cumplan las normas de composición mineral recomendadas, deberán excluirse del almacenamiento a largo plazo, es decir, por un período superior a los 3 ó 4 meses.
12. Si los niveles de minerales en la fruta destinada al mercado de fruta fresca se encuentran fuera de los márgenes óptimos, mejorando los niveles de calcio y fósforo en la fruta y, especialmente, aumentando la proporción entre calcio y potasio con la utilización controlada de fertilizantes se mejorará la estructura celular, lo que a su vez reducirá la vulnerabilidad a la pudrición.
13. Todos los años deberán mantenerse registros del nivel de pudrición en cada huerto, puesto que en la actualidad la información sobre los antecedentes da la mejor pauta de los niveles de pudrición potenciales, que a su vez indicarán la

necesidad de utilizar fungicidas y las posibilidades de almacenamiento de la fruta procedente de un huerto determinado.

Recolección y transporte de la fruta

14. Las manzanas destinadas a la elaboración tienen dos orígenes diferentes:

a) Fruta recolectada mecánicamente

15. La fruta recolectada mecánicamente se obtiene sacudiendo el árbol y recogiendo la fruta del suelo con maquinaria mecánica adecuada.

16. Toda la fruta deberá manipularse con el mayor cuidado y deberá hacerse todo lo posible para reducir al mínimo los daños físicos en todas las etapas de la recolección y el transporte.

17. Antes de sacudir los árboles, deberá retirarse del suelo la fruta caída que esté deteriorada (podrida, con la pulpa expuesta, etc.) para asegurarse de que solamente se recoge fruta fresca y sana.

18. La fruta recolectada mecánicamente deberá transportarse a la planta de elaboración en un plazo de tres días desde la fecha de recolección.

19. Todos los recipientes empleados para transportar fruta deberán estar limpios, secos y exentos de residuos.

b) Fruta destinada al mercado de fruta fresca

20. La fruta proveniente de huertos con un historial de altos niveles de pudrición se recogerá por separado y no se destinará al almacenamiento.

21. En la medida de lo posible, toda la fruta deberá recogerse en condiciones de tiempo seco y cuando esté madura, y deberá colocarse en recipientes limpios (por ejemplo, en cajas) que sean adecuados para su transporte directo al almacén. Lo ideal es que los recipientes o cajas se laven con agua limpia utilizando una manguera o, preferiblemente, se frieguen con agua y jabón. Deberán retirarse los restos de fruta y hojas. Los recipientes y cajas lavados deberán secarse antes de su uso. Se evitará la exposición de la fruta a la lluvia.

22. Deberá proporcionarse una capacitación y una supervisión adecuadas para garantizar el empleo de buenas prácticas de recolección, que no causen daños a la fruta.

23. Deberá rechazarse en el huerto, en el momento de la recolección, toda la fruta con la piel dañada o la pulpa expuesta, así como todas las piezas enfermas, y deberán reducirse al mínimo las magulladuras.
24. Deberá rechazarse para el almacenamiento, toda la fruta contaminada por el suelo, es decir, piezas salpicadas por agua de lluvia o fruta caída.
25. Deberá tenerse cuidado para evitar la inclusión de hojas, ramas, etc. entre la fruta recolectada.
26. La fruta deberá almacenarse en refrigerador en un plazo de 18 horas después de la recolección (véase el Cuadro 1) y enfriarse a las temperaturas recomendadas en un plazo de tres a cuatro días desde la fecha de recolección.
27. Durante el transporte y almacenamiento, deberán adoptarse medidas para evitar la contaminación por el suelo.
28. Se deberá tener cuidado durante la manipulación y el transporte de los recipientes o cajas en el huerto, y entre éste y el almacén, para evitar la contaminación por el suelo del recipiente y la fruta, así como para reducir al mínimo los daños físicos, por ejemplo magulladuras en la fruta.
29. La fruta recolectada no deberá dejarse en el huerto durante la noche, sino que deberá colocarse sobre una superficie dura, preferiblemente a cubierto.

Prácticas de manipulación y almacenamiento posteriores a la recolección de la fruta destinada al mercado de fruta fresca

30. Toda la fruta, destinada al mercado de fruta fresca o a ulterior elaboración, deberá manipularse con el mayor cuidado, y deberá hacerse todo lo posible para reducir al mínimo los daños físicos, por ejemplo magulladuras, en todas las fases de la manipulación posterior a la recolección y previa al prensado.
31. Los productores de manzanas y otros productores de zumo (jugo) que no dispongan de instalaciones de almacenamiento controladas deberán asegurarse de que la fruta destinada a la elaboración de zumo (jugo) se preñe lo antes posible después de la recolección.
32. Para el almacenamiento en atmósfera controlada, asegurarse de que se ha comprobado la hermeticidad de los almacenes para evitar escapes de gas, cuando sea necesario, y de que todo el equipo de control se ha revisado antes

- de que comience la recolección. Refrigerar completamente los almacenes antes de su utilización.
33. Cuando sea apropiado pueden aplicarse tratamientos con fungicidas después de la recolección, de conformidad con las condiciones de uso autorizadas.
34. Las manzanas almacenadas se examinarán periódicamente, al menos una vez al mes, para controlar los niveles de pudrición; se deberá llevar un registro anual de estos niveles. El procedimiento de muestreo adoptado deberá reducir al mínimo el riesgo de cambios atmosféricos en el almacén (véase el párrafo 37).
35. Deberán colocarse muestras aleatorias de la fruta en recipientes adecuados (por ejemplo sacos de red), situados cerca de los bancos de inspección, para permitir la vigilancia de las condiciones del producto durante el período de almacenamiento (véase el párrafo 36). Las muestras deberán examinarse para controlar la pudrición, las condiciones generales de la fruta y el tiempo de conservación, al menos una vez al mes. Se pueden recomendar intervalos más breves en almacenes en los que las condiciones de almacenamiento de la fruta no sean óptimas y/o si se prevé que la duración del producto en el almacén será inferior a los tres meses como consecuencia de condiciones de crecimiento y/o recolección adversas.
36. Cuando las muestras indiquen problemas en las condiciones de la fruta, se deberá disponer el retiro de la misma del almacén para utilizarla antes de que el daño se extienda.
37. Normalmente el moho se desarrolla en un ambiente cálido. El enfriamiento rápido y el mantenimiento de las condiciones atmosféricas de almacenamiento mejorarán las condiciones de la fruta. En la medida de lo posible, la fruta debe cargarse y refrigerarse a menos de 5 °C en un plazo de tres a cuatro días, y llevarse en dos días más a las temperaturas óptimas. Deberán lograrse condiciones atmosféricas controladas en un plazo de siete a diez días desde el comienzo de la carga, y en el término de siete días más deberán establecerse regímenes de oxígeno muy reducido (es decir, menos del 1,8 por ciento de oxígeno).

Selección de la fruta después del almacenamiento de la fruta destinada al mercado de fruta fresca o a la fabricación de zumo (jugo)

38. Toda la fruta podrida, incluso la que sólo presente pequeñas áreas de pudrición, deberá eliminarse en la medida de lo posible, y la fruta sana deberá conservarse en un recipiente limpio para el producto a granel.

39. Cuando se saquen los recipientes del almacén para seleccionar la fruta destinada a la distribución minorista, los que se dejan para el prensado deberán marcarse específicamente y devolverse al almacén refrigerado en un plazo de 12 horas desde el momento de la selección. El tiempo en el que la fruta permanece a temperatura ambiente deberá reducirse al mínimo. En la medida de lo posible, la fruta destinada al prensado deberá mantenerse a menos de 5 °C en todo momento desde que se saque del almacén hasta el prensado, y deberá utilizarse lo antes posible.
40. La fruta que vaya a prensarse deberá utilizarse lo antes posible y dentro del tiempo de conservación normal que se recomendaría para la fruta del mismo almacén. Las magulladuras fomentarán la formación de patulina, por lo que deberán reducirse al mínimo, especialmente si la fruta va a almacenarse durante más de 24 horas a temperatura ambiente antes del prensado.

II. PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BPF

Transporte, inspección y prensado de la fruta

Fruta recolectada mecánicamente y fruta destinada al mercado de fruta fresca

a) Fruta destinada al mercado de fruta fresca

41. La fruta almacenada deberá transportarse desde el almacén refrigerado a la fábrica en el menor tiempo posible (lo ideal sería que transcurrieran menos de 24 horas hasta el momento del prensado, salvo en caso de almacenamiento refrigerado).
42. Las variedades de cáliz abierto son especialmente susceptibles a la pudrición del centro. Estas variedades deberán examinarse para comprobar que no estén podridas por dentro, por medio de controles ordinarios inmediatamente antes del prensado. Deberá tomarse una muestra aleatoria adecuada de manzanas, preferiblemente de cada lote de fruta. A continuación, se cortará cada manzana por la mitad (transversalmente) y se observará si hay indicios de proliferación de micelios. Si la frecuencia de pudrición del centro supera un nivel acordado, no deberá utilizarse la remesa en cuestión para el prensado. El fabricante deberá especificar la proporción máxima de fruta suministrada que puede presentar indicios de pudrición, considerando su capacidad para eliminar la fruta podrida durante la inspección previa a la elaboración. Si se supera dicha proporción, deberá rechazarse toda la remesa de fruta.

43. A su llegada a la fábrica, deberá comprobarse la calidad de la fruta, especialmente que no existan indicios de daños exteriores o interiores causados por mohos (véase el párrafo 44).

b) Fruta recolectada mecánicamente y fruta destinada al mercado de fruta fresca

44. Durante la elaboración y antes del prensado, deberá clasificarse cuidadosamente la fruta para retirar cualquier pieza visiblemente mohosa (comprobar aleatoriamente y con regularidad el moho interno cortando alguna pieza como se señala en el párrafo 42) y deberá lavarse cuidadosamente con agua potable o tratada convenientemente.

45. Las prensas para extraer zumo (jugo) y otros equipos de fabricación deberán limpiarse y desinfectarse de conformidad con las “mejores prácticas” de la industria. En general las prensas para zumo (jugo) y otros equipos se lavarán con mangueras empleando agua a presión y se desinfectarán con un desinfectante adecuado. A continuación se volverán a enjuagar con agua potable fría. En ciertas plantas que funcionan casi ininterrumpidamente esta operación de limpieza deberá efectuarse, preferiblemente, una vez por turno o una vez al día.

46. Después del prensado, deberán tomarse muestras de zumo (jugo) para su análisis. En una muestra representativa de la producción a granel deberá analizarse el contenido de patulina por medio de métodos adecuados, en un laboratorio que esté acreditado para llevar a cabo este tipo de análisis.

47. Preferiblemente el zumo (jugo) se enfriará a una temperatura inferior a los 5 °C y se mantendrá a dicha temperatura hasta que se concentre, envase o pasteurice.

48. El zumo (jugo) deberá enviarse para el envasado solamente cuando se haya aprobado su distribución, una vez que los análisis hayan confirmado que la patulina está por debajo del límite máximo acordado. En las especificaciones para la compra de zumo (jugo) de manzana deberá incluirse un límite adecuado para la patulina, que el receptor deberá confirmar.

Envasado y elaboración final del zumo (jugo)

49. Los mohos productores de patulina pueden aparecer, junto con otros mohos y levaduras, especialmente en el zumo (jugo) que no se fabrica con concentrado. Es fundamental impedir el desarrollo de dichos organismos durante el transporte y el almacenamiento para evitar la descomposición del producto y, al mismo tiempo, la producción de patulina.

- 50. Si el zumo (jugo) va a conservarse durante un tiempo antes de su utilización, es preferible hacer descender su temperatura a 5 °C o menos para reducir la proliferación microbiana.
- 51. La mayor parte del zumo (jugo) se tratará térmicamente para garantizar la destrucción de las enzimas y los organismos que producen la descomposición. Hay que considerar que aunque dicho procedimiento normalmente destruye las esporas fúngicas y el micelio vegetativo, las condiciones del mismo no destruirán la patulina que ya se encuentre presente en el producto.

Evaluación de la calidad del zumo (jugo)

- 52. Las especificaciones para la compra de zumo (jugo) de manzana o zumo concentrado de manzana incluirán un límite máximo para la patulina basado en un método de análisis apropiado.
- 53. Se deberá elaborar un plan para el muestreo aleatorio del producto, a fin de asegurarse de que el contenido de patulina del producto acabado es inferior al límite máximo establecido.
- 54. El envasador deberá asegurarse de que el proveedor del zumo (jugo) puede controlar de forma adecuada sus propias operaciones para garantizar la aplicación de las recomendaciones formuladas más arriba.
- 55. La evaluación de la calidad del zumo (jugo) de manzana por parte del envasador incluirá la concentración en grados Brix, la acidez, el sabor, el color, la limpidez, etc. Deberá vigilarse cuidadosamente la calidad microbiológica, puesto que indica no sólo el nivel de riesgo de los organismos que pueden producir patulina sino también los aspectos higiénicos de las fases previas del ciclo de producción.
- 56. El producto envasado deberá ser objeto de controles posteriores para garantizar que no se ha deteriorado durante el envasado.

Cuadro 1: Temperaturas del aire recomendadas para el almacenamiento de manzanas

Variedad	Temperatura		Variedad	Temperatura	
	°C	°F		°C	°F
Bramley	3,0-4,0	37-39	Idared	3,0-4,0	38-39
Cox's orange pippin	3,0-3,5	37-38	Jonagold	0,0-0,5	32-33
Discovery	1,5-2,0	35-36	Red delicious	0,0-1,0	32-34
Egremont	3,0-3,5	37-38	Spartan	0,0-0,5	32-33
Golden delicious	1,5-2,0	35-36	Worcester	0,0-1,0	32-34
Crispin	1,5-2,0	35-36			

PRESENCIA DE PLOMO EN LOS ALIMENTOS

CAC/RCP 56-2004

INTRODUCCIÓN

1. El plomo es un metal pesado tóxico con numerosos usos industriales, pero sin beneficios nutricionales conocidos. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) ha examinado en diversas ocasiones los efectos tóxicos del plomo presente en los alimentos. La exposición crónica a concentraciones relativamente bajas de plomo puede ocasionar daños en los riñones y el hígado y en los sistemas reproductor, cardiovascular, inmunitario, hematopoyético, nervioso y gastrointestinal. La exposición breve a elevadas cantidades de plomo puede ocasionar dolores gastrointestinales, anemia, encefalopatías y la muerte. El efecto más crítico de la exposición a concentraciones bajas de plomo es el menor desarrollo cognitivo e intelectual de los niños afectados.
2. Puede producirse exposición al plomo por los alimentos y el agua, así como en el lugar de trabajo, en actividades recreativas y por la exposición a suelos y aire contaminados con plomo.
3. La contaminación de los alimentos con plomo procede de numerosas fuentes, tales como el aire y el suelo. El plomo atmosférico que deriva de la contaminación industrial o de la gasolina con plomo puede contaminar los alimentos mediante su deposición en plantas cultivadas. El plomo del suelo, procedente de municiones de plomo presentes en lugares utilizados anteriormente como almacenes de munición y de la munición utilizada en tiro deportivo o militar, de la deposición atmosférica o de la aplicación incorrecta de plaguicidas, fertilizantes o fangos cloacales, puede contaminar las plantas cultivadas, por absorción, o por deposición de tierra sobre las superficies de las plantas. Las plantas y el suelo contaminados son, a su vez, una fuente de contaminación del ganado.
4. El agua es también una fuente de contaminación de los alimentos por plomo. Las aguas de superficie pueden estar contaminadas por la escorrentía (drenaje), por deposición atmosférica y, a escala local, por la lixiviación del plomo de perdigones o de plomadas de pesca. Las aguas de superficie contaminadas son una fuente potencial de contaminación de los animales acuáticos comestibles. Una fuente principal de contaminación del agua potable y del agua para la

preparación de alimentos es el uso de tuberías de plomo o componentes que contienen plomo en los sistemas de distribución de agua.

5. También puede producirse contaminación de los alimentos por plomo en la elaboración, manipulación y envasado de los productos alimenticios. En zonas de elaboración de alimentos son fuentes de contaminación por plomo la pintura al plomo y los equipos que contienen este metal, como tuberías y maquinaria soldada con plomo. Se ha comprobado que las latas soldadas con plomo son una fuente muy importante de contaminación de los alimentos en la zona de envasado. Otros artículos de envasado que son fuentes potenciales de contaminación por plomo son las bolsas de plástico y papeles de envolver con colores, los envases de cartón que contienen plomo o colorantes con plomo, los capuchones de plomo de las botellas de vino y los artículos de cerámica con barniz de plomo o de vidrio de plomo o recipientes metálicos que contienen plomo utilizados para el envasado o almacenamiento de alimentos.
6. En todo el mundo se han tomado medidas para reducir la exposición al plomo a través de los alimentos. Estas medidas se han centrado en establecer normas sobre concentraciones de plomo permitidas en alimentos y aditivos alimentarios; dejar de utilizar latas soldadas con plomo, particularmente en alimentos para lactantes; controlar la concentración de plomo en el agua; reducir la lixiviación de recipientes que contienen plomo o restringir su uso a fines decorativos; determinar otras fuentes de contaminación de los alimentos o complementos alimentarios por plomo y combatirlas. Aunque no se dirigen de forma específica a los alimentos, las medidas para reducir las fuentes medioambientales de plomo, tales como las restricciones de las emisiones industriales y restricción del uso de gasolina con plomo, han contribuido también a disminuir las concentraciones de plomo en los alimentos.
7. El Codex, organización intergubernamental, y numerosos países han establecido normas sobre concentraciones permitidas de plomo en diversos alimentos. Posiblemente sea inevitable que los alimentos presenten concentraciones bajas de plomo, debido a la ubicuidad del plomo en el mundo industrial moderno. Sin embargo, la aplicación de buenas prácticas agrícolas y de fabricación puede contribuir a reducir al mínimo la contaminación de los alimentos por este metal. Dado que muchas intervenciones útiles para disminuir el contenido de plomo dependen de la actuación de los consumidores, se ha incluido también en el presente Código una sección con sugerencias para modificar las prácticas de los consumidores.

I. PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

1.1 Prácticas agrícolas

8. La gasolina con plomo es una de las principales fuentes de plomo atmosférico. Las autoridades nacionales deben estudiar la disminución o eliminación del uso de gasolina con plomo en zonas agrícolas.
9. Las tierras agrícolas ubicadas cerca de instalaciones industriales, carreteras, depósitos de municiones y polígonos de tiro deportivos y militares pueden presentar concentraciones de plomo mayores que las de tierras más aisladas. Las tierras cercanas a edificios pintados externamente con pintura resistente a la intemperie pueden presentar también contenidos altos de plomo; son particularmente preocupantes los edificios situados cerca de ganado o de pequeños huertos. Cuando sea posible, los agricultores deberán analizar el contenido de plomo de los suelos cercanos a fuentes de plomo o con contenidos de plomo presuntamente altos, para determinar si las concentraciones de plomo superan las recomendaciones de las autoridades locales para la siembra.
10. Los agricultores deberán evitar cultivar plantas que puedan acumular plomo en su interior (como zanahorias y otros cultivos de raíz) o en su superficie (como hortalizas de hoja) en tierras que han sido tratadas con plaguicidas de arseniato de plomo, tales como antiguos huertos de frutales.
11. Los agricultores deberán evitar cultivar tierras que hayan sido tratadas con fangos cloacales que no cumplen con las normas establecidas por las autoridades nacionales sobre contenidos máximos de plomo permitidos.
12. Las hortalizas de hoja son más vulnerables a la deposición de plomo procedente del aire que las hortalizas de raíz u otras hortalizas. También se han notificado tasas significativas de absorción de plomo del aire por cereales. En las zonas con mayores concentraciones atmosféricas de plomo, los agricultores deberán considerar la conveniencia de seleccionar cultivos que sean menos vulnerables a la deposición de plomo procedente del aire.
13. Los agricultores deberán evitar utilizar en zonas agrícolas compuestos que contienen plomo (tales como plaguicidas a base de arseniato de plomo) o que puedan estar contaminados con plomo (p.ej., fungicidas cúpricos o fertilizantes fosfatados preparados incorrectamente).

14. Se ha comprobado que los secadores alimentados con gasolina que contiene plomo contaminan con plomo los productos que secan. Los agricultores y las industrias alimentarias deberán evitar secar los cultivos recolectados con secadores u otros equipos alimentados con gasolina del tipo mencionado.
15. Los cultivos deberán protegerse de la contaminación por plomo (por ejemplo, de la exposición al plomo de la atmósfera, el suelo o el polvo) durante el transporte a las instalaciones de elaboración.
16. Quienes cultiven huertos privados o pequeños huertos comerciales también deberán adoptar medidas para reducir la contaminación por plomo. Deberán evitar sembrar cerca de carreteras y edificios pintados con pintura a base de plomo. Si los huertos están situados en una zona con alta concentración potencial de plomo, deberá analizarse el suelo antes de sembrar. En suelos con contenidos de plomo moderadamente altos son buenas prácticas hortícolas las siguientes: incorporar materia orgánica al suelo, ajustar el pH del suelo para disminuir la disponibilidad de plomo para las plantas, elegir plantas que sean menos vulnerables a la contaminación por plomo y utilizar láminas protectoras para disminuir la deposición por contacto de tierra sobre las plantas. Determinadas concentraciones de plomo se consideran excesivamente elevadas para la horticultura. En los huertos de estas zonas, podrían formarse lechos con tierra exenta de plomo. Los horticultores deberán consultar, en su caso, a los servicios agrícolas locales sobre qué concentraciones de plomo son demasiado elevadas para la horticultura y cómo practicar la horticultura de forma segura en suelos contaminados por plomo.
17. El agua agrícola para el riego deberá protegerse de fuentes de contaminación por plomo, y deberá vigilarse su contenido de plomo para impedir o mitigar la contaminación de los cultivos por este metal. Por ejemplo, el agua de pozo utilizada para el riego deberá protegerse adecuadamente para impedir su contaminación y deberá analizarse periódicamente.
18. Las autoridades locales y nacionales deberán informar a los agricultores sobre las prácticas correctas para impedir la contaminación de las tierras de labranza por plomo.

1.2 Agua potable

19. Las autoridades nacionales deberán examinar la posibilidad de establecer concentraciones de plomo permitidas o técnicas de tratamiento apropiadas para limitar las concentraciones de plomo en el agua potable. La OMS ha

establecido un valor de referencia para la concentración máxima de plomo de 0,010 mg/l en el agua potable.

20. Los administradores de los sistemas de abastecimiento de agua con elevadas concentraciones de plomo deberán examinar la posibilidad de aplicar técnicas de tratamiento, tales como aumentar el pH de las aguas ácidas, para reducir al mínimo la corrosión y disminuir la lixiviación de plomo en el sistema de distribución.
21. Cuando proceda, los administradores de los sistemas de abastecimiento de agua deberán estudiar la posibilidad de sustituir las tuberías de plomo problemáticas y otros componentes que contienen plomo.

1.3 Ingredientes alimentarios y elaboración de los alimentos

22. Las autoridades nacionales de cada país deberán examinar la posibilidad de establecer normas que limiten la cantidad de plomo permitida en los alimentos y los ingredientes alimentarios, incluidos los alimentos tradicionales de sus países. En caso contrario, deberán analizarse determinados alimentos y complementos alimentarios seleccionados para asegurarse de que las concentraciones de plomo no superan los niveles básicos normales.
23. Las industrias alimentarias deberán seleccionar alimentos e ingredientes alimentarios, incluidos los ingredientes utilizados para los complementos alimentarios, con las concentraciones de plomo más bajas posibles. Deberán tener en cuenta también si las tierras en las que se han cultivado los productos han sido tratadas con plaguicidas o fangos cloacales que contienen plomo.
24. Durante la elaboración, deberá eliminarse la mayor cantidad de plomo posible de la superficie de las plantas, por ejemplo lavando a fondo las hortalizas, particularmente las hortalizas de hoja, eliminando las hojas exteriores de las hortalizas de hoja y pelando las hortalizas de raíz, según proceda. (Los horticultores particulares deberán adoptar también estas medidas si su suelo contiene cantidades elevadas de plomo.)
25. Las industrias alimentarias deberán asegurarse de que el contenido de plomo del agua para la elaboración de alimentos no supere los límites máximos establecidos por las autoridades nacionales o locales.

26. Las industrias alimentarias deberán examinar la red de tuberías de las instalaciones, para asegurar que no haya tuberías viejas que aporten plomo al agua utilizada en el interior de la instalación. En esta red de tuberías viejas pueden existir componentes de latón, además de tuberías soldadas con plomo.
27. Las industrias alimentarias deberán utilizar metales aptos para uso alimentario en todas las superficies metálicas que entran en contacto con los alimentos y bebidas.
28. Las industrias alimentarias no deberán utilizar soldadura de plomo para reparar equipos rotos de las instalaciones de elaboración de alimentos. No deberán sustituir tampoco los equipos aptos para uso alimentario estropeados con equipos no aptos para uso alimentario que puedan tenerse a disposición en una instalación de elaboración de alimentos.
29. Las industrias alimentarias deberán asegurar que las desconchaduras de pintura al plomo no se transformen en una fuente de contaminación por plomo en las instalaciones de elaboración. Si las industrias alimentarias eliminan la pintura al plomo, deberán asegurarse también de que se apliquen a continuación procedimientos de limpieza adecuados para impedir una dispersión posterior de la pintura al plomo y de polvo de ésta, lo que podría suponer un peligro aún mayor.
30. Las industrias alimentarias deberán analizar de vez en cuando el contenido de plomo de las materias primas que reciben y de los productos acabados para verificar el eficaz funcionamiento de sus medidas de control.

1.4 Fabricación y utilización de productos para el envasado y el almacenamiento

31. Para proporcionar la máxima protección contra la contaminación por plomo, las industrias alimentarias no deberán utilizar latas soldadas con este metal. En el Estudio FAO: Alimentación y Nutrición N° 36 «Guidelines for can manufacturers and food canners. Prevention of metal contamination of canned foods» y en la Monografía 622 del JECFA se describen alternativas a las latas soldadas con plomo, tales como la utilización de latas de dos piezas (sin juntas laterales) en lugar de las latas de tres piezas; la utilización, para la unión de las juntas, de cementado y soldadura autógena en lugar de soldadura con aleación de estaño y plomo; la utilización de soldaduras exentas de plomo (de estaño) y la utilización de otro tipo de envases, como los de vidrio.

32. En el Estudio FAO: Alimentación y Nutrición N° 36 se describen de forma pormenorizada métodos para disminuir la exposición al plomo de las latas soldadas con este metal, cuando no es posible evitar el uso de este tipo de latas. Puede liberarse plomo de la propia superficie de soldadura, o del polvo o salpicaduras de soldadura depositadas en el interior de la lata durante el proceso de fabricación de la misma. Para reducir las salpicaduras y la formación de polvo pueden utilizarse los siguientes métodos: evitar que se utilice excesivo fundente, controlar los escapes en la zona de trabajo para reducir al mínimo la deposición de polvo, controlar la temperatura del cuerpo de la lata soldada y la soldadura, esmaltar la superficie interior o las juntas laterales interiores de las latas tras la soldadura, limpiar cuidadosamente el exceso de soldadura de las latas acabadas y lavar las latas soldadas antes de su uso. Para una descripción detallada de las prácticas de fabricación correctas de latas soldadas con plomo, deberá consultarse el documento de la FAO.
33. La hojalata utilizada en las latas para alimentos deberá cumplir las normas internacionales sobre concentración máxima de plomo permitida. ASTM International ha fijado una concentración máxima de 0,010 por ciento de plomo en la hojalata de «Categoría A».
34. No deberán utilizarse en los envases colorantes al plomo o tintas de impresión a base de plomo, por ejemplo en envoltorios de caramelos con colores vivos. Incluso en el caso en que dicho envoltorio no entre en contacto directo con alimentos, los niños pueden tener el impulso de llevarse a la boca los envoltorios con colores vivos.
35. No deberán utilizarse para envasar alimentos bolsas o cajas de plástico con el exterior tratado con colorantes a base de plomo o tintas de impresión a base de plomo. La manipulación de estos artículos durante la cocción o la reutilización por los consumidores para almacenar otros productos alimenticios puede ocasionar la contaminación por plomo.
36. Deberá evitarse el envasado de alimentos para su venta en recipientes de cerámica tradicionales con barnices de plomo, porque estos recipientes de cerámica pueden transmitir cantidades significativas de plomo a los alimentos.
37. No deberán utilizarse capuchones de plomo en botellas de vino, porque esta práctica puede dejar residuos de plomo alrededor de la boca de la botella que pueden contaminar el vino al servirlo.

38. Las autoridades nacionales deberán estudiar la posibilidad de establecer normas relativas a la migración del plomo de artículos de cerámica con barnices de plomo o de vidrio de plomo, y de otros artículos que contienen plomo que pudieran utilizar los consumidores para conservar o elaborar alimentos.
39. Los artículos de cerámica decorativos que puedan liberar cantidades inaceptables de plomo deberán etiquetarse claramente como no aptos para uso alimentario.
40. Los fabricantes de artículos de cerámica deberán utilizar procedimientos de fabricación y mecanismos de control de la calidad que permitan reducir al mínimo la liberación de plomo.

1.5 Prácticas de los consumidores

41. Las autoridades locales y nacionales deberán estudiar la posibilidad de educar a los consumidores sobre prácticas adecuadas para reducir la contaminación con plomo en los huertos y en el hogar.
42. Los consumidores deberán evitar almacenar alimentos, particularmente alimentos ácidos o alimentos para niños y lactantes, en recipientes decorativos de cerámica o de vidrio plomado u otros recipientes que puedan liberar plomo. No deberán almacenarse alimentos en latas soldadas con plomo abiertas ni en bolsas o envases reutilizados teñidos con plomo. Los consumidores deberán evitar el uso frecuente de tazas de cerámica para consumir bebidas calientes como café o té, a menos que sepan que las tazas han sido fabricadas con un barniz de plomo que se ha sometido a una cocción correcta o con un barniz que no contiene plomo.
43. Los consumidores deberán lavar a fondo las frutas y hortalizas para eliminar el polvo y la tierra que puedan contener plomo. Lavarse las manos antes de preparar alimentos también ayudará a eliminar cualquier resto de polvo o suciedad que pueda estar contaminado con plomo.
44. En los sistemas de distribución de agua en los que la presencia de plomo constituya un problema, antes de coger agua los consumidores deberán dejar que corra el agua de los grifos para permitir que salga del sistema el plomo corroído de las tuberías, especialmente cuando preparan alimentos para lactantes o niños. No deberá utilizarse agua caliente del grifo para cocinar o preparar alimentos.

1.6 Alimentos particulares

45. Como alimento tradicional para evitar las náuseas matutinas durante el embarazo algunas mujeres consumen *calabash chalk* ("tiza de calabaza"), un producto que también se conoce con los nombres *Argila*, *La Croia*, *Calabarstone*, *Ebumba*, *Mabele*, *Nzu* o *Ulo*. Este alimento a menudo contiene niveles elevados de plomo (superiores a 10 mg/kg), lo que puede tener consecuencias para la salud del feto en desarrollo. Si el alimento no puede producirse sin estos niveles altos de plomo debería dejar de consumirse.

CONTAMINACIÓN POR ESTAÑO EN LOS ALIMENTOS ENLATADOS

CAC/RCP 60-2005

INTRODUCCIÓN

Historia del uso del estaño

1. El estaño es un metal blando, blanco y reluciente con una masa atómica de 118,7 y su símbolo químico es Sn por su nombre en latín, Stannum. Su punto de fusión es relativamente bajo (231,9 °C) y es muy resistente a la corrosión, lo cual hace que sea un elemento ideal como revestimiento protector de metales. Más del 50% de la producción mundial de estaño se utiliza para recubrir el acero u otros metales.
2. En la actualidad se producen unos 15 millones de toneladas de hojalata al año utilizando métodos de producción rápidos y muy sofisticados. Estos métodos pueden controlar el espesor del acero y los pesos del revestimiento de estaño en relación con las tolerancias extremadamente finas que se requieren para los modernos procesos de fabricación de latas, como la soldadura a alta velocidad.

El estaño como envase para alimentos enlatados

3. El estaño se utiliza para proteger la base de acero de la corrosión externa (condiciones aeróbicas) e interna cuando está en contacto con alimentos (condiciones anaeróbicas). Bajo las condiciones anaeróbicas esperadas en el interior de una lata sin revestimiento interno de alimentos procesados, el estaño se comportará normalmente como el ánodo sacrificial, disolviéndose muy lentamente y protegiendo al mismo tiempo la base de acero de la corrosión, y creando un entorno de reducción en la lata. Este mecanismo es el que ha permitido que la lata de hojalata sin revestimiento mantenga su larga historia y prestaciones demostradas proporcionando alimentos sanos durante todo el año y conservación segura durante largos períodos de tiempo.
4. El posterior desarrollo de revestimientos (barnices) interiores de latas permitía envasar satisfactoriamente distintos tipos de productos alimenticios. Por ejemplo, algunos alimentos de alta pigmentación (remolacha, bayas) se decoloraban por disolución del estaño y la mejor forma de protegerlos del contacto con el estaño es utilizando revestimientos interiores. Un pequeño

número de productos alimenticios, como por ejemplo el choucroute, tienen un mecanismo de corrosión diferente, en el que el estaño no se comporta de forma sacrificial y puede aparecer corrosión directa en la base de acero. Estos productos deberían tener también la protección adicional de un sistema de barnizado interior.

5. Con el paso de los años los usos del estaño han cambiado considerablemente. Sin embargo, el ser humano ha estado expuesto al estaño durante siglos, a través de los alimentos que consume, sin ningún efecto negativo a largo plazo conocido. Solamente se dispone de datos limitados sobre los efectos toxicológicos del estaño inorgánico presente en los alimentos enlatados, resultante de la disolución del recubrimiento de estaño. El principal peligro potencial de la ingestión aguda parece ser la irritación gástrica causada en algunos individuos que han estado expuestos a altos niveles.
6. Por tanto la industria mundial de enlatado y las instituciones gubernamentales consideran que es deseable y conforme a las buenas prácticas de fabricación que se adopten medidas para minimizar los niveles de estaño en los alimentos enlatados, al tiempo que se sigue permitiendo el uso funcional de latas de hojalata sin revestimiento.

Consecuencias tecnológicas y comerciales

7. Los envases de metal se enfrentan a la fuerte competencia del vidrio y del plástico. Incluso con innovaciones como las latas con tapaderas fáciles de abrir por arranque, el aumento de la cuota de mercado de los recipientes de metal es inferior a la media de los productos de envasado.
8. La mejor solución para evitar o reducir la desestañación de las latas por alimentos agresivos es el barnizado interno. El uso de barnices ha permitido ampliar el uso de latas a nuevos productos, incluidos los productos muy agresivos.
9. El espesor del recubrimiento afecta en gran medida al rendimiento de la lata barnizada para alimentos. Los productos no agresivos, como por ejemplo los albaricoques (damascos) y los frijoles, requieren un espesor de 4-6 μm , mientras que el tomate concentrado necesita capas de 8-12 μm para impedir la interacción entre la lata y su contenido.
10. Para evitar reacciones entre la lata y su contenido se necesita adhesión. Actualmente la adhesión se somete a prueba midiendo la fuerza necesaria para levantar un revestimiento de barniz seco del metal en una prueba de

separación. Aunque esta prueba permite identificar con facilidad las películas que no son adecuadas, no hay garantía de que las que superan la prueba darían resultados satisfactorios a largo plazo en contacto con determinados alimentos.

11. A nivel toxicológico, una contaminación considerable de alimentos enlatados causada por la disolución del estaño puede derivarse de prácticas de fabricación deficientes o de una conservación prolongada o incorrecta o de ambos.
12. A pesar de que el barnizado de las latas reduce en gran medida el riesgo de corrosión de la hojalata, el uso de revestimientos barnizados no siempre es viable o rentable.
13. Podría alegarse que, como se dispone fácilmente de latas revestidas, no habría motivos para no utilizarlas con todos los alimentos enlatados evitando así cualquier absorción de estaño. Sin embargo, existen razones técnicas y de comercialización muy válidas por las que es necesario envasar algunos productos en latas sin revestimiento.

Sabor y color

14. Desde hace tiempo se considera necesaria una disolución del estaño para mantener los atributos deseados de color y sabor de productos tales como los espárragos, las frutas y los zumos de colores claros y los productos a base de tomate. Se cree que la presencia de estaño crea una atmósfera de reducción en la lata evitando que se produzcan cambios oxidativos no deseados en estos productos, que de lo contrario darían lugar a decoloraciones marrones y aromas inaceptables. Tal pérdida de calidad afectaría en gran medida a su comercialización y a sus ventas, con importantes consecuencias para la industria conservera y sus proveedores.
15. Es interesante observar que este concepto también funciona a la inversa: algunos alimentos de elevada pigmentación, como la remolacha acidificada y las bayas, tienen que envasarse siempre en latas con revestimiento interior completo porque, además de su comportamiento agresivo hacia el estaño, la decoloración ocasionada por la disolución del estaño puede ser un problema importante.

Factores de corrosión

16. La mayoría de los productos que se envasan normalmente en latas no revestidas tienen un contenido de ácido relativamente alto. Además de los aspectos organolépticos, si esos productos se envasaran en latas revestidas, se modificaría el mecanismo de corrosión. En el caso de los productos más corrosivos, se traduciría en una mayor tendencia a la corrosión debajo de la película o en deslaminación, especialmente para los productos a base de tomate, y a la corrosión por picadura de la base de acero, con la consecuencia posterior de posibles roturas por perforación.
17. El nivel de estaño depende de un gran número de factores, muchos de ellos relacionados con variaciones naturales o que aparecen una vez que la lata ha pasado el control del fabricante.

Mecanismos de corrosión

18. Con respecto a la superficie interior de hojalata de las latas, existen cuatro mecanismos principales de corrosión:
- i) Desestañación normal
 - ii) Desestañación rápida
 - iii) Desestañación parcial
 - iv) Corrosión por picadura
19. **La desestañación normal** es la corrosión lenta del revestimiento de estaño, y en las latas sin revestimiento es un proceso esencial para dar protección electroquímica a cualquier área expuesta de la base de acero. Inicialmente este proceso ataca químicamente la hojalata y mucho después desestaña la superficie. Normalmente el ataque químico debe ser homogéneo en la superficie interna humedecida de la lata; aproximadamente en el primer mes la superficie especular debe adquirir una forma en la que los cristales individuales de estaño aparecen a simple vista. No deberían aparecer zonas desestañadas grises en latas almacenadas durante menos de 1,5–2 años. En condiciones normales de desestañación, el estaño es anódico al acero y ofrece protección catódica total. El estaño disuelto penetra en complejos no obstructivos con constituyentes del producto. El hidrógeno es oxidado por despolarizadores o se dispersa a través de la pared de acero. Esta situación de corrosión es característica de algunos productos cítricos, productos de frutas de hueso y la mayoría de productos de bajo contenido en ácido.
20. **La desestañación rápida** se debe al uso de láminas con un peso del revestimiento de estaño demasiado ligero, o a un producto que es intrínsecamente demasiado corrosivo o contiene aceleradores de la corrosión.

Mientras que el estaño es suficientemente anódico para proteger el acero, la tasa electroquímica es elevada, dando lugar a la evolución de hidrógeno y a una temprana rotura del producto. El nitrato contenido en productos con un pH inferior a 6 ha influido en las incidencias de desestañación rápida. Este es un tipo de mecanismo de desestañación rápida. El otro es la corrosión directa del estaño. No se forma hidrógeno y el vacío de la lata no se ve afectado durante la desestañación. Son ejemplos de ello los despolarizadores como el nitrato, el oxígeno y el sulfito. Determinados azotintes, antocianinas, fosfatos y el ácido dehidroascórbico también han influido en la desestañación rápida.

21. **La desestañación parcial** junto con la corrosión por picaduras es una forma rara de corrosión. El estaño es anódico al acero pero en el acero expuesto se desarrollan ánodos localizados provocando la disolución del hierro, es decir, la corrosión por picaduras. La rotura temprana se produce debido a la dilatación del hidrógeno o a la perforación en los lugares en que aparece corrosión por picaduras. Esta forma de corrosión aparece en la hojalata con poca resistencia a la corrosión o en determinados productos de alta corrosividad, como las ciruelas y el néctar de pera.

22. **La corrosión por picaduras** aparece cuando la unión normal de estaño/hierro de la hojalata se invierte y el hierro pasa a ser anódico al estaño. Las hojalatas con un alto contenido en arsénico pueden favorecer la corrosión por picaduras en los productos enlatados que contengan aceleradores de la corrosión. La absorción preferencial de sustancia de protección en la superficie de estaño, como la que puede ocurrir en el choucroute, da lugar a la corrosión por picaduras. Los productos formulados con ácidos acéticos o fosfóricos sufren también pérdidas porque se estropean debido a la corrosión por picaduras. En tales productos se produce perforación y deformaciones por hidrógeno en el plazo de un año. Los productos con un contenido de residuos de cobre y níquel pueden favorecer la corrosión por picaduras. Los productos que contienen proteínas y aminoácidos asociados pueden producir compuestos de azufre al calentarse, incluidos mercaptanos, iones de sulfuro e hidrosulfuro que pueden reaccionar rápidamente con el estaño para cubrir la superficie metálica con finas capas de sulfuros de estaño. Las películas de sulfuros reducen la pasividad de la superficie de hojalata y pueden favorecer la corrosión por picaduras de la base de acero.

Inhibidores de la corrosión

23. La **pasivación** hace referencia al tratamiento químico aplicado tras la deposición del estaño que estabiliza las características superficiales de la

hojalata controlando la formación y desarrollo de óxido de estaño. Se suele disponer de dos niveles de pasivación: el dicromato catódico (CDC) es el nivel más elevado y el tratamiento que se suele aplicar.

Química de los alimentos

24. La influencia más obvia sobre la corrosión interna en latas de hojalata sin revestimiento es la química del producto alimenticio. Hay que tener en cuenta que las frutas, las hortalizas y los tomates tendrán importantes variaciones naturales en, por ejemplo, el tipo y la concentración de pH y ácido, según la variedad, la madurez, la época, el lugar y las condiciones de la recolección, la química del suelo y las prácticas agrícolas. Estos factores son difíciles de controlar por el conservero y, a la larga, pueden influir en el nivel de absorción de estaño por el producto.

Aceleradores de la corrosión

25. La presencia de una variedad química que pueda aceptar electrones aumentará la velocidad de corrosión. Algunos productos pueden contener tales «despolarizadores» que acelerarán la disolución del estaño. Un buen control del proceso por los conserveros ayuda a minimizar la presencia de oxígeno en el espacio libre superior y la presencia de agentes oxidantes que pueden acelerar la disolución del estaño.

Temperatura de conservación

26. Otros factores importantes que influyen en los niveles de estaño son la duración y la temperatura de conservación posteriores al envasado. La absorción de estaño aumentará con el tiempo y la mayoría de productos muestran velocidades de reacción de primer orden en que la velocidad de disolución se duplica por cada 10 °C de aumento de la temperatura.

1. ÁMBITO

27. Aunque existen otras fuentes por las cuales el ser humano se ve expuesto al estaño, la vía más corriente es a través de la ingestión de estaño inorgánico procedente de los alimentos enlatados.

28. Este código de prácticas sólo hace referencia a la migración de estaño inorgánico a los alimentos procedente del recubrimiento de estaño interno sin revestimientos, es decir, no barnizado, de las latas de hojalata.

29. No se pretende que este código de prácticas sea aplicable a cualquier otra fuente de exposición al estaño y es específico al estaño inorgánico.

30. Este código de prácticas sólo guarda relación con los alimentos enlatados procesados térmicamente para consumo humano, incluidos los zumos o jugos de fruta y hortalizas, que se envasan en latas de hojalata no revestidas. Se considera que la descripción incluye:
- i) Los productos llenados en caliente y para guardar.
 - ii) Los productos llenados en caliente o en frío y de retorta.
31. Los productos secos y los productos 100% de aceite no se incluyen porque no experimentan migración del estaño.

2. PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA MINIMIZAR LA ABSORCIÓN DE ESTAÑO POR LOS ALIMENTOS ENVASADOS EN LATAS DE HOJALATA SIN REVESTIMIENTO

32. Existen muchos factores que pueden influir en el nivel de absorción de estaño por un producto en las latas de hojalata sin revestimiento. Algunos son de muy escasa importancia y otros, que generalmente son específicos a la química del alimento procesado, pueden tener un importante efecto sobre la corrosión interna de la lata y la disolución de estaño en el producto. Las recomendaciones que se indican a continuación están basadas en un intento de identificar todos estos factores, independientemente de lo escasa que sea su importancia, y sugerir áreas específicas en las que la supervisión u otros controles serían beneficiosos.
33. En resumen, los factores que han sido identificados pueden agruparse del modo siguiente:
- i) Elección del peso del revestimiento de estaño y del nivel de pasivación
 - ii) Los daños al revestimiento de estaño o a la pasivación
 - iii) Tipo de producto alimenticio, pH y contenido en ácido
 - iv) Presencia de aceleradores de la corrosión, como los nitratos, en los ingredientes del alimento crudo
 - v) Presencia de compuestos de azufre en el alimento
 - vi) Presencia de oxígeno en la lata sellada
 - vii) Tiempos y temperaturas de procesamiento
 - viii) Tiempos y temperaturas de conservación
 - ix) Humedad de conservación.

2.1 El fabricante de envases

2.1.1 El Proveedor de Hojalata

34. Al hacer un pedido de hojalata el cliente debería especificar su uso final. El proveedor de hojalata debería tener suficiente experiencia como para garantizar que la especificación de la hojalata es adecuada para el uso final

indicado e informar al cliente si hubiera alguna dificultad al respecto, como, por ejemplo, el nivel de pasivación o el peso del revestimiento de estaño solicitado.

35. El fabricante de hojalata debería disponer de procedimientos de calidad para garantizar que cada pedido de hojalata cumple la norma requerida: ASTM, ISO u otras. Un peso del revestimiento de estaño o un nivel de pasivación incorrecto pueden dar lugar a corrosión anormal y al incremento de los niveles de estaño en el producto. Los bajos niveles de aceite pueden producir daño abrasivo al revestimiento de estaño durante el transporte y la fabricación de latas.

2.1.2 El Fabricante de Latas

36. El fabricante de latas deberá aprobar al proveedor de hojalata si éste demuestra que cumple las normas establecidas y los requisitos del pedido.

37. El fabricante de latas deberá tener suficiente experiencia para garantizar que los requisitos del pedido del cliente, es decir, pasivación y peso del revestimiento de estaño, son apropiados para el uso final e informar al cliente de cualquier dificultad.

38. El fabricante de latas deberá ayudar al cliente a determinar la especificación correcta de la lata para todo producto nuevo o cambio en la receta. Tales cambios deberán someterse a prueba para garantizar que la absorción de estaño por el producto no es excesiva.

39. Los ajustes de la máquina para los procesos en que se trabaja el metal, como, por ejemplo, el ribeteado, deben ser tales que se minimice el daño al revestimiento de estaño.

40. Si se aplica una banda lateral a las latas de tres piezas, deberá evitarse un calor excesivo al vulcanizar la banda.

2.2 El enlatador

2.2.1 Materias primas

41. El enlatador trabajará en estrecha colaboración con el proveedor de latas para garantizar que se suministra una lata debidamente especificada para toda aplicación dada. Los procedimientos deberán ser correctos para asegurar que se suministran latas de acuerdo con las especificaciones.

42. El enlatador consultará al fabricante de latas para determinar las especificaciones correctas de la lata para todo producto nuevo o cambio en la receta de un producto ya existente. Es sumamente importante que se realicen suficientes pruebas del envase para obtener un conocimiento a fondo del mecanismo de corrosión, las posibles absorciones de estaño por el producto y la idoneidad total de las especificaciones de la lata para el producto.
43. Los enlatadores deberán estar bien informados de la vida comercial de todos sus productos en relación con posibles absorciones de estaño. Debe observarse que la fruta y hortalizas en particular pueden tener una variación significativa en su química dependiendo de la variedad, madurez, tiempo, lugar o condiciones de cosecha, química del suelo y prácticas agrícolas. Estos factores son difíciles de controlar por el enlatador y, a la larga, pueden influir en el nivel de absorción de estaño por el producto.
44. Debe haber procedimientos de calidad para garantizar que los lotes de productos son conformes a las especificaciones de la receta.
45. Debe prestarse atención especial al pH del alimento y a la adición de ácidos de los alimentos. Se debe reconocer que la corrosión depende del pH y que una caída demasiado grande del pH puede dar lugar a un cambio importante en el comportamiento corrosivo y en la absorción de estaño. Los distintos ácidos de los alimentos, como, por ejemplo, el cítrico, el málico y el acético, se comportan de forma diferente en relación con la corrosión interna y todo cambio de ingredientes de un tipo de ácido a otro debe someterse a prueba detalladamente. El ácido acético es especialmente agresivo con el estaño.
46. La presencia de una variedad química que pueda aceptar electrones aumentará la velocidad de la reacción de corrosión. El nitrato es un acelerador de la corrosión y su presencia, incluso a bajos niveles (1 mg de NO_3^- producirá casi 8 mg de Sn^{2+}) da lugar a una rápida desestañación. En una lata de 400g, 10 mg de NO_3^- reaccionan rápidamente para producir 80 mg de Sn^{2+} aproximadamente o, en otras palabras, una concentración de estaño en el producto de 200 ppm. En un tiempo aproximado de un año, 100 ppm de nitrato desestañarán por completo una lata n° 303 con una masa de revestimiento interior de 11,2 g/m². Los nitratos tienen su origen en un sobreuso de fertilizantes y algunas frutas y hortalizas pueden acumular altos niveles, como es el caso de los tomates y las piñas. Cuando existan posibilidades de que los nitratos sean un problema, es esencial que el fabricante de alimentos enlatados y sus proveedores dispongan de un sistema apropiado para garantizar que las frutas, hortalizas y otros ingredientes pueden utilizarse para el enlatado.

47. También es sabido que los residuos de azufre causan problemas de corrosión en las latas de hojalata sin revestimiento. Estos residuos pueden ser de origen agrícola o pueden ser el resultado de agentes de blanqueado o conservantes utilizados en algunos ingredientes. El fabricante de alimentos enlatados y sus proveedores deben, una vez más, realizar toda prueba necesaria y asegurarse de que las materias primas son apropiadas para el fin al que se destinan.
48. Algunos alimentos, como la carne y el pescado ricos en proteínas y, en menor medida, los vegetales como los guisantes, los frijoles, el maíz y demás, contienen compuestos naturales de azufre. Estos compuestos pueden reaccionar con una superficie de hojalata sin revestimiento para dar una coloración púrpura-negra de sulfuro de estaño. Aunque la coloración no es nociva, puede servir para cambiar la pasivación de la superficie de hojalata, que, a su vez, podría alterar la velocidad de absorción de estaño. Las zonas de coloración también pueden ser localizadas: zonas de deformación como ribetes de la lata; puntos de contacto con un producto sólido en un medio líquido; interfaz de espacio libre superior/línea de producto. Aunque un incremento general en pasivación es más probable que reduzca la absorción de estaño, las zonas de coloración localizadas pueden tener un efecto nocivo, sobre todo si también se encuentra presente un acelerador de la corrosión como el oxígeno. También influyen en el grado de coloración por sulfuro el pH, la duración y temperatura de procesado y la presencia de determinados cationes. Los iones Al^{3+} , Fe^{3+} et Fe^{2+} , hallados en ciertas aguas potables tratadas, actúan como catalizadores de la descomposición de compuestos naturales de azufre. Seguidamente la presencia de estos iones aumenta la velocidad e intensidad de la coloración de sulfuro. Claramente, el enlatador debe tener un conocimiento profundo de su producto, de las variaciones que pueden producirse en las materias primas y el proceso, y de la gama de efectos que estas variaciones pueden ocasionar dentro de la lata. Esos conocimientos deberían utilizarse para establecer controles cuando sea necesario y para determinar un suministro uniforme.
49. Todas las materias primas de todos los proveedores deben estar bien documentadas, sobre todo cuando se cambia de proveedor o se adquiere una materia prima a otra fuente o en otro lugar. En el supuesto improbable de que se den elevados niveles de estaño en el producto, la documentación facilita su rastreo hasta cualquier cambio específico y que se puedan adoptar las medidas convenientes.

50. La calidad del agua debe supervisarse, ya que algunos suministros de agua pueden contener aceleradores de la corrosión, como los nitratos.

2.2.2 Procesado

51. El fabricante de alimentos enlatados debe adoptar todas las medidas necesarias para eliminar el oxígeno del interior de la lata antes de cerrarla y garantizar que en la lata hay un vacío idóneo. El oxígeno es un acelerador de la corrosión y su presencia en una lata después de cerrarla puede dar lugar a la disolución temprana del estaño, especialmente de la zona de espacio libre superior. El oxígeno puede estar presente en los intersticios del producto y la expulsión de vapor más una elevada temperatura de llenado ayudarán a eliminarlo. Reducir al mínimo el espacio libre superior, a la vez que se sigue permitiendo la expansión del producto, ayuda también a eliminar el oxígeno. Otro método de control es cerrar la lata al vacío. La inyección de vapor al espacio libre superior debe ser uniforme y controlada. En la línea de producción deben evitarse las paradas y retrasos entre el llenado y el cierre.

52. El método principal utilizado para eliminar el oxígeno es el cierre al vacío. La expulsión de vapor no se usa tanto.

53. Las reacciones químicas, como la corrosión, se aceleran aumentando la temperatura. Los enlatadores deben ser conscientes de que los tiempos excesivos de procesado a altas temperaturas pueden tener un efecto favoreciendo la absorción de estaño.

54. Deben evitarse un enfriamiento y un secado inadecuados porque, para una gran cantidad de latas, ello significa que permanecerán a temperatura elevada durante un período de tiempo considerable. Las latas deberán enfriarse hasta los 35-40 °C. Aquellas que se enfríen hasta una temperatura más baja podrían no secarse adecuadamente, dando lugar a oxidación externa. Las latas que no se enfrían adecuadamente pueden verse sometidas a deterioro por bacterias termófilas o los productos pueden experimentar una pérdida de calidad.

2.2.3 Conservación de productos acabados

55. Como toda reacción química, la corrosión interna de la lata depende de la temperatura. En general, por cada aumento de 10 °C de la temperatura, la velocidad de reacción puede duplicarse. El nivel esperado de absorción de estaño procedente de una lata almacenada a temperatura elevada (40 °C) sería mucho más elevado que el de una lata almacenada a una temperatura inferior (10 °C) durante el mismo período de tiempo. Los fabricantes de alimentos en

lata deben tener en cuenta la ubicación de las zonas de almacenamiento de sus alimentos acabados al determinar los plazos máximos de conservación. Por ejemplo: ¿cuál es la temperatura máxima probable? ¿hay algunas zonas donde el sol calienta más?; ¿cuántos días al año tienen temperaturas relativamente elevadas, etc.?

56. Es necesario controlar las existencias para garantizar que se utilicen primero los productos enlatados acabados en fechas de producción anteriores.
57. El almacenamiento se realizará en condiciones en que pueda controlarse la temperatura. Las variaciones notables de temperatura pueden dar lugar a condensación de humedad en el exterior de las latas, lo que puede producir oxidación.

2.2.4 Otras consideraciones

58. Deben minimizarse los daños a las latas porque pueden dar lugar a zonas locales de desestañación. Por esta razón es preferible utilizar la codificación por inyección de tinta en lugar del grabado en relieve.

2.3 Transporte y almacenado

59. Se remite a los párrafos 56 y 57 en la sección 2.2.3 «Conservación de productos acabados».
60. Las temperaturas que se encuentren durante el transporte deben tenerse en cuenta si es probable que los productos enlatados vayan a permanecer a esas temperaturas durante cierto tiempo, como, por ejemplo, durante el transporte. Si es posible, es preferible exportar las existencias de una fecha de producción más reciente si existe la posibilidad de que durante el transporte o en el destino final se encuentren altas temperaturas.

2.4 Detallista

61. El detallista deberá mantener una correcta rotación de existencias para garantizar que en sus estantes las latas se encuentran almacenadas por orden de fecha de producción.

2.5 Consumidor

62. El consumidor debe elegir un lugar de conservación para los alimentos enlatados que no esté expuesto a calor excesivo. Los armarios no deben estar cerca de hornos o calentadores y preferiblemente no estar expuestos a la luz directa del sol.

63. Los alimentos, zumos o jugos no utilizados que se dejan en latas de hojalata sin revestimiento pueden acumular estaño rápidamente en presencia del aire. Deben cambiarse inmediatamente a un recipiente limpio de plástico o de cristal y guardarse en el frigorífico.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

64. En el siguiente glosario se da una definición de la terminología técnica principal utilizada en el código anterior y que guarda relación específica con la hojalata, la fabricación de latas y las industrias de enlatado.

<i>Acelerador de corrosión</i>	Variedad química con capacidad para aceptar electrones, lo que aumentará la velocidad de una reacción de corrosión.
<i>Ácidos de alimentos</i>	Ácidos orgánicos que se dan de forma natural en los alimentos, especialmente en la fruta y hortalizas; se utilizan también para dar aroma y modificar el pH de los alimentos.
<i>Aeróbico</i>	Presencia de oxígeno.
<i>Ambiente</i>	Véase Ambiente reductor .
<i>Ambiente de reducción</i>	Condiciones que se esperan en el interior de una lata sin revestimiento de alimentos procesados, por las que el contenido está protegido de las reacciones oxidativas como el cambio de color.
<i>Anaeróbico</i>	Ausencia de oxígeno.
<i>Ánodo sacrificial</i>	Se refiere a un metal que se disuelve lentamente en una reacción de corrosión y, al disolverse, protege a un segundo metal de la corrosión, como, por ejemplo, el estaño que se comporta como ánodo sacrificial para proteger la base de acero acoplada; véase también Mecanismo de corrosión.
<i>Aparato de cierre</i>	Máquina utilizada para sellar un extremo de una lata.
<i>Banda lateral</i>	Fina banda de barniz diseñada para proteger de la corrosión la soldadura del cuerpo de una lata.

<i>Barnices</i>	Revestimientos orgánicos inertes utilizados para dar protección adicional a la hojalata; normalmente se aplican en forma líquida y son «galvanizados» a altas temperaturas.
<i>Base de acero</i>	Banda de acero blando de bajo contenido en carbono a la que se aplica el recubrimiento de estaño electrolíticamente.
<i>Cierre al vacío</i>	Hacer el vacío en la cámara de cierre del aparato de cierre de la lata, sellando al mismo tiempo el extremo.
<i>Codificación por inyección de tinta</i>	Utilización de una inyección de tinta para imprimir un código de producto o una fecha de fabricación en el cierre de una lata.
<i>Coloración de sulfuro</i>	Aquella en la que los compuestos de azufre que se dan de forma natural reaccionan con una superficie de hojalata sin revestimiento para formar una coloración púrpura-negra de sulfuro de estaño.
<i>Corrosión</i>	Acción química de disolución de la superficie de un metal (p.ej. estaño en un medio alimenticio).
<i>Corrosión interna</i>	Corrosión que se produce dentro de una lata de alimentos (véase Corrosión).
<i>Desestañación</i>	Descriptivo del proceso de corrosión en que el medio alimenticio disuelve el revestimiento interno de estaño puro; la desestañación rápida se refiere a la disolución del estaño anormalmente rápida debido a la presencia de aceleradores de la corrosión.
<i>Desestañación rápida</i>	Véase Desestañación .
<i>Electroestañado</i>	Acto de laminar estaño de un electrolito rico en estaño a una banda de acero continua para producir hojalata electrolítica.
<i>Electrolaminado</i>	Véase Electroestañado .

<i>Electrolito</i>	Sustancia que se disocia en iones cuando se disuelve en un medio apropiado; debido a ello se utiliza un electrolito rico en estaño en la fabricación de hojalata (véase Electroestañado); el alimento en contacto con una lata sin revestimiento interno también puede describirse como un electrolito.
<i>Espacio libre superior</i>	Espacio que queda en la parte superior de la lata después del llenado y sellado final, para permitir la expansión del producto durante el procesado térmico.
<i>Expulsión de vapor</i>	Pasar latas llenas por un túnel de vapor antes de sellarlas, para ayudar a eliminar el oxígeno del producto y del espacio libre superior.
<i>Grabado en relieve</i>	Uso de una matriz para grabar un código de producto o una fecha de fabricación en el extremo de una lata.
<i>Hojalata barnizada</i>	Véase Barnices .
<i>Essais d'emballage</i>	Stockage et échantillonnage régulier d'aliments en conserve à des conditions de température contrôlées afin de déterminer les caractéristiques de corrosion intérieure et la durée de conservation potentielle.
<i>Hojalata DR</i>	Hojalata «doblemente reducida» en que se ha utilizado una segunda laminación para reducir el espesor del acero y producir un producto más fino pero más fuerte.
<i>Hojalata electrolítica</i>	Banda de acero bajo en carbono con las superficies superior e inferior revestidas con una deposición electrolítica de estaño; el estaño depositado existe como estaño aleado y estaño libre, y tiene una superficie neutralizada y un revestimiento de aceite.
<i>Hojalata sin revestimiento</i>	Hojalata brillante sin ningún revestimiento de barniz adicional.
<i>Hojalata</i>	Véase Hojalata electrolítica .

<i>IÓN</i>	Átomo con carga eléctrica, positiva o negativa, o molécula formada por la pérdida o ganancia de uno o más electrones, o disolviendo un electrolito en un disolvente.
<i>Latas sin revestimiento</i>	Latas de hojalata sin revestimiento.
<i>Línea del producto</i>	Nivel o altura máximo del producto en la lata; el espacio libre superior está sobre la línea del producto.
<i>Llenado en caliente y para guardar</i>	Proceso por el que un producto alimenticio de alto contenido en ácido, generalmente un zumo, jugo o líquido, es llenado a elevada temperatura, el cierre sellado y las latas guardadas durante un período de tiempo antes de enfriarlas; la esterilidad comercial se logra sin procesado de retorta.
<i>Máquina llenadora</i>	Máquina utilizada para llenar una lata automáticamente con el peso o volumen deseado de alimento.
<i>Mecanismo de corrosión</i>	Química específica de toda reacción de corrosión; especialmente en el caso de la hojalata cuando dos metales (estaño y hierro) están unidos y uno o ambos pueden disolverse.
<i>Migración del estaño</i>	Véase Corrosión y Desestañación .
<i>Peso del revestimiento de estaño</i>	Peso de estaño, expresado en g/m ² , que se aplica a cada lado de la base de acero; generalmente los pesos de los revestimientos usuales varían de 2,8 a 11,2g/m ² con incrementos de 2,8g/m ² ; el peso del revestimiento interno de estaño de las latas sin revestimiento suele ser de 8,4 g/m ² ó de 11,2g/m ² .
<i>pH</i>	Medida de la acidez.
<i>Procesado de retorta</i>	Véase Retorta .
<i>Procesado térmico</i>	Utilización de todo proceso de calentamiento para garantizar la esterilidad comercial de las latas llenadas (véase también Llenado en caliente y para guardar y Retorta).

<i>Prueba de la vida comercial</i>	Véase Prueba del envase .
<i>Prueba del envase</i>	Conservación y muestreo habitual de alimentos enlatados bajo condiciones de temperatura controlada para determinar las características de corrosión interna y la posible vida comercial.
<i>Ribete, ribetado</i>	Ondulaciones hechas en la pared de la lata para dar mayor fuerza al cuerpo de la lata.
<i>RC</i>	Véase Recocido .
<i>Recocido</i>	Proceso de calentamiento utilizado en la fabricación de hojalata para ablandar la banda de acero después de la laminación en frío e impartir la dureza necesaria; el proceso puede ser continuo (recocido continuo o RC) o en lotes (recocido en lotes o RL).
<i>Retorta</i>	Método de calentamiento de latas, normalmente bajo presión de vapor, para crear en la lata temperaturas internas muy superiores a los 100 °C con el fin de lograr la esterilidad comercial en un plazo de tiempo abreviado; de hecho, las retortas son cocedores a presión muy grandes.
<i>Revestimientos interiores de latas</i>	Véase Barnices .
<i>Revestimiento de estaño</i>	Véase Hojalata electrolítica .
<i>Revestimientos interiores</i>	Véase Barnices .
<i>RL</i>	Véase Recocido .
<i>Rotación de existencias</i>	Método para garantizar que los productos enlatados en primer lugar se identifican, se eliminan primero del almacén y llegan primero a los estantes del detallista.
<i>Temperatura de llenado</i>	Temperatura a la que el alimento se introduce en la lata.
<i>Temperatura de procesado</i>	Véase Tiempo de procesado .

<i>Tiempo de procesado</i>	El tiempo calculado a una temperatura particular o temperatura de procesado durante el cual un tamaño de lata y un producto alimenticio específicos tienen que ser calentados para lograr la esterilidad comercial.
<i>Vida comercial</i>	La vida comercial esperada aceptable de todo alimento enlatado.

MEDIDAS APLICABLES EN EL ORIGEN PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS

CAC/RCP 49-2001

1. Este documento se ocupa de las fuentes principales de sustancias químicas ambientales que pueden contaminar los alimentos y que constituyen un peligro para la salud, y que por tanto se ha considerado que deben ser reglamentadas por el CCFAC/CAC. Aparte de contaminantes ambientales, los alimentos pueden contener sustancias químicas utilizadas como plaguicidas, medicamentos veterinarios, aditivos alimentarios o coadyuvantes de elaboración. Sin embargo, puesto que esas sustancias son objeto de examen en otros sectores del sistema del Codex, no se incluyen en el presente documento, como tampoco se incluyen las micotoxinas ni las sustancias tóxicas naturales.
2. El objetivo principal de este documento es reforzar la sensibilización respecto de las fuentes de contaminación química de los alimentos y piensos, y de las medidas aplicables en el origen para evitar tal contaminación. Esto significa que las medidas aquí recomendadas podrían estar al margen del ámbito de responsabilidad directa de las autoridades de control de los alimentos y el Codex.
3. Las autoridades nacionales de control de los alimentos deberían informar a las autoridades nacionales y organizaciones internacionales pertinentes, acerca de los problemas potenciales o reales de contaminación de los alimentos y alentarlos a tomar medidas preventivas adecuadas. Esto debería traducirse en la reducción de los niveles de contaminación química y, a la larga, podría dar por resultado la disminución de la necesidad de establecer y mantener niveles máximos del Codex para las sustancias químicas presentes en los alimentos.
4. Pueden aplicarse criterios diferentes para tratar de asegurar que los niveles de contaminantes químicos en los productos alimenticios sean tan bajos como sea posible y nunca superiores a los niveles máximos considerados admisibles/tolerables desde el punto de vista de la salud. Fundamentalmente, estos criterios consisten en a) medidas para eliminar o controlar la fuente de contaminación, b) someter los productos a elaboración para reducir los niveles de contaminantes y, c) medidas para identificar y separar los alimentos contaminados de los alimentos idóneos para el consumo humano. El alimento contaminado se rechaza para uso alimentario, a no ser que pueda ser

reacondicionado de forma que resulte idóneo para el consumo humano. En algunos casos, se debe utilizar una combinación de los criterios mencionados, por ejemplo, si las emisiones provenientes de una fuente anteriormente no controlada han dado lugar a la contaminación del medio ambiente con una sustancia persistente, tales como BPC o mercurio. Cuando las aguas de pesca o las tierras agrícolas han quedado contaminadas considerablemente a causa de emisiones locales, tal vez sea necesario incluir las zonas en cuestión en una lista negra, es decir, prohibir la venta de alimentos derivados de estas zonas contaminadas y advertir que no se consuman tales alimentos.

5. El control de los productos finales nunca podrá ser suficientemente vasto como para garantizar unas dosis de contaminantes inferiores a los niveles máximos establecidos. En la mayoría de los casos, no es posible eliminar los contaminantes químicos de los alimentos y nada puede hacerse para que un lote contaminado vuelva a ser apto para el consumo humano. Las ventajas de eliminar o controlar la contaminación de los alimentos en el origen, es decir, el criterio preventivo, son que este criterio, por regla general, es más eficaz para reducir o eliminar el riesgo de efectos perjudiciales para la salud, requiere menos recursos para el control de los alimentos y evita el rechazo de alimentos.
6. Deberían analizarse las operaciones de producción, elaboración y preparación de alimentos con miras a determinar los peligros y evaluar los riesgos conexos. Ello daría lugar a la determinación de puntos críticos de control y al establecimiento de un sistema para vigilar la producción en estos puntos (es decir, el criterio del análisis de riesgos en los puntos críticos de control o sistema "HACCP"). Es importante prestar atención en toda la cadena de producción, elaboración y distribución, ya que la inocuidad y la calidad de los alimentos en otros aspectos no pueden "ser inspeccionadas" en el producto al final de la cadena.
7. La contaminación del aire, el agua y el suelo puede dar lugar a la contaminación de los cultivos alimentarios destinados a la producción de alimentos para consumo humano o piensos, de animales destinados a la producción de alimentos, y de las aguas superficiales y subterráneas utilizadas como fuente de suministro de agua potable que también servirá para la producción y elaboración de alimentos. Debería informarse a las autoridades nacionales y organizaciones internacionales pertinentes acerca de los problemas reales o potenciales tocantes a la contaminación de los alimentos y estimularles a adoptar medidas para:

- controlar las emisiones de contaminantes de la industria, por ej., industrias químicas, mineras, metalúrgicas y papeleras, y también de la prueba de armas;
- controlar las emisiones ocasionadas por la producción de energía (incluidas las centrales nucleares) y los medios de transporte;
- controlar la evacuación de desechos sólidos y líquidos de origen doméstico e industrial, incluida su sedimentación en la tierra, la evacuación de fangos de alcantarillado y la incineración de desechos municipales;
- controlar la producción, venta utilización y evacuación de determinadas sustancias tóxicas que persisten en el medio ambiente, por ej., compuestos organohalógenos (BPC, retardadores de llama bromados, etc.), compuestos de plomo, cadmio y mercurio;
- asegurar que antes de introducir nuevas sustancias químicas en el mercado, sobre todo si éstas pueden liberarse luego en el medio ambiente en cantidades considerables, se les haya sometido a pruebas apropiadas para demostrar su aceptabilidad desde el punto de vista de la salud y el medio ambiente;
- sustituir las sustancias tóxicas que persisten en el medio ambiente con productos más aceptables desde el punto de vista de la salud y del medio ambiente.

CONTENIDO DE ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS

CAC/RCP 67-2009

INTRODUCCIÓN

1. La preocupación reciente por la presencia de acrilamida en los alimentos data de 2002. Científicos suecos revelaron que podían formarse cantidades de acrilamida que llegaban hasta mg/kg en alimentos ricos en carbohidratos durante la cocción a elevada temperatura, como por ejemplo freír, hornear, asar, tostar y preparar a la parrilla. Estos resultados fueron confirmados rápidamente por otros investigadores; y desde entonces se han realizado importantes actividades internacionales para investigar las principales fuentes de exposición alimentaria, evaluar los riesgos para la salud y elaborar estrategias para la gestión de riesgos. En el portal FAO/OMS *Acrylamide Information Network* (<http://www.acrylamide-food.org/>) se proporciona información sobre estas iniciativas mundiales de investigación, así como en la "Base de Información sobre la Acrilamida"¹ a http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl_database_en.htm. También se han hecho estudios sobre la reducción de la acrilamida, que están documentados en inglés en el repertorio de instrumentos del CIAA (Acrylamide Tool Box) y en http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm, así como en http://www.ciaa.be/asp/documents/brochures_form.asp?doc_id=65.
2. La acrilamida se forma principalmente en los alimentos por la reacción de la asparagina (que es un aminoácido) con azúcares reductores (particularmente glucosa y fructosa) como parte de la reacción de Maillard; también puede formarse *por medio* de reacciones que contienen 3-aminopropionamida. La formación de acrilamida se produce principalmente en condiciones de altas temperaturas (generalmente superiores a 120 °C) y escasa humedad.
3. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) ha llevado a cabo un amplio análisis de datos sobre la presencia de acrilamida de 24 países, en su mayoría de Europa y América del Norte, concluyendo que los principales grupos de alimentos contribuidores son las patatas fritas², las

¹ Una base de datos con información sobre proyectos y actividades con respecto a la acrilamida en los Estados miembros de la Unión Europea.

² Productos de patata en cortes más gruesos y fritos (llamados patatas a la francesa en algunas regiones, comprendida América del Norte, o patatas fritas en el Reino Unido).

patatas fritas (chips)³, el café, las galletas⁴/pasteles, el pan y los bollos/el pan tostado. No está clara la cantidad total de acrilamida que está presente a través de la alimentación.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

4. Este código de prácticas tiene como finalidad dar a las autoridades de los países y a los fabricantes, así como a otros organismos pertinentes, orientación para prevenir y reducir la formación de acrilamida en productos de patata y de cereales. Esta orientación comprende tres estrategias (cuando hay información disponible) para reducir la formación de acrilamida en determinados productos:
- i) Materias primas;
 - ii) Control/adición de otros ingredientes; y
 - iii) Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos.

CONSIDERACIONES GENERALES Y LIMITACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN

5. No se pueden tomar medidas para reducir la concentración de acrilamida sin tener en cuenta otras consideraciones. Es necesario impedir que se comprometa la inocuidad química y microbiológica de los alimentos. Las cualidades nutricionales de los productos también tienen que permanecer intactas, así como las características organolépticas y la consiguiente aceptación del consumidor. Esto significa que todas las estrategias de reducción deben ser evaluadas en función de sus beneficios y de todo efecto adverso posible. Por ejemplo:
- i) Al tomar en consideración medidas de prevención contra la acrilamida, debería efectuarse una verificación para garantizar que en el proceso no se produzca un incremento de otros contaminantes, como las N-nitrosaminas, los hidrocarburos aromáticos policíclicos, los cloropropanoles, el etilcarbamato, el furano, las aminas heterocíclicas aromáticas y los pirrolisatos aminoácidos.
 - ii) Las medidas de prevención contra la acrilamida no deben comprometer la estabilidad microbiológica del producto final. Especialmente debe prestarse atención al contenido de humedad del producto final.
 - iii) Es necesario tomar medidas para evitar que se produzcan cambios negativos en las propiedades organolépticas del producto final. La formación de acrilamida está asociada íntimamente con la generación del

³ Refrigerio de patatas fritas en cortes finos y fritos (incluye los alimentos que se llaman patatas fritas en algunas regiones, comprendida América del Norte).

⁴ Productos de cereales horneados (llamados galletas en algunas regiones, comprendida América del Norte).

color, el sabor y el aroma característicos del alimento cocinado. Los cambios que se proponen para las condiciones de cocción o las materias primas y otros ingredientes, han de evaluarse desde la perspectiva de la aceptación del producto final para el consumidor.

6. Nuevos aditivos y coadyuvantes de elaboración como la asparaginasa pueden requerir una evaluación oficial de inocuidad, demostración de la eficacia de su uso y aprobación de su reglamentación. Algunas compañías producen asparaginasa para productos alimenticios y algunos países han aprobado su uso como coadyuvante de elaboración.
7. Cabe señalar que el margen de formación de acrilamida puede ser muy variable, por ejemplo en un mismo lote de producción elaborado en la misma planta de producción o entre plantas que utilizan el mismo procedimiento, los mismos ingredientes y formulaciones.
8. Los fabricantes necesitan ser conscientes de que la variabilidad en las materias primas y los mecanismos de calor deficientemente controlados pueden complicar los ensayos de las estrategias de reducción, ocultando cambios en los niveles de acrilamida.

PRÁCTICAS RECOMENDADAS A LA INDUSTRIA PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE PATATAS (P.EJ. PATATAS FRITAS, PATATAS FRITAS (CHIPS) Y REFRIGERIOS DE PATATAS)

Las medidas de reducción debatidas en las secciones siguientes no se indican por orden de importancia. Se recomienda que todas las medidas de reducción se comprueben a fin de identificar las mejores para su propio producto.

Fase de la producción	Medidas de reducción
Materias primas	<p>Elija cultivares de patatas que tengan los niveles de azúcares reductores más bajos que sea razonablemente practicable teniendo en cuenta la variabilidad regional y estacional. Compruebe los niveles de azúcares reductores de las patatas suministradas o haga una prueba fríendolas (intente obtener un color ligeramente dorado).</p>
	<p>Evite utilizar patatas almacenadas a menos de 6 °C. Controle las condiciones de almacenamiento desde la finca a la planta de producción y cuando el tiempo sea frío proteja las patatas del aire frío. Evite que las patatas suministradas estén al exterior (sin protección) a temperaturas bajo cero durante largos períodos de tiempo, p.ej. durante la noche. Reacondicione las patatas almacenadas a bajas temperaturas dejándolas a temperaturas más elevadas (p.ej., 12 a 15 °C) durante varias semanas.</p>
Control / adición de otros ingredientes	<p>En el caso de los refrigerios a base de patatas elaborados con masa, sustituya, cuando sea posible, un poco de patata por otros ingredientes con contenido más bajo de azúcar reductor/asparagina, p.ej. harina de arroz. Evite la adición de azúcares reductores (p.ej. agente de coloración marrón, soporte de especias o recubrimiento).</p>
	<p>Se ha demostrado que en algunos casos la adición de asparaginasa reduce la asparagina y por tanto la acrilamida en los productos a base de masa de patatas.</p>
	<p>El tratamiento de las patatas fritas con pirofosfato de sodio y los productos de patatas con cationes divalentes y trivalentes, p.ej. sales de calcio antes de la elaboración, puede contribuir a reducir el contenido de acrilamida.</p>
Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos	<p>Patatas fritas: Escalde las rodajas de patatas en agua para reducir los niveles de azúcares reductores antes de cocinarlas. Si reduce el pH añadiendo pirofosfato ácido de sodio durante las fases posteriores de escaldado puede reducir los niveles todavía más. Corte rodajas más gruesas; se ha demostrado que las rodajas de 14x14 mm tienen niveles más bajos de acrilamida que las rodajas más finas (8x8mm). Si es conveniente fría las patatas previamente.</p>
	<p>Patatas fritas (crujientes): Utilice un tiempo, temperatura y regulación del hornillo óptimos para obtener un producto crujiente con un color amarillo dorado. Si es posible fría al vacío las patatas con alto contenido de azúcares reductores. Si las patatas se frien en un instante se recomienda que se enfrien rápidamente. Efectúe una selección del color para eliminar las patatas oscuras.</p>

MATERIAS PRIMAS

9. Sobre los niveles de azúcar reductor influye toda una serie de factores, como:
- i) Las condiciones climáticas y el porcentaje de utilización de fertilizantes – Se sabe que estos factores influyen en los niveles de azúcares reductores, sin embargo actualmente no se dispone de información específica sobre las medidas de reducción aplicables a los fabricantes.
 - ii) El cultivar – seleccione cultivares con niveles de azúcares reductores tan bajos como sea razonablemente practicable teniendo en cuenta la variabilidad regional y estacional para los procedimientos de cocción a altas temperaturas como freír u hornear.
 - iii) La temperatura y la duración del almacenamiento – Controle las condiciones de almacenamiento desde la finca a la factoría; para un almacenamiento largo una buena temperatura es $> 6^{\circ}\text{C}$. Las patatas que han estado sometidas a endulzamiento por temperatura baja excesiva durante el almacenamiento (a una temperatura de 4 a 6°C o inferior) no deberían freírse, asarse u hornearse. Cuando el tiempo sea frío proteja las patatas del aire frío. Las patatas suministradas no deben dejarse fuera (sin protección) durante la noche a temperatura bajo cero. Algunos cultivares son menos propensos que otros a endulzarse a bajas temperaturas. En la base de datos European Cultivated Potato Database y la Oficina Federal de Alemania sobre Variedades de Plantas puede obtenerse información sobre algunos cultivares.
 - iv) La temperatura y duración del reacondicionamiento – Las patatas que han estado almacenadas a bajas temperaturas deberían reacondicionarse durante unas semanas a temperaturas más elevadas (p.ej., 12 a 15°C). La decisión de reacondicionar patatas almacenadas se debe tomar a partir de los resultados de pruebas fritas.
 - v) El tamaño de los tubérculos/tubérculos sin madurar – Los tubérculos sin madurar tienen niveles más altos de azúcar reductor y los productos fritos son más oscuros con posibilidad de tener niveles de acrilamida más elevados. Los tubérculos sin madurar deberían eliminarse mediante la selección, clasificación o calificación de las patatas en algún momento antes de su elaboración.
10. Muchas veces en los almacenes con temperaturas superiores a 6°C es imprescindible utilizar antigerminantes, si bien en algunas normativas regionales no se permite su utilización.
11. Los fabricantes de patatas fritas y patatas fritas (chips), cuando es factible, deberían seleccionar los lotes midiendo el contenido de azúcar reductor o apreciando el color de una muestra frita. Particularmente, hacer una prueba friendo las patatas que han sido almacenadas a bajas temperaturas durante largos períodos de tiempo. Cuando se utilizan cultivares con contenidos de

azúcar reductor que no son suficientemente bajos, la reacondicionación y el escaldado antes de procedimientos de cocinado de las patatas a alta temperatura y freírlas al vacío para calentarlas pueden reducir el contenido de acrilamida.

CONTROL/ADICIÓN DE OTROS INGREDIENTES

12. Para refrigerios de patatas reconstituidas o a base de patata, elaborados con masa de patatas a veces se pueden utilizar otros ingredientes que tengan un contenido más bajo de azúcar reductor/asparagina para sustituir parte de la patata, p.ej. harina de arroz.
13. Se ha demostrado que la adición de la enzima asparaginasa reduce la asparagina y por consiguiente los niveles de acrilamida en los productos de patatas elaborados con masa de patatas. La asparaginasa podría ser apropiada para productos alimenticios fabricados con materiales licuados o en papilla. En la práctica, la asparaginasa puede reducir funcionalmente la acrilamida en patatas crujientes prefabricadas, pero por lo general es tan elevada la cantidad de asparaginas presente en el producto de patata cruda que para obtener una reducción significativa de acrilamida es necesario añadir una gran cantidad de asparaginasa. Esto puede excluir el uso de esta enzima para algunos productos de patata.
14. También se ha demostrado que el tratamiento con otros reactivos, como sales de calcio y pirofosfato de sodio antes de freír reduce la formación de acrilamida. Los aditivos deberán utilizarse de acuerdo con la legislación nacional o internacional adecuada.
15. Cuando sea posible debería evitarse también el uso de azúcares reductores como agente de coloración marrón, soporte de especias o recubrimiento porque pueden dar lugar a la formación de niveles importantes de acrilamida.

ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ALIMENTOS

16. Se puede disminuir la superficie, por ejemplo en las patatas fritas, cortándolas en rodajas más gruesas; se ha comprobado que las rodajas de 14x14 mm tienen niveles más bajos de acrilamida que las rodajas más finas (8x8mm) o suprimir las más finas (trozos finos de patata) antes o después de freír para reducir los niveles de acrilamida en las patatas fritas u horneadas.

17. Pueden aplicarse procedimientos como lavar, escaldar o precocer para extraer la asparagina o azúcar reductor de la superficie de la patata antes de cocinarla. Para reducir más los niveles de acrilamida pueden aplicarse también varios reactivos para reducir el pH durante fases posteriores del escaldado, como el tratamiento de las patatas fritas con pirofosfato ácido de sodio, con sales de calcio, las sales de un número de cationes divalentes y trivalentes (se ha demostrado que este método reduce la formación de acrilamida en las patatas fritas elaboradas con masa de patata) y escaldándolas en una solución de cloruro sódico (aunque este método puede aumentar la exposición dietética al sodio).
- i) Se ha demostrado que escaldar o remojar las patatas reduce la acrilamida pero también puede afectar negativamente el sabor y la textura del producto final. Escaldar también puede extraer la vitamina C y los minerales de las patatas. Una escaldada antes de freírlas puede reducir el contenido de grasa del producto final, pero hay información contradictoria sobre este tema.
 - ii) Escaldar las patatas también puede no ser conveniente para algunos productos, como las patatas crocantes, ya que puede producir una absorción inaceptable de humedad y causar la pérdida de textura y crocantez o deterioro microbiano.
18. Los niveles de acrilamida en las patatas fritas (chips) se pueden reducir controlando la aplicación de calor. Freír al vacío puede brindar una oportunidad para reducir los niveles de acrilamida en las patatas fritas (chips) elaboradas con patatas con alto contenido en azúcar reductor. El enfriamiento rápido de las patatas que se fríen en un instante puede reducir también los niveles de acrilamida en el producto final. La utilización de la clasificación óptica en serie para eliminar las patatas fritas (chips) de color oscuro ha demostrado ser una medida efectiva para reducir la acrilamida. Los tratamientos de freír previamente, calentamiento con infrarrojos lejanos y secar al vapor, utilizados para hacer patatas de bajo contenido en grasa pueden reducir también la acrilamida.
19. Para obtener reducciones importantes del contenido de acrilamida en las patatas fritas, al cocinar el producto inmediatamente antes de consumirlas, la temperatura del aceite al empezar a freír no debe ser superior a 170–175 °C y las patatas deben freírse hasta obtener un color amarillo dorado en vez de marrón dorado. De acuerdo a la capacidad térmica de la freidora, la cantidad de patatas sumergidas en el aceite deberá tener como objetivo proporcionar una temperatura de cocción efectiva que comience a unos 140 °C y termine a unos 160 °C. Una reducción mayor y que dure más tiempo de la temperatura después de haber incorporado las patatas incrementará la absorción de

grasa, y una temperatura final más elevada se traducirá en una formación excesiva de acrilamida.

20. Los fabricantes de patatas fritas «para hornear» precocidas deberían garantizar que las instrucciones de preparación en el envase concuerden con la necesidad de reducir al mínimo la formación de acrilamida. Si freír es una de las sugerencias de preparación para patatas fritas «prefabricadas», la temperatura recomendada no debería ser superior a los 175 °C. En las instrucciones de preparación se debería indicar también que los consumidores deben reducir el tiempo de cocinado cuando preparen pequeñas cantidades y que las patatas se deben freír hasta obtener un color amarillo dorado.
21. Algunas patatas fritas «para hornear» o productos de patata prefabricados se elaboran para guardarlos en condiciones de refrigeración en vez de congelados. El almacenaje a estas temperaturas puede producir endulzamiento a baja temperatura debido a la actividad de amilasa residual lo cual da lugar a la formación de azúcar reductor del almidón. Si se diera este caso, el escaldado debe adaptarse (más tiempo y/o temperatura más elevada) a fin de inactivar por completo la actividad de la amilasa.

PRÁCTICAS RECOMENDADAS A LA INDUSTRIA PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE CEREALES (COMO EL PAN, PAN CRUJIENTE, GALLETAS/PRODUCTOS DE PANADERÍA, CEREALES PARA EL DESAYUNO)

Las medidas de reducción debatidas en las secciones siguientes no se indican por orden de importancia. Se recomienda que todas las medidas de reducción se comprueben a fin de identificar las mejores para su propio producto.

Fase de la producción	Medidas de reducción
Materias primas	No debe utilizarse suelo deficiente en sulfuro o deberá fertilizarse bien. Deberá evitarse la aplicación excesiva de fertilizantes de nitrógeno.
Control / adición de otros ingredientes	<p>General: Considere el tipo de harina a utilizar. Las harinas de grado alto de extracción contienen bastante menos asparagina que las harinas integrales. No obstante, si se reduce el contenido integral se reducen las ventajas nutritivas del producto final. Considere reducir parte de la harina de trigo por harina de arroz.</p>
	<p>Galletas/productos de panadería: Cuando se utilizan leudantes que contienen amonio, se puede considerar sustituirlos por otros leudantes que contienen potasio y sodio. En la producción de pan de jengibre la fructosa se puede sustituir por glucosa. Se ha comprobado que la adición de asparaginasa reduce la asparagina y por tanto la acrilamida en los productos duros a base de masa de trigo como las galletas y las galletas "cracker".</p>
	<p>Pan: En la receta no deben utilizarse azúcares reductores. La adición de sales de calcio, como p.ej. carbonato de calcio, puede reducir la formación de acrilamida.</p>
	<p>Cereales para el desayuno: Reducir al mínimo los azúcares reductores en la fase de cocinado. Considere la contribución que puede tener la adición de otros productos, como nueces tostadas, frutos secos, y si son necesarios en una forma que puede añadir un nivel considerable de acrilamida.</p>
Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos	<p>General: No hornear excesivamente.</p>
	<p>Pan: Regule la temperatura/tiempo del proceso de horneado, es decir el descenso de las temperaturas en las fases finales cuando el producto alcanza la fase de baja humedad. Prolongue los tiempos de fermentación de las masas de pan.</p>
	<p>Pan crujiente: Controle el contenido final de humedad. En el pan crujiente no fermentado controlar la temperatura del proceso y el tiempo de horneado.</p>
	<p>Cereales para el desayuno: No hornear ni tostar demasiado. Utilice el tostado para lograr un color uniforme para el producto.</p>

MATERIAS PRIMAS

22. Por lo común, la concentración de asparagina puede oscilar entre 75 y 2 200 mg/kg en el trigo, 50 y 1 400 mg/kg en la avena, 70 y 3 000 mg/kg en el maíz, 319 y 880 mg/kg en el centeno, y 15 y 25 mg/kg en el arroz. Este nivel de variación indica que puede haber un margen para reducir la acrilamida aprovechando la variabilidad de asparagina que contiene el cultivar. Pero estos métodos, al igual que en el caso de las patatas, pueden requerir un tiempo considerable de anticipación, y se deben contemplar otros factores, como el rendimiento y la resistencia contra las infecciones fúngicas (formación de micotoxinas en el campo).
23. Las deficiencias en el contenido de sulfuro del suelo pueden provocar un incremento en los niveles de asparagina en el trigo y la cebada por ello no deberá utilizarse un suelo deficiente en sulfuro o deberá fertilizarse bien. Un contenido elevado de nitrógeno en los suelos puede traducirse en un contenido más alto de asparagina en los cereales y deberá evitarse la aplicación excesiva de fertilizantes de nitrógeno.
24. En los productos de cereales mixtos puede haber un margen para reducir la proporción de la fuente predominante de acrilamida mediante la incorporación de cereales que tienen un contenido más bajo de asparagina. Por ejemplo, esta estrategia podría incluir sustituir el centeno y el trigo por arroz; pero deben tomarse en consideración las consecuencias alimenticias y organolépticas.

CONTROL/ADICIÓN DE OTROS INGREDIENTES

25. Se debería prestar atención al tipo de harinas utilizadas en los productos. Las harinas de grado alto de extracción contienen mucha menos asparagina que las harinas integrales. Se ha comprobado que la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de arroz reduce el contenido de acrilamida en las galletas ligeramente dulces y el pan de jengibre. Sin embargo, reduciendo el contenido integral se reducen las ventajas nutritivas del producto final. En los distintos tipos de harinas varía el contenido de asparagina y se debería preferir un equilibrio entre el valor nutritivo y la formación de acrilamida.
26. Se ha comprobado que el bicarbonato amónico incrementa la posible producción de acrilamida de un producto horneado. Los fabricantes deberían tomar en consideración si se puede reducir el uso de agentes leudantes que contienen amonio. Los aditivos se deberán utilizar de conformidad con la

legislación nacional o internacional adecuada. La sustitución de agentes leudantes utilizados comercialmente incluye:

- i) Bicarbonato sódico + acidulantes;
- ii) Difosfato disódico, bicarbonato sódico y ácidos orgánicos;
- iii) Bicarbonato potásico + bitartrato potásico;
- iv) Bicarbonato sódico + pirofosfato ácido sódico (SAPP).
- v) La sustitución de leudantes que contienen amonio por otros que contienen sodio puede incrementar la exposición alimentaria al sodio y repercutir también negativamente en las propiedades físicas del pan de jengibre y en las propiedades organolépticas de las galletas. La combinación de bicarbonato de sodio con ácidos orgánicos, como el ácido tartárico y el ácido cítrico puede producir un producto un poco menos leudante. La cantidad de ácidos orgánicos debe limitarse porque se puede producir un sabor ácido y liberarse gas en la masa con demasiada rapidez.
- vi) Si el azúcar reductor es fructosa en vez de glucosa se forman concentraciones mayores de acrilamida. Investigaciones comerciales han revelado que si se eliminan las fuentes productoras de fructosa o se sustituyen por glucosa en los ingredientes del producto (jarabes de azúcar, puré de fruta, miel) se obtienen buenos resultados en la reducción de la formación de acrilamida. Si se necesita jarabe de azúcar (que en Norteamérica se conoce también por jarabe de maíz), su nivel de fructosa debería ser lo más bajo posible. La sustitución de los azúcares reductores por sucrosa es otra forma efectiva de reducir considerablemente el contenido de acrilamida en los productos de panadería dulces cuando el color marrón tostado es menos importante.

27. Se ha comprobado que la adición de asparaginasa reduce la asparagina y por tanto la acrilamida en los productos duros a base de masa de trigo como galletas y las galletas cracker.

28. Durante la fabricación de cereales para el desayuno los azúcares reductores deben utilizarse con prudencia. Cuando se utilizan esos azúcares se suelen añadir después del proceso de horneado, en cuyo caso no se produce formación adicional de acrilamida. Pero si los azúcares reductores se añaden antes del horneado es una fuente de formación de acrilamida que se puede evitar.

29. Otros ingredientes menores también pueden influir. Se ha observado que en algunas recetas la formación de acrilamida aumenta cuando se incorporan ingredientes como jengibre, miel y cardamomo durante la producción de galletas. Por el contrario, se ha visto que en algunos casos la nuez moscada hace disminuir la acrilamida. A fin de reducir los niveles de acrilamida en los

productos finales, los fabricantes podrían investigar el efecto de distintas especias en sus propias recetas.

30. Se ha demostrado que la reelaboración (la práctica de utilizar de nuevo los restos) incrementa en algunos casos pero no en otros los niveles de acrilamida. Los fabricantes deberían examinar los procesos de producción de productos individuales para averiguar si la reelaboración se puede utilizar para reducir al mínimo los niveles de acrilamida en sus productos.

ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ALIMENTOS

31. La fermentación con levadura de las masas de trigo para elaborar pan reduce el contenido de asparagina libre. La fermentación durante dos horas consume casi toda la asparagina contenida en modelos de masa de harina de trigo, pero una fermentación más breve es menos eficaz, así como la fermentación con masa fermentada.
32. La formación de acrilamida puede reducirse modificando el tiempo y la temperatura del proceso de horneado, en particular reduciendo la temperatura en las últimas etapas, cuando el producto llega a la fase decisiva y vulnerable de poca humedad. Compensar mediante el aumento de la temperatura en las primeras fases del horneado no debería producir un aumento considerable de acrilamida, ya que en esos momentos el contenido de humedad es suficientemente grande como para prevenir la formación de acrilamida. Un control detenido de las temperaturas del horno y el tiempo de horneado también puede ser eficaz para reducir los niveles de acrilamida. Estos principios se han aplicado con buenos resultados tanto en un modelo de galletas como en panes crujientes no fermentados.

CAFÉ

33. Actualmente no se dispone de medidas comerciales para reducir la acrilamida en el café.
34. Estudios han demostrado que en el café en polvo en envases cerrados almacenado durante periodos prolongados disminuyen las concentraciones de acrilamida durante el almacenamiento y se están investigando los mecanismos de base que podrían ofrecer oportunidades para reducir la formación de acrilamida en el futuro. Con todo, es probable que cualquier cambio en el método de torrefacción o un almacenamiento deliberadamente

prolongado para reducir la concentración de acrilamida repercutan mucho en las propiedades organolépticas y en la aceptación del producto.

PRÁCTICAS DEL CONSUMIDOR

35. Las autoridades nacionales y locales deben considerar la posibilidad de advertir a los consumidores que eviten calentar demasiado las patatas y los alimentos elaborados a base de cereales cuando utilicen procedimientos de cocción a altas temperaturas. Esta recomendación podría incluir aconsejar que las patatas fritas y las patatas asadas se preparen hasta obtener un color amarillo dorado en vez de tostado, a la vez que se aseguren de que el alimento esté completamente cocido. Asimismo podría recomendarse al consumidor que al tostar el pan y productos relacionados se trate de obtener un color marrón claro.
36. Las autoridades nacionales y locales deberían considerar la posibilidad de alentar a los consumidores a evitar almacenar las patatas en condiciones de frío o de refrigeración para cocinarlas a elevadas temperaturas.
37. Cuando la industria pertinente se ocupe de recomendar al consumidor instrucciones apropiadas para cocinar y manipular los productos, esto puede contribuir a mitigar la formación de acrilamida en el producto.

CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS Y PIENSOS CON DIOXINAS Y BPC ANÁLOGOS A LAS DIOXINAS

CAC/RCP 62-2006

INTRODUCCIÓN

Observaciones generales

1. Las dioxinas (dibenzoparadioxinas policloradas [PCDD] y dibenzofuranos policlorados [PCDF]) y los bifenilos policlorados (BPC) análogos a las dioxinas, están omnipresentes en el medio ambiente. Si bien las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas muestran un comportamiento toxicológico y químico similar, sus fuentes son diferentes.
2. Entre las actuales fuentes de las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas que entran en la cadena alimentaria figuran las emisiones nuevas y la removilización de depósitos o reservorios en el medio ambiente. Las nuevas emisiones tienen lugar principalmente por vía aérea. Las dioxinas y BPC análogos a las dioxinas se descomponen muy lentamente en el medio ambiente y permanecen en él durante períodos de tiempo muy largos. Por ello, una gran parte de la actual exposición se debe a emisiones de dioxina y BPC análogos a las dioxinas que ocurrieron en el pasado.
3. Entre los años treinta y los años setenta se produjeron intencionadamente y en cantidades considerables BPC análogos a las dioxinas, que se utilizaron en una amplia gama de aplicaciones. Todavía se utilizan en sistemas cerrados y están contenidos en matrices sólidas (por ejemplo, materiales obturadores y capacitadores eléctricos). Se sabe que determinados BPC comerciales están contaminados con dioxinas y, en consecuencia, podrían considerarse una fuente de dioxinas.
4. Hoy en día las emisiones de BPC análogos a las dioxinas resultan fundamentalmente de filtraciones, derrames accidentales y la eliminación ilícita de desechos, así como las emisiones por vía aérea a través de procesos térmicos. La migración de las pastas para obturar y otras aplicaciones de matrices antiguas no revisten tanta importancia. La removilización de BPC análogos a las dioxinas procedentes de depósitos ambientales es parecida a la de las dioxinas.

5. Las dioxinas se forman como subproductos no deseados de una serie de actividades humanas entre las que figuran determinados procesos industriales (por ejemplo, la producción de sustancias químicas, la industria metalúrgica) y procesos de combustión (p.ej., incineración de residuos). Se ha demostrado que accidentes que ocurren en las fábricas de productos químicos pueden provocar elevadas emisiones y la contaminación de zonas locales. Entre otras fuentes de dioxinas se encuentran los calentadores domésticos y la quema de residuos agrícolas o del hogar. También pueden producir dioxinas los procesos naturales, como las erupciones volcánicas y los incendios forestales.
6. Cuando se liberan en el aire, las dioxinas pueden depositarse localmente en las plantas y en el suelo contaminando tanto los alimentos como los piensos. Pueden también difundirse ampliamente a lo largo de grandes distancias transportadas por el aire. La cantidad de las dioxinas depositadas varía en función de la proximidad de la fuente, la especie vegetal, las condiciones atmosféricas y otras condiciones específicas (por ejemplo, la altitud, la latitud, la temperatura).
7. Las fuentes de las dioxinas en el suelo incluyen la acumulación derivada de dioxinas atmosféricas, el esparcimiento de fangos cloacales en las tierras agrícolas, la inundación de pastos con fango contaminado y el uso previo de plaguicidas (como el ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético) y fertilizantes contaminados (por ejemplo, determinados compost). Otras fuentes de las dioxinas en el suelo pueden tener un origen natural (p. ej. arcilla de bola).
8. Las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas son poco solubles en agua. Sin embargo, son absorbidos en partículas minerales y orgánicas suspendidas en el agua. Las superficies de los océanos, lagos y ríos están expuestas al depósito aéreo de estos compuestos que, en consecuencia, se concentran a lo largo de la cadena alimentaria acuática. La entrada de aguas residuales o efluentes contaminados derivados de determinados procesos, como el blanqueo con cloro del papel o la pasta de papel y la metalurgia, pueden causar un elevado nivel de contaminación del agua y de sedimentos en zonas oceánicas y costeras, lagos y ríos.
9. La absorción de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas por los peces se produce a través de las branquias y la alimentación. Los peces acumulan dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en su tejido adiposo e hígado. Los peces que viven en el fondo y los que se alimentan en el fondo están más expuestos a los sedimentos contaminados que las especies de peces pelágicos.

Ello no obstante, los niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en los peces de fondo no siempre son superiores a los de los peces pelágicos, sino que dependen del tamaño, la alimentación y las características fisiológicas del pez. En general, los peces muestran una acumulación de dioxinas y de BPC análogos a las dioxinas que depende de la edad.

10. Los alimentos de origen animal son la vía predominante de exposición humana a las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas, ya que representan aproximadamente el 80-90 por ciento de la exposición total a través de las grasas del pescado, la carne y los productos lácteos. Los niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas presentes en la grasa de animales pueden estar relacionados con la contaminación del medio ambiente local y la de los piensos (por ejemplo, el aceite de pescado o la carne de pescado), o con determinados procesos de producción (por ejemplo el secado artificial).
11. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y el Comité científico de la alimentación humana de la Unión Europea calcularon los niveles de ingestión tolerables y los compararon con las estimaciones de ingestión. Llegaron a la conclusión de que una proporción considerable de la población puede superar la ingestión tolerable de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.
12. Para reducir la contaminación de los alimentos, es necesario adoptar medidas de control en los piensos. Tales medidas pueden incluir la elaboración de orientaciones sobre Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Alimentación Animal (véase Comisión del Codex Alimentarius: Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal) y Buenas Prácticas de Fabricación, así como medidas para reducir efectivamente las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas presentes en los piensos, tales como:
 - Identificación de zonas agrícolas con un aumento de la contaminación por dioxinas o BPC análogos a las dioxinas debida a emisiones locales, a accidentes o a la eliminación ilícita de materiales contaminados, y seguimiento de los piensos y los ingredientes de piensos procedentes de esas zonas;
 - Establecimiento de valores de orientación para el suelo y recomendación de usos agrícolas específicos (por ejemplo, la limitación del pastoreo o la utilización de técnicas agrícolas apropiadas);
 - Identificación de piensos e ingredientes de piensos posiblemente contaminados;

- Supervisión del cumplimiento de niveles de orientación o límites máximos nacionales, en caso de que se disponga de ellos, y reducción al mínimo o descontaminación (por ejemplo, refinando el aceite de pescado) de los piensos e ingredientes de piensos que no los cumplan;
 - Identificación y control de procesos críticos de fabricación de piensos (por ejemplo, el secado artificial mediante calentamiento directo).
13. Debería estudiarse la adopción de medidas de control similares, cuando sea aplicable, para reducir las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas en los alimentos.

Medidas aplicables en el origen

14. La reducción de las fuentes de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas es un requisito previo esencial para seguir reduciendo la contaminación. Los intentos de reducir la emisión de dioxinas en el origen se deberían centrar en la reducción de la formación de dioxina durante los procesos térmicos, así como en la aplicación de técnicas de destrucción. Las medidas para reducir las fuentes de emisión de los BPC análogos a las dioxinas deberían estar encaminadas a reducir al mínimo las emisiones de equipos existentes (p. ej. transformadores, capacitadores), prevenir accidentes y controlar mejor la eliminación de los aceites y desechos que contengan BPC análogos a las dioxinas.
15. El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (Convenio de Estocolmo) es un tratado mundial para proteger la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), incluidas las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas.
16. En la Parte II del Anexo C del Convenio de Estocolmo se enumeran las siguientes categorías de fuentes industriales que tienen un potencial de formación y liberación relativamente elevadas de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en el medio ambiente:
- a) Incineradoras de desechos, incluidas las co-incineradoras de desechos municipales, peligrosos o médicos o de fango cloacal,
 - b) Desechos peligrosos procedentes de la combustión en hornos de cemento,
 - c) Producción de pasta de papel utilizando cloro elemental o productos químicos que producen cloro elemental para el blanqueo,
 - d) Procesos térmicos de la industria metalúrgica, es decir, producción secundaria de cobre; plantas de sinterización en la industria del hierro e industria siderúrgica; producción secundaria de aluminio; producción secundaria de zinc.

17. En la Parte III del Anexo C se enumeran también las siguientes categorías de fuentes que pueden producir y liberar en forma no intencionada dioxinas, BPC y hexaclorobenceno en el medio ambiente:
- a) Quema a cielo abierto de desechos, incluida la quema en vertederos,
 - b) Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la Parte II, Anexo C,
 - c) Fuentes de combustión domésticas,
 - d) Combustión de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas o calderas industriales,
 - e) Instalaciones de combustión de madera u otros combustibles de biomasa,
 - f) Procesos de producción de productos químicos determinados que liberan de forma no intencional contaminantes orgánicos persistentes formados, especialmente la producción de clorofenoles y cloranil,
 - g) Crematorios,
 - h) Vehículos de motor, en particular los que utilizan gasolina con plomo como combustible,
 - i) Destrucción de carcasas de animales,
 - j) Teñido (con cloranil) y terminación (con extracción alcalina) de textiles y cueros,
 - k) Plantas de desguace para el tratamiento de vehículos una vez acabada su vida útil,
 - l) Combustión lenta de cables de cobre,
 - m) Desechos de refinerías de petróleo.
18. Las autoridades nacionales deberían estudiar la adopción de tecnologías para reducir al mínimo la formación y liberación de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas de estas categorías de fuentes al elaborar medidas nacionales para reducir las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas.

Ámbito de aplicación

19. El presente Código de Prácticas se centra en las medidas (por ejemplo, Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Fabricación, Buenas Prácticas de Almacenamiento, Buenas Prácticas de Alimentación Animal y Buenas Prácticas de Laboratorio) que pueden adoptar las autoridades nacionales, los agricultores y los fabricantes de piensos y alimentos para prevenir o reducir la contaminación de los alimentos y piensos con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.
20. El presente Código de Prácticas se aplica a la producción y utilización de todos los materiales destinados a piensos (incluyendo el pastoreo o la alimentación de los animales en pastos libres, la producción de cultivos forrajeros y la acuicultura) y alimentos, en todos los niveles, tanto producidos industrialmente como en la explotación agrícola.

21. Dado que la limitación y la reducción a nivel mundial de las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas de origen industrial y ambiental posiblemente no esté comprendida entre las funciones del CCFAC, estas medidas no serán objeto de consideración en el Código de Prácticas.

PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA), BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF), BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO (BPAL), BUENAS PRÁCTICAS DE ALIMENTACIÓN ANIMAL (BPAA) Y BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO (BPL)

Medidas de control dentro de la cadena alimentaria

Aire, suelo, agua

22. Para reducir la contaminación por dioxina y BPC análogos a las dioxinas en el aire, las autoridades alimentarias nacionales deberían estudiar la recomendación a sus autoridades nacionales responsables de las medidas contra la contaminación atmosférica de que impidan la quema de desechos sin control, incluida la quema en vertederos o en los corrales, y el uso de madera tratada con BPC para calentadores domésticos.
23. Es importante adoptar medidas de control para evitar o reducir la contaminación del medio ambiente por dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Para reducir la posible contaminación de los piensos o alimentos, deberían identificarse las zonas agrícolas con una contaminación inaceptable por dioxinas y BPC análogos a las dioxinas debido a emisiones locales, accidentes o la eliminación ilícita de materiales contaminados.
24. Debería evitarse o restringirse la producción agrícola en zonas contaminadas si se prevé una transferencia importante de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas a los piensos o alimentos producidos en esas zonas. Si es posible, deberían tratarse y destoxificarse los suelos contaminados o se deberían retirar y almacenar en condiciones ambientalmente racionales.
25. El esparcimiento de fangos de cloaca contaminados con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas puede provocar que los contaminantes se adhieran a la vegetación, lo que puede aumentar la exposición del ganado. Por lo tanto, debería controlarse periódicamente el esparcimiento de aguas y fangos cloacales. Además, deberían tratarse los fangos cloacales, según sea necesario, para hacerlos inertes o destoxificarlos. Deberían cumplirse las directrices nacionales cuando sean aplicables.

26. El ganado, los animales de caza y las aves de corral, expuestos a suelos contaminados, pueden acumular dioxinas y BPC análogos a las dioxinas a través del consumo de suelos o plantas contaminados. Deberían identificarse y controlarse estas zonas. Si es necesario, debería limitarse la producción en tales zonas.
27. Las medidas encaminadas a reducir las fuentes tardarán muchos años en mostrar sus efectos en los niveles de contaminación de los peces capturados en el medio silvestre debido a la larga vida media de las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas en el medio ambiente. Para reducir la exposición a las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas, deberían identificarse las zonas altamente contaminadas (por ejemplo, lagos y ríos) y las especies de peces correspondientes, y la pesca en esas zonas debería controlarse y, de ser necesario, restringirse.

Pienso

28. La mayor parte de la ingestión dietética de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas se debe al depósito de estas sustancias en el componente lípido de alimentos derivados de animales (por ejemplo, aves de corral, peces, huevos, carne y leche). En los animales lactantes, las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas se excretan en parte con la grasa de la leche y, en las gallinas ponedoras, los contaminantes se concentran en el contenido graso de la yema del huevo. Para reducir esta transferencia, deberían aplicarse medidas de control al nivel de los piensos e ingredientes de los piensos. Las medidas destinadas a reducir los niveles de las dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en los piensos tendrían un efecto inmediato sobre los niveles de contaminantes en los alimentos de origen animal procedentes de animales de granja, incluyendo los peces de piscicultura. Tales medidas deberían incluir la elaboración de Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Alimentación Animal (véanse las Buenas Prácticas de Fabricación, Buenas Prácticas de Almacenamiento y otras medidas de control, como, por ejemplo, los principios afines al sistema de APPCC) que pueden reducir los niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Tales medidas pueden incluir:
- la identificación de zonas posiblemente contaminadas en el ecosistema de suministro de piensos;
 - la identificación del origen de piensos o ingredientes de piensos frecuentemente contaminados;

- la supervisión del cumplimiento en los piensos e ingredientes de los piensos de los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere. La autoridad nacional competente debería investigar los productos que infrinjan el umbral para determinar si han de ser excluidos de la utilización en la alimentación animal.

29. Las autoridades nacionales competentes deberían tomar muestras y analizar periódicamente, aplicando métodos internacionales reconocidos, los piensos e ingredientes de piensos sospechosos, para verificar los niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Esta información permitirá determinar las medidas que puedan ser necesarias para reducir al mínimo los niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas y encontrar otros piensos e ingredientes de piensos posibles, en caso necesario.

30. El comprador y el usuario deberían prestar atención a lo siguiente:

- el origen de los materiales de los piensos e ingredientes de los piensos para asegurar que los productores y/o las empresas han certificado las instalaciones de producción, los procesos de producción y los programas de garantía de calidad (p. ej.: los principios afines al sistema de APPCC);
- documentos adjuntos por los que se confirme el cumplimiento de los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere, de acuerdo con los requisitos nacionales.

Piensos de origen animal

31. Dada la posición de sus precursores en la cadena alimentaria, los piensos derivados de animales tienen un riesgo mayor que los derivados de plantas en lo referente a contaminación con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Debería prestarse atención para evitar que estos contaminantes entren en la cadena alimentaria mediante la alimentación de los animales productores de alimentos con piensos derivados de animales. Los piensos derivados de animales deberían controlarse en la medida de lo necesario para determinar la contaminación con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.

32. Debería evitarse la acumulación de dioxinas y de BPC análogos a las dioxinas en los tejidos adiposos del ganado, que pueda dar como resultado posibles infracciones de los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere, para la carne y la leche o sus productos derivados. Por consiguiente, los piensos de origen animal que superen los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere, o que contengan niveles elevados de dioxinas o BPC análogos a las dioxinas, no deberían suministrarse a los animales, a menos que se haya retirado la grasa.

33. Si se destinan a la utilización en los piensos, el aceite de pescado y otros productos derivados del pescado, la leche y los sucedáneos de la leche y las grasas animales deberían controlarse en la medida practicable para determinar la presencia de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Si existen niveles de orientación o límites máximos nacionales, el fabricante de piensos debería asegurarse de que los productos cumplen tales disposiciones.

Piensos de origen vegetal

34. Si se prevé la presencia de fuentes de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en las cercanías de los campos, debería prestarse atención al control de tales zonas, según sea necesario.

35. Deberían controlarse los lugares de cultivo regados con aguas residuales o tratados con fangos cloacales o compost urbano que puedan contener niveles elevados de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, según sea necesario, para determinar su contaminación.

36. El tratamiento previo de los cultivos con herbicidas del tipo ácido clorofenoxialcanoico o productos clorados como el pentaclorofenol debería considerarse una posible fuente de contaminación con dioxinas. Los niveles de dioxinas en el suelo y las plantas forrajeras de lugares tratados previamente con herbicidas contaminados por dioxinas deberían ser objeto de controles en la medida necesaria. Esta información permitirá que las autoridades nacionales competentes adopten, si es necesario, medidas de ordenación para evitar la transferencia de dioxinas (y de BPC análogos a las dioxinas) a la cadena alimentaria.

37. Normalmente, las semillas oleaginosas y los aceites vegetales no contienen niveles importantes de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Lo mismo puede decirse de otros subproductos de elaboración de semillas oleaginosas (por ejemplo, tortas oleaginosas) utilizados como ingredientes de piensos. Sin embargo, algunos subproductos del refinado del aceite (por ejemplo, destilados de ácido graso) pueden contener mayores niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas y, si es necesario, deberían analizarse si se destinan a la alimentación animal.

Elaboración de piensos y alimentos

Procesos de secado

38. Determinados procesos para el secado artificial de los piensos y alimentos (e ingredientes de piensos o alimentos) y el calentamiento de invernaderos para el cultivo de hortalizas requieren un flujo de gases calentados, ya sea una

mezcla de humos de combustión (secado o calentamiento directo), ya sea simplemente aire calentado (secado o calentamiento indirecto). En consecuencia, deberían utilizarse combustibles que no generen dioxinas ni compuestos similares a las mismas ni otros contaminantes nocivos en niveles no aceptables. Los piensos, alimentos e ingredientes de piensos o alimentos que se sequen o se sometan a aire calentado deberían controlarse según sea necesario para asegurar que los procesos de secado o calentamiento no causen niveles elevados de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.

39. La calidad de los materiales comerciales secados para piensos, en particular los forrajes verdes comerciales y los alimentos que han pasado por procesos comerciales de secado, depende de la selección de la materia prima y del proceso de secado. Conviene que el comprador exija un certificado del fabricante/proveedor de que los productos secos se elaboran de conformidad con las Buenas Prácticas de Fabricación, especialmente la elección del combustible, y respetando los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere.

Ahumado

40. Dependiendo de la tecnología que se emplee, el ahumado puede ser una etapa crítica de la elaboración para aumentar el contenido de dioxinas en los alimentos, especialmente si los productos muestran una superficie muy oscura con partículas de hollín. El fabricante debería controlar dichos productos elaborados, si es necesario.

Molienda/ Eliminación de fragmentos de molienda contaminados

41. En las tierras agrícolas cercanas a fuentes de emisión de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, el depósito de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas transportados por el aire sobre la superficie de todas las partes de las plantas de cereales, así como las motas de polvo adheridas al cultivo en pie, se eliminan en gran medida durante el proceso de molienda y antes del proceso final de molturación. Si hay partículas que puedan estar contaminadas se eliminan en su mayoría en la canaleta de carga con el polvo restante. Durante la aspiración y el tamizado se reducen otros tipos de contaminación externa. Si es necesario, deberían controlarse algunos fragmentos de cereales, especialmente el polvo, que puedan tener niveles más altos de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Si hay pruebas de una contaminación elevada, tales fragmentos no deberían utilizarse en alimentos o piensos y deberían tratarse como desechos.

Sustancias añadidas a piensos y alimentos

Minerales y oligoelementos

42. Algunos minerales y oligoelementos se obtienen de fuentes naturales. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que las dioxinas geogénicas pueden estar presentes en algunos sedimentos prehistóricos. Por ello, deben controlarse los niveles de minerales y oligoelementos añadidos a los piensos o alimentos, según sea necesario.
43. Los productos minerales o subproductos de determinados procesos industriales recuperados pueden contener niveles elevados de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. El usuario de tales ingredientes de piensos debería verificar que las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas se encuentran dentro de los niveles de referencia establecidos a nivel nacional o de los límites máximos mediante un certificado expedido por el fabricante o proveedor.
44. Se han hallado niveles elevados de dioxinas en la arcilla de bola utilizada como antiaglutinante en la harina de soja destinada a piensos. Debería prestarse atención a los minerales utilizados como aglutinantes o antiaglutinantes (por ejemplo, bentonita, montmorillonita, arcilla caolínica) y portadores (por ejemplo, carbonato cálcico), que se emplean como ingredientes de los piensos. Como garantía a los usuarios de que estas sustancias no contienen minerales con cantidades críticas (por ejemplo, que superen los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere) de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, el distribuidor debería suministrar la certificación adecuada al usuario de tales ingredientes de los piensos.
45. La complementación de los animales productores de alimentos con oligoelementos (por ejemplo, cobre o zinc) depende de la especie, la edad y la productividad. En los minerales, incluidos los oligoelementos, que son subproductos o coproductos de la fabricación industrial de metales, se han hallado contenidos elevados de dioxinas. El contenido en dioxinas y BPC análogos a las dioxinas de tales productos debería ser objeto de control en la medida en que resulte necesario.

Ingredientes

46. Los fabricantes de piensos y alimentos deberían asegurar que todos los ingredientes de los piensos y los alimentos tengan niveles mínimos de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas para reducir la posible contaminación y cumplir los niveles de orientación o límites máximos nacionales, si los hubiere.

Cosecha, transporte y almacenamiento de piensos y alimentos

47. En la medida de lo posible, debería garantizarse que se produce la contaminación mínima con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas durante la cosecha de piensos y alimentos. Puede lograrse esto en zonas posiblemente contaminadas reduciendo al mínimo el depósito de suelos en los piensos y alimentos durante la cosecha mediante la utilización de técnicas e instrumentos apropiados de conformidad con Buenas Prácticas Agrícolas. Las raíces y tubérculos cultivados en suelos contaminados deberían lavarse para reducir la contaminación procedente del suelo. Si se lavan las raíces y tubérculos, deberían secarse suficientemente antes de almacenarlos o deberían almacenarse utilizando técnicas (p. ej. ensilado) dirigidas a evitar la formación de mohos.
48. Después de una inundación deberían controlarse, según sea necesario, los cultivos cosechados para piensos y alimentos, a fin de determinar la presencia de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, si hay pruebas de contaminación de las aguas de la inundación.
49. Para evitar la contaminación cruzada, el transporte de piensos y alimentos debería realizarse solamente en vehículos (con inclusión de buques) o en contenedores no contaminados con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Los contenedores para el almacenamiento de alimentos o piensos deberían pintarse únicamente con colores que no contengan dioxinas ni BPC análogos a las dioxinas.
50. Los lugares de almacenamiento de piensos o alimentos no deberían estar contaminados con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Las superficies (por ejemplo, paredes, suelos) tratadas con pinturas a base de alquitrán pueden causar la transferencia de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas a los alimentos y piensos. Las superficies que entran en contacto con el humo y el hollín de los fuegos entrañan siempre un riesgo de contaminación con dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Tales lugares deberían controlarse según sea necesario para determinar su contaminación antes de utilizarlos para el almacenamiento de piensos y alimentos.

Problemas específicos de la cría de animales (estabulación)

51. Los animales productores de alimentos pueden estar expuestos a dioxinas y BPC análogos a las dioxinas que se encuentran en determinadas maderas tratadas que se usan en las construcciones, equipo agrícola y material de cama.

Pare reducir la exposición, debería ser mínimo el contacto de los animales con la madera tratada que contenga dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Además, el serrín de madera tratada que contenga dioxinas y BPC análogos a las dioxinas no debería utilizarse como material de cama.

52. Debido a la contaminación de algunos suelos, los huevos de las gallinas que viven o se alimentan en libertad (por ejemplo, en la agricultura orgánica) pueden tener niveles elevados de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, en comparación con los huevos de las gallinas encerradas, y deberían controlarse según sea necesario.
53. Se debería tener cuidado con los edificios más antiguos, puesto que pueden estar contruidos con materiales y barnices que pueden contener dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Si se han quemado, se deberán tomar medidas para evitar la contaminación de los piensos y de la cadena de piensos por dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.
54. En los establos sin un revestimiento del suelo, los animales normalmente absorberán partículas del suelo. Si hay indicaciones de mayores niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, debería controlarse la contaminación del suelo según sea necesario. Debería cambiarse el suelo si es necesario.
55. La madera tratada con pentaclorofenol en instalaciones para animales se ha relacionado con altos niveles de dioxina en las carnes. La madera (por ejemplo, las traviesas de ferrocarril o los postes de la luz) tratada con productos químicos como el pentaclorofenol u otros materiales inadecuados no debería emplearse como postes de valla de las dehesas destinadas a los animales de granja o de líneas de alimentación. Los estantes para heno no deben construirse a partir de esa madera tratada. Debería evitarse también la conservación de la madera con aceites de desecho.

Control

56. Los agricultores y los fabricantes industriales de piensos y alimentos son los principales responsables de la inocuidad de los piensos y alimentos. Las pruebas correspondientes podrían realizarse en el marco de un programa de inocuidad de los alimentos (p. ej.: buenas prácticas de fabricación, programas de inocuidad en las explotaciones, programas de análisis de peligros y de puntos críticos de control, etc.). En otras partes del presente Código se hace referencia de los puntos en que resultaría adecuado efectuar una supervisión. Las autoridades competentes deberían hacer cumplir la responsabilidad fundamental de los agricultores y de los fabricantes de

piensos y alimentos en relación con la inocuidad de piensos y alimentos a través del funcionamiento de sistemas de vigilancia y control en los puntos adecuados en toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria al nivel minorista. Además, las autoridades competentes deberían establecer sus propios sistemas de seguimiento.

57. Puesto que los análisis de dioxinas son bastante costosos en comparación con la determinación de otros contaminantes químicos, como mínimo los fabricantes de piensos y de alimentos deberían realizar, en la medida de lo posible, ensayos periódicos que incluyan las materias primas y los productos finales, y deberían conservarse los datos (véase párr. 66). Para la frecuencia del muestreo se deberían tener en cuenta los resultados de anteriores análisis (por parte de cada empresa o a través de un conjunto de resultados de la industria en el mismo sector). Si hay indicaciones de niveles elevados de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas, debería informarse a los agricultores y otros productores primarios sobre la contaminación y debería identificarse la fuente.
58. Los operadores de la cadena de piensos y alimentos, en la medida de lo posible, y las autoridades nacionales competentes deberían organizar programas de control de las contaminaciones que tengan su origen en el medio ambiente, los accidentes o las eliminaciones ilícitas, a fin de obtener información adicional sobre la contaminación de los alimentos y piensos. Deberían controlarse más intensamente los productos o ingredientes que entrañen el riesgo de tener, o se haya encontrado que tengan, una contaminación elevada. Por ejemplo, los programas de control podrían incluir a las principales especies de peces utilizadas en la alimentación humana o animal en las que se hayan apreciado unos niveles elevados de contenido de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.

Toma de muestras, métodos analíticos y laboratorios

59. En la bibliografía se incluyen orientaciones sobre los requisitos analíticos y la calificación de los laboratorios. Estas recomendaciones y conclusiones forman la base de la evaluación del JECFA y otros órganos. Asimismo, actualmente el Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras está examinando los métodos de análisis de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.
60. Los métodos tradicionales para el análisis de las dioxinas y de los BPC análogos a las dioxinas se basan en la espectrometría de masas de alta resolución, que consume tiempo y es cara. Como alternativa, se han

desarrollado técnicas de bioensayo como métodos de cribado de alto rendimiento, que pueden resultar menos costosos que los métodos tradicionales. Sin embargo, el costo del análisis sigue constituyendo un impedimento para la recopilación de datos, por lo que debería otorgarse una prioridad en la investigación al desarrollo de métodos de análisis menos costosos para las dioxinas y BPC análogos a las dioxinas.

Muestreo

61. Algunos aspectos importantes de la toma de muestras para el análisis de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas consisten en recopilar muestras representativas, evitar la contaminación cruzada y el deterioro de las muestras e identificar de modo inequívoco las muestras y rastrearlas. Debería registrarse toda la información pertinente sobre muestreo, preparación y descripción de muestras (por ejemplo, período de muestreo, origen geográfico, especies de peces, contenido de grasa, tamaño de los peces) a fin de proporcionar información valiosa.

Métodos analíticos y notificación de datos

62. Los métodos analíticos deberían aplicarse solamente si son adecuados para la finalidad de cumplir un mínimo de requisitos. Si se dispone de límites máximos nacionales, el límite de cuantificación (LC) del método de análisis debería ser del orden de un quinto de este nivel de interés. Para el control de las tendencias temporales de la contaminación de fondo, el límite de cuantificación del método de análisis debería ser claramente inferior a la media de los rangos básicos actuales de las distintas matrices.

63. El rendimiento de un método de análisis debería demostrarse a escala del nivel de interés, por ejemplo 0,5 x, 1 x y 2 x del límite máximo con un coeficiente de variación aceptable de los análisis repetidos. La diferencia entre el nivel superior y el inferior (véase el próximo párrafo) no debería superar el 20 por ciento en el caso de los piensos y alimentos con una contaminación por dioxinas del orden de 1 pg. PCDD-PCDF-EQT-OMS/g grasa. Si es necesario, podría considerarse la realización de otro cálculo basado en el peso en fresco o la materia seca.

64. Salvo para las técnicas de bioensayo, los resultados de los niveles totales de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en una determinada muestra deberían consignarse como una concentración de nivel inferior, nivel medio y nivel superior multiplicando cada congénere por su respectivo Factor de Equivalencia Tóxica de la OMS (FET) y después sumarlos para obtener la concentración total expresada como Equivalencia Tóxica (EQT). Los tres

valores diferentes de EQT deberían obtenerse reflejando la asignación de valores de cero (nivel inferior), la mitad del límite de cuantificación (nivel medio) y el límite de cuantificación (nivel superior) a cada congénere de dioxina o de BPC análogos a las dioxinas no cuantificados.

65. En función de la clase de muestra, el informe de los resultados analíticos puede comprender el contenido de lípidos y el contenido de materia seca de la muestra, así como el método utilizado para la extracción de lípidos y la determinación de la materia seca. El informe debería incluir también una descripción específica del procedimiento utilizado para determinar el límite de cuantificación (LC).
66. Podría utilizarse un método de análisis de cribado de alto rendimiento y con una validación aceptable demostrada, para seleccionar las muestras con niveles significativos de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas. Los métodos de cribado deberían tener menos del 1 por ciento de resultados falsos negativos en el correspondiente nivel de interés para una determinada matriz. La utilización de patrones internos marcados con ^{13}C para las dioxinas y BPC análogos a las dioxinas permite el control específico de posibles pérdidas de los analitos en cada muestra. De esta forma, pueden evitarse resultados falsos negativos impidiendo que se utilicen o comercialicen alimentos o piensos contaminados. Para los métodos de confirmación, es obligatoria la utilización de estos patrones internos. Para los métodos de cribado sin control de las pérdidas durante el procedimiento analítico, debería facilitarse información sobre la corrección de las pérdidas de compuestos y la posible variabilidad de los resultados. Los niveles de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en las muestras positivas (por encima del nivel de interés) deberían determinarse mediante un método de confirmación.

Laboratorios

67. Los laboratorios que se ocupen del análisis de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas utilizando métodos de análisis tanto de cribado como de confirmación deberían estar acreditados por un órgano reconocido que actúe de conformidad con la Guía ISO/IEC 58: 1993 o poseer programas de garantía de la calidad que aborden todos los elementos esenciales de los organismos de acreditación para asegurar que aplican la garantía de la calidad analítica. Los laboratorios deben estar acreditados conforme a la norma ISO/IEC/17025:1999 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración" u otras normas equivalentes.

68. Se recomienda la participación periódica en estudios interlaboratorios o pruebas de aptitud para la determinación de dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en las matrices pertinentes de piensos y alimentos, de conformidad con la norma ISO/IEC/17025:1999.

GESTIÓN Y EDUCACIÓN EN MATERIA DE CALIDAD

69. Las buenas prácticas agrícolas, las buenas prácticas de fabricación, las buenas prácticas de almacenamiento, las buenas prácticas de alimentación animal y las buenas prácticas de laboratorio son sistemas valiosos para seguir realizando progresos en la reducción de la contaminación por dioxinas y BPC análogos a las dioxinas en la cadena alimentaria. A este respecto, los agricultores y los fabricantes de piensos y alimentos deberían educar a sus colaboradores sobre la manera de prevenir la contaminación mediante la aplicación de medidas de control.

ANEXO

GLOSARIO DE TÉRMINOS (para los fines del presente Código de Prácticas)

Término	Explicación
antiaglutinante	sustancia que reduce la tendencia de las distintas partículas de un pienso o alimento a adherirse.
aglutinante	sustancia que incrementa la tendencia de las distintas partículas de un pienso o alimento a adherirse.
coeficiente de variación	parámetro estadístico que expresa: 100 x desviación típica de una serie de valores/valor medio de una serie.
método de análisis de confirmación	método de análisis con parámetros de alta calidad capaz de confirmar los resultados analíticos obtenidos con métodos de detección específica que tienen parámetros de calidad inferiores.
congéneres	uno de dos o más compuestos del mismo tipo con respecto a la clasificación.
dioxinas (PCDD/PCDF)	7 dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y 10 dibenzofuranos policlorados (PCDF) pertenecientes a un grupo de sustancias orgánicas lipofílicas y persistentes. Dependiendo del grado de cloración (1-8 átomos de cloro) y de las pautas de sustitución, pueden distinguirse entre 75 PCDD y 135 PCDF diferentes ("congéneres"), respectivamente.
BPC análogos a las dioxinas	12 bifenilos policlorados (BPC) sustituidos en posiciones no-orto y mono-orto que muestran propiedades toxicológicas similares a las dioxinas (25).
pescado	animales vertebrados de sangre fría que incluyen Peces, Elasmobranquios y Ciclostomos. A efectos de este código de prácticas, se incluyen también los moluscos y crustáceos (41).
piensos	cualesquiera materiales únicos o múltiples, elaborados, semielaborados o crudos que se destinan directamente a la alimentación de animales productores de alimentos (27).

Término	Explicación
alimento	toda sustancia, elaborada, semielaborada o bruta, que se destina al consumo humano directo y comprende las bebidas, la goma de mascar y cualquier sustancia que se haya utilizado en la elaboración, preparación o tratamiento de "alimentos", pero no los cosméticos y el tabaco o las sustancias utilizadas únicamente como medicamentos.
ingrediente de pienso o alimento	parte componente o constitutivo de cualquier combinación o mezcla que constituye un pienso o alimento, tenga o no un valor nutritivo en la dieta, incluidos los aditivos. Los ingredientes son vegetales, animales o de origen acuático u otras sustancias orgánicas o inorgánicas.
niveles de orientación	niveles máximos no reglamentarios, sino recomendados.
APPC	Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control.
límite de cuantificación (LC) (válido sólo para dioxinas y BPC análogos a dioxinas)	el límite de cuantificación de un congénere individual es la concentración de un analito en el extracto de una muestra que produce una respuesta instrumental a dos diferentes iones que ha de controlarse con una relación señal/ruido de 3:1 para la señal menos visible y cumplimiento de requisitos básicos como, por ejemplo, tiempo de retención, relación isotópica según el procedimiento de determinación descrito en el método EPA 1613 revisión B (38, 54).
límites máximos	límites máximos reglamentarios para contaminantes.
minerales	compuestos inorgánicos utilizados en piensos o alimentos requeridos para una alimentación normal o como coadyuvantes de elaboración.
BPC	bifenilos policlorados pertenecientes a un grupo de hidrocarburos clorados, que se forman por cloración directa del bifenilo. Dependiendo del número de átomos de cloro (1 – 10) y de su posición en los dos anillos, teóricamente son posibles 209 compuestos diferentes ("congéneres") (25).
especies de peces pelágicos	especies de peces que viven en aguas libres (por ejemplo, océanos, lagos) sin contacto con el sedimento.
contaminante orgánico persistente (COP)	sustancia orgánica que persiste en el medio ambiente, se bioacumula a través de la red alimentaria y plantea el riesgo de causar efectos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente.

Término	Explicación
Convenio de Estocolmo	El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes es un tratado mundial para proteger la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), incluidas las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas, que entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Al aplicar el Convenio de Estocolmo, los gobiernos adoptarán medidas para eliminar o reducir la emisión de COP al medio ambiente.
método de análisis de cribado	método de análisis con parámetros de calidad más bajos para seleccionar muestras con notables niveles de un analito.
oligoelementos	elementos químicos esenciales para las plantas, los animales y/o la nutrición humana en cantidades pequeñas.
Equivalencia Tóxica (EQT)	valor relativo calculado multiplicando la concentración de un congénere por el factor de equivalencia tóxica (FET).
EQT-OMS	valor de EQT para las dioxinas y los BPC análogos a las dioxinas, establecido por la OMS y basado en factores de equivalencia tóxica (EQT) (37).
Factor de Equivalencia Tóxica (FET)	Estimaciones de la toxicidad de compuestos análogos a las dioxinas en relación con la toxicidad de 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD), a la que se asigna un FET de 1,0.

CONTENIDO DE CARBAMATO DE ETILO EN DESTILADOS DE FRUTAS DE HUESO

CAC/RCP 70-2011

1. INTRODUCCIÓN

1. El carbamato de etilo es un compuesto que se da de forma natural en alimentos fermentados y bebidas alcohólicas, como el pan, el yogur, la salsa de soja, el vino, la cerveza y en especial los destilados de frutas de hueso, principalmente en las elaboradas con cerezas, ciruelas, ciruelas amarillas y albaricoques.
2. El carbamato de etilo se puede formar a partir de varias sustancias que son inherentes a los alimentos y bebidas, incluido el cianuro de hidrógeno (o ácido hidrocianico), urea, citrulina y otros compuestos de N-carbamilo. En la mayoría de los casos el precursor último es probablemente cianato, que reacciona con etanol para formar carbamato de etilo. Por tanto, las medidas para reducir el carbamato de etilo se concentrarán en el ácido hidrocianico y otros precursores del carbamato de etilo.
3. El carbamato de etilo es genotóxico y cancerígeno en múltiples sitios de acción en los animales y probablemente es cancerígeno en el ser humano.
4. Los destilados de frutas de hueso, en particular, contienen carbamato de etilo en concentraciones mucho más elevadas que otros alimentos y bebidas fermentados. En los destilados de frutas de hueso el carbamato de etilo se puede formar a partir de glicósidos cianogénicos que son constituyentes naturales de los huesos. Al machacar la fruta, los huesos pueden ser dañados y los glicósidos cianogénicos de los huesos entrar en contacto con enzimas en la mezcla de fruta. Seguidamente los glicósidos cianogénicos se degradan en ácido hidrocianico/cianuros. Los huesos intactos pueden liberar también ácido hidrocianico durante un almacenamiento prolongado de la mezcla fermentada. Durante el proceso de destilación, el ácido hidrocianico puede enriquecerse en todas las fracciones. El cianuro en los destilados puede oxidarse en cianato, pudiendo reaccionar con etanol para formar carbamato de etilo. Determinadas condiciones medioambientales, como la exposición a la luz, altas temperaturas y la presencia de iones de cobre favorecen la formación de carbamato de etilo en el destilado.

5. Pese a que hasta el momento no se ha establecido una gran correlación entre el nivel de ácido hidrocianico y carbamato de etilo, es evidente que en determinadas circunstancias concentraciones elevadas de ácido hidrocianico se traducen en niveles más elevados de carbamato de etilo. Un posible incremento en la formación de carbamato de etilo se ha asociado a niveles de 1 mg/l o superiores de ácido hidrocianico en el destilado final. En base a experiencias prácticas se puede suponer que en una relación no equimolar de 1 mg de ácido hidrocianico se puede formar hasta 0,4 mg de carbamato de etilo.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES

6. La intención de este Código de Prácticas es proporcionar a las autoridades nacionales y locales, fabricantes y otros organismos pertinentes directrices para prevenir y/o reducir la formación de carbamato de etilo en los destilados de frutas de hueso. Este código no contempla la formación de carbamato de etilo en otras bebidas alcohólicas y alimentos.
7. Las definiciones siguientes son aplicables al mismo:
- Frutas de hueso**, a los efectos de este Código de Prácticas significa frutas comestibles de árboles pertenecientes al género Prunus de la familia rosa (Rosacea), es decir, cerezas, ciruelas, melocotones y albaricoques.
 - Destilados**, a efectos de este Código de Prácticas significa productos ricos en alcohol obtenidos tras el procedimiento de destilación y listos para el consumo.
 - Destilados de frutas de hueso**, a efectos de este Código de Prácticas significa los destilados para el consumo, obtenidos tras la destilación:
 - de la mezcla preparada por fermentación de frutas de hueso machacadas;
 - de hollejo de frutas de hueso fermentadas (pulpa de manzanas);
 - de mezcla obtenida por fermentación y/o maceración de frutas de hueso machacadas y/o enteras en alcohol etílico o bebidas alcohólicas.

3. OBSERVACIONES GENERALES

8. Este código abarca todas las posibles medidas que se ha demostrado que evitan y/o reducen los altos niveles de carbamato de etilo en los destilados de frutas de hueso. Al aplicar el código a destilados de frutas de hueso específicos, deben elegirse detenidamente medidas desde el punto de vista de sus ventajas y viabilidad. Además, las medidas se implementarán de conformidad con la legislación y normas nacionales e internacionales pertinentes.

9. Se ha reconocido que se pueden adoptar medidas tecnológicas de aplicación apropiadas - buenas prácticas de fabricación (BPF) - para prevenir y reducir considerablemente los elevados niveles de carbamato de etilo en los destilados de frutas de hueso. El carbamato de etilo podría reducirse mediante dos enfoques distintos: primero, reduciendo la concentración de las principales sustancias precursoras (p.ej., ácido hidrocianico y cianuros); segundo, reduciendo la tendencia de dichas sustancias a reaccionar para formar cianato.

4. PROCEDIMIENTO HABITUAL DE PRODUCCIÓN

10. El procedimiento de producción de destilados de frutas de hueso comprende la preparación de la mezcla utilizando frutas de hueso enteras o su hollejo como ingredientes, seguido de la fermentación y destilación. Normalmente en el procedimiento se siguen los pasos que se indican a continuación:
- a) preparación de la mezcla machacando la fruta madura entera para bebidas espirituosas de frutas de hueso o utilizando el hollejo de frutas de hueso para bebidas espirituosas de hollejo de frutas de hueso;
 - b) fermentación de la mezcla en tanques de acero inoxidable u otros recipientes de fermentación adecuados;
 - c) en caso de que se utilice un procedimiento de maceración, la mezcla se prepara macerando la fruta machacada o entera en alcohol etílico o bebidas alcohólicas, y se almacena durante un tiempo, sin proceso de fermentación;
 - d) transferir la mezcla fermentada al aparato de destilación, generalmente una caldera de cobre;
 - e) calentar la mezcla fermentada por un método de calor apropiado a fin de evaporar lentamente el alcohol;
 - f) enfriamiento del vapor de alcohol en una columna apropiada (p.ej. de acero inoxidable) donde se condensa y se recoge;
 - g) separación de las tres fracciones diferentes de alcohol: "cabezas", "corazones" y "colas";
 - h) dilución para obtener el grado alcohólico final.
11. Durante la destilación se evaporan primero las cabezas. De ellas forman parte componentes con un bajo punto de ebullición, p.ej., acetato de etilo y acetaldehído. Generalmente esa fracción no es apropiada para el consumo y debe desecharse.
12. Durante la parte media de la destilación (los "corazones"), se destila el alcohol principal en todas las bebidas espirituosas, el alcohol etílico (etanol). Esta parte de la destilación, en que es más bajo el contenido de sustancias volátiles distintas al etanol y están presentes los aromas de frutas más puros, siempre se recoge.

13. Las "colas" de la destilación comprenden ácido acético y aceites de fusel, que suelen identificarse como aromas desagradables a vinagre y vegetales. Se desechan también, pero pueden redestilarse porque las colas contienen siempre algo de etanol.

5. PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN LAS BPF

5.1 Materias primas y preparación de la mezcla de fruta

14. Las materias primas y preparación de la mezcla de fruta serán apropiadas para evitar la liberación de ácido hidrocianico, un precursor del carbamato de etilo.
15. Las frutas de hueso serán generalmente de alta calidad, no estarán dañadas mecánicamente ni deterioradas microbiológicamente, porque la fruta dañada y deteriorada puede contener más cianuro libre.
16. Preferentemente la fruta estará deshuesada.
17. Si la fruta no está deshuesada y/o se utilizan los residuos de (hollejo de) frutas para preparar la mezcla, se machacará con cuidado evitando aplastar los huesos. Si es posible, los huesos se eliminarán de la mezcla.

5.2 Fermentación

18. Para una fermentación rápida y "limpia", se añadirán a las frutas machacadas preparaciones seleccionadas de levadura para la producción de bebidas espirituosas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante para los usuarios.
19. Las frutas fermentadas machacadas se tratarán con altos estándares de higiene y la exposición a la luz se reducirá al mínimo. Las mezclas de fruta fermentada que contengan huesos se almacenarán lo más brevemente posible antes de la destilación, ya que durante un almacenamiento prolongado los huesos intactos pueden liberar también ácido hidrocianico.
20. Si la mezcla se prepara por maceración de frutas de hueso para elaborar bebidas alcohólicas o alcohol etílico, las frutas de hueso deberán eliminarse nada más el aroma de las frutas de hueso haya sido extraído adecuadamente.

5.3 Equipo de destilación

21. El equipo de destilación y el procedimiento de destilación serán apropiados para garantizar que al destilado no se transfiere ácido hidrocianico.
 - a) La utilización de un destilador de cobre limitará la transferencia al destilado de precursores formadores de carbamato de etilo.

- b) El equipo de destilación constará preferiblemente de aparatos de enjuague automáticos y convertidores catalíticos de cobre. Los aparatos de enjuague automáticos mantendrán limpios los destiladores de cobre y los convertidores catalíticos de cobre ligarán el ácido hidrocianico antes de que pase el destilado.
 - c) En la destilación discontinua no son necesarios aparatos de enjuague automático. El equipo de destilación se limpiará mediante procedimientos de limpieza sistemáticos y minuciosos.
 - d) Cuando no se disponga de convertidores catalíticos de cobre u otros separadores de cianuro aplicados, antes de la destilación podrán añadirse preparaciones de cloruro de cobre (I) a la mezcla de fruta fermentada. El objetivo de estas preparaciones que contienen iones de cobre (I) es ligar el ácido hidrocianico antes de que pase al destilado. Los iones de cobre (II) no tienen efecto y no deben utilizarse.
22. Pese a que los iones de cobre pueden inhibir la formación de precursores de carbamato de etilo en la mezcla y en el destilador, pueden favorecer la formación de carbamato de etilo en el destilado. Por tanto, el empleo de un condensador de acero inoxidable al final del mecanismo de destilación en lugar de un condensador de cobre limitará la presencia de cobre en el destilado y reducirá el porcentaje de formación de carbamato de etilo.

5.4 Procedimiento de destilación

23. Los huesos depositados en la mezcla fermentada no se bombearán al aparato de destilación.
24. La destilación se efectuará de forma que el alcohol se evapore lentamente y de forma controlada (p.ej., utilizando vapor como fuente de calor en lugar de una llama directa).
25. Las primeras fracciones del destilado, denominadas "cabezas", se separarán con cuidado.
26. Después se recogerá la fracción del medio, denominada "corazones", y se almacenará en un lugar oscuro. Cuando el contenido de alcohol del destilado real alcance 50% de volumen en el receptor, la recolección se cambiará a las "colas", para separar el carbamato de etilo que pueda haberse formado en la fracción de la cola.

27. Algunos fabricantes pueden redestilar las colas separadas, que posiblemente contengan carbamato de etilo. Si las colas se utilizan para redestilación, se redestilarán por separado, pero para reducir la concentración de carbamato de etilo es preferible descartar la cola.

5.5 Comprobaciones en el destilado, la redestilación y el almacenamiento

5.5.1 Ácido hidrocianico

28. La comprobación del contenido de ácido hidrocianico puede utilizarse como una simple prueba para el contenido de carbamato de etilo en los destilados. Por consiguiente, los niveles de ácido hidrocianico en los destilados se comprobarán con regularidad. La determinación podría llevarse a cabo con ensayos específicos, incluidos kits de ensayo rápido de los niveles de ácido hidrocianico.
29. Si la concentración de ácido hidrocianico en el destilado es superior a 1 mg/l, se recomienda la redestilación con convertidores catalíticos o preparaciones de cobre.
30. Los destilados se almacenarán en botellas resistentes a la luz (o que filtren la luz ultravioleta), o en cajas cobertoras y no a temperaturas más elevadas.

5.5.2 Carbamato de etilo

31. En destilados en que ya puede haberse formado el compuesto (p.ej., destilados con historial de producción desconocido, destilados con concentraciones más elevadas de ácido hidrocianico, o almacenados a la luz o a altas temperaturas) se recomienda comprobar el carbamato de etilo.
32. Destilación adicional es efectiva para reducir el carbamato de etilo en los destilados.

6. RECOMENDACIONES GENERALES

33. Los gobiernos nacionales, de Estados y locales, así como las organizaciones no gubernamentales (ONG, asociaciones y cooperativas comerciales) proporcionarán su propia formación básica y actualizarán la información para reducir el carbamato de etilo en destilados de frutas de hueso.

34. En la preparación no industrial, a pequeña escala de estas bebidas se dispondrá de documentación con información sobre las recomendaciones específicas basadas en las buenas prácticas de fabricación, y directrices para la prevención y reducción del carbamato de etilo en los destilados de frutas de hueso. Específicamente se pondrá información a disposición de los productores de destilados a pequeña escala de frutas de hueso.

3-MCPD DURANTE LA PRODUCCIÓN DE PVH-ÁCIDO Y PRODUCTOS QUE CONTIENEN PVH-ÁCIDO

CAC/RCP 64-2008

INTRODUCCIÓN

1. 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) es uno de los compuestos de una serie que se denomina como cloropropanoles. Estos compuestos son contaminantes que se forman durante el procesado y la fabricación de determinados alimentos e ingredientes. Originariamente se descubrieron en la proteína vegetal hidrolizada con ácido (PVH-ácido) en la década de 1980. Investigación posterior en la década de 1990 reveló su presencia en salsas de soja fabricadas utilizando PVH-ácido como ingrediente.
2. Las PVH-ácido se producen *a través* de la hidrólisis de varios materiales proteínicos vegetales y animales con ácido hidrocórico. Se utilizan ampliamente como acentuadores del aroma y como ingredientes en productos alimenticios sazonados y comidas precocinadas. Los niveles habituales en los alimentos oscilan entre 0,1 y 20% aproximadamente.
3. La presencia de cloropropanoles en la PVH-ácido se desprende de su formación durante el paso de la hidrólisis por mediación del ácido hidrocórico del proceso de fabricación. Durante esta fase hidrolítica el ácido reacciona también con los lípidos y fosfolípidos residuales presentes en la materia prima, dando lugar a la formación de cloropropanoles. Según la experiencia industrial la formación de cloropropanoles no puede evitarse mediante el uso de fuentes de proteínas desprovistas de grasas.
4. Además de la formación de cloropropanoles durante la fabricación de PVH-ácido para utilizar como ingrediente, también pueden formarse cloropropanoles en las salsas de soja y condimentos afines, en que el proceso de fabricación de la misma salsa incluye el tratamiento de ácido hidrocórico del grano de soja. Al igual que en la PVH-ácido, el modo de formación incluye también la hidrólisis ácida de lípidos y fosfolípidos residuales.

5. En la fabricación de salsa de soja se puede utilizar una serie de técnicas. Generalmente, los productos elaborados exclusivamente mediante fermentación no contienen cloropropanoles o, si los contienen, se dan sólo en cantidades sumamente pequeñas. Son los productos que utilizan PVH-ácido como ingrediente, los que pueden contener cloropropanoles. Las salsas de soja y los productos relacionados que son sometidos a tratamiento con ácido durante la fabricación pueden contener también cloropropanoles.
6. Generalmente, 3-MCPD es el cloropropanol que mayor presencia tiene en los alimentos que contienen PVH-ácido. Está presente como una mezcla racémica de isómeros (R) y (S) en hidrosilatos de proteínas. Otros cloropropanoles que pueden darse, aunque generalmente en cantidades más pequeñas, son 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD), 1,3-dicloro-2-propanol (1,3-DCP) y 2,3-dicloro-1-propanol (2,3-DCP).
7. La presencia de cloropropanoles en los alimentos es preocupante debido a sus propiedades toxicológicas. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) examinó el 3-MCPD y el 1,3-DCP en junio de 2001 y asignó una ingestión diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) para los 3-MCPD de 2 µg/kg de pc/día. El Comité evaluó de nuevo los cloropropanoles en junio de 2006 y decidió mantener la IDTMP establecida previamente. Al evaluar los 3-MCPD, el Comité comentó que la reducción en la concentración de 3-MCPD en la salsa de soja y productos afines elaborados con PVH-ácido podía disminuir considerablemente la ingestión de este contaminante por los consumidores de estos condimentos.
8. Los distintos mercados regionales pueden necesitar productos con propiedades organolépticas diferentes para amoldarse a los gustos regionales específicos. Los métodos individuales y sus combinaciones, que se esbozan posteriormente en este documento, para reducir al mínimo los niveles de 3-MCPD tendrán efectos diferentes sobre las propiedades organolépticas del producto final y como tal, los fabricantes deben tomar en consideración esos efectos al elegir la estrategia para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD. Si bien es posible técnicamente reducir el 3-MCPD a niveles por debajo de 0,1 mg/kg, las cualidades organolépticas de tales productos pueden verse afectadas adversamente, puesto que el aroma y el sabor (umami) reflejan directamente la calidad de la PVH-ácido. Esto es especialmente cierto en productos de PVH-ácido madurados.

9. Los fabricantes han puesto en práctica medidas para reducir los niveles de cloropropanoles en las PVH-ácido y productos afines. En la siguiente sección se da más información de los procedimientos generales utilizados para fabricar PVH-ácido con niveles bajos de cloropropanoles. Algunos fabricantes reformularon sus productos a principios de la década de 1990 para poder reducir al mínimo los efectos de los cambios en las cualidades organolépticas experimentados al utilizar los métodos de fabricación mejorados. Con otros procesos de producción se obtuvieron productos con niveles más bajos de cloropropanoles reduciendo al mínimo el efecto sobre las cualidades organolépticas. La implementación de procedimientos de fabricación para reducir el 3-MCPD en la PVH-ácido a bajos niveles puede ser difícil técnicamente y muy costosa, necesitando en muchas ocasiones nuevo equipo. La reformulación de las recetas para los alimentos procesados elaborados utilizando PVH-ácido también puede ser necesaria.
10. Los cloropropanoles se han detectado también en otros alimentos que no son sometidos a hidrólisis ácida durante la fabricación. Entre dichos productos se encuentran la fruta y hortalizas elaboradas, productos a base de cereales y de panadería, carnes procesadas, pescado ahumado y cerveza.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

11. El objetivo de este Código de Prácticas es describir y difundir las mejores prácticas para la fabricación de PVH-ácido, salsa de soja y condimentos afines, en cuya producción se utiliza hidrólisis ácida, con el fin de facilitar la reducción de los niveles de 3-MCPD. El presente código de prácticas no contempla los ingredientes de alimentos producidos mediante métodos que no requieren hidrólisis ácida de proteínas vegetales

PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

PVH-ácido

12. El proceso de fabricación para las PVH-ácido varía dependiendo de las cualidades organolépticas que se deseen del producto final. La fuente de la materia prima, molaridad del ácido, temperatura de la reacción, duración de la reacción y otros factores pueden afectar en las cualidades organolépticas del producto final. Puede darse una descripción generalizada del proceso de fabricación de PVH-ácido (véase la Fig. en la anexo). Las materias primas vegetales que se utilizan normalmente en la producción de PVH-ácido son semillas de aceite desprovistas de grasa (soja y cacahuete (maní)), y proteínas

de maíz, trigo, caseína, levadura y arroz. Estas materias primas se hidrolizan con ácido hidroclicórico desde menos de 4 M hasta 9 M, a una temperatura entre 70 °C y 135 °C durante un lapso de tiempo de hasta 8 horas, aunque se han comunicado lapsos de tiempo de hasta 20 y 35 horas, a presiones que normalmente son mayores que la presión atmosférica. Después de enfriarse, el hidrolizado se neutraliza o bien con carbonato sódico o hidróxido de sodio hasta un pH de 5 a 9 a una temperatura entre 90 y 100 °C durante 90 y 180 minutos, y seguidamente se añade ácido hidroclicórico a la mezcla para fijar el pH entre 4,8 y 5,2. El hidrolizado se filtra para suprimir la fracción de hidrato de carbono insoluble (humina) y después se blanquea o se refina. Se puede utilizar tratamiento con carbón activado para eliminar los componentes de sabor y color, según la especificación requerida. Tras el filtrado posterior, la PVH-ácido puede fortificarse, dependiendo de la aplicación, con componentes aromatizantes adicionales. Después el producto puede guardarse como líquido al 30–50% de sustancia seca (que corresponde al 2–3% del total de nitrógeno), o alternativamente se puede formar el vacío, deshidratarse por atomización o someterlo al vapor y guardarlo como sólido (97–98% de materia seca).

Métodos que pueden emplearse para reducir los niveles de 3-MPCD en la PVH-ácido

13. Para minimizar la concentración de 3-MCPD en el producto final se pueden seguir tres métodos principalmente. El primero de ellos consiste en controlar detenidamente el paso de la hidrólisis ácida; el segundo en la neutralización posterior para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD; y el tercero emplea la utilización de ácido sulfúrico como sustituto para el ácido hidroclicórico en el paso de la hidrólisis. Estos métodos pueden reducir los niveles de 3-MCPD en las PVH-ácido.
14. Los fabricantes deberían considerar las tres opciones y decidir cuál de ellas es la más apropiada para su método de producción de PVH-ácido. Los tres métodos se describen en los párrafos siguientes, dando ejemplos específicos. Estos métodos se basan en una cantidad limitada de información que es de dominio público; por eso no ha sido posible ofrecer una relación completa de cómo fabricar PVH-ácido baja en 3-MCPD. La información que aparece a continuación es un consejo general; en el ámbito nacional, los fabricantes pueden necesitar adaptar las medidas a sus propios procesos de producción.

15. Con respecto a la primera estrategia, la temperatura y el tiempo de calentamiento del paso de hidrólisis ácida deben controlarse simultáneamente, y debe prestarse atención detenida a las condiciones de reacción y el paso siguiente de neutralización. Normalmente, al inicio la reacción de hidrólisis se lleva a cabo a una temperatura entre 0 y 95 °C hasta 150 minutos. Después la temperatura de la reacción se incrementa gradualmente hasta obtener una temperatura de 103-110 °C. Una vez se ha alcanzado esta temperatura máxima, debe mantenerse durante 2–35 horas y seguidamente enfriar más de 3 horas, neutralizar y filtrar el hidrolizado resultante. Se ha demostrado que el control detenido del paso de hidrólisis ácida reduce los niveles de 3-MCPD en el hidrolizado por debajo de 10 mg/kg.

16. El 3-MCPD que se forma durante el paso de hidrólisis ácida puede suprimirse mediante un tratamiento alcalino secundario. En esencia, este tratamiento alcalino es una extensión del proceso de neutralización que sigue a la hidrólisis ácida del material inicial; produce degradación de los cloropropanoles presentes en el hidrolizado. El tratamiento alcalino se puede realizar antes o después de la filtración del hidrolizado, pero es preferible que se realice antes de la filtración porque así el residuo estará también libre de 3-MCPD. La proteína hidrolizada se trata con álcali aceptable como alimento, como hidróxido potásico, hidróxido sódico, hidróxido de amonio o carbonato sódico para aumentar el pH a 8–13. Después esta mezcla se calienta entre 110 y 140 °C durante un lapso de tiempo de 5 minutos, oscilando otras condiciones de calentamiento indicadas entre 60 y 100 °C durante 90 a 900 minutos. Generalmente, los tratamientos alcalinos a un pH y temperatura más altos necesitan tiempos de procesado más cortos. Después del enfriamiento, el pH del hidrolizado resultante debería ser alcalino (idealmente un pH superior a 8 a 25 °C); si el pH es más bajo, lo más probable es que el tratamiento no haya sido efectivo y se deben adoptar medidas de corrección. Después del tratamiento alcalino, el pH de la proteína hidrolizada se rectifica hasta un pH de 4,8–5,5 utilizando un ácido apropiado (p.ej. ácido hidrocórico) a una temperatura de 10–50 °C. Ahora el hidrolizado puede filtrarse para suprimir cualquier residuo insoluble y obtener el producto final. Se ha demostrado que la utilización de un tratamiento alcalino al fabricar PVH-ácido da un producto final con niveles de 3-MCPD inferiores a 1 mg/kg. Cabe observar que un tratamiento alcalino riguroso reduce las propiedades organolépticas de los productos finales; por ello se aconseja iniciar el tratamiento alcalino con un hidrolizado con bajos niveles de 3-MCPD, que puede obtenerse mediante el control detenido del paso de hidrólisis ácida. Por supuesto es importante prestar atención a la posible recontaminación si se utiliza hidrólisis alcalina secundaria para reducir más el contenido de 3-MCPD de la PVH-ácido elaborada mediante el control

detenido del paso de hidrólisis ácida. El hidrolizado tratado con álcali (con bajos niveles de 3-MCPD) debe mantenerse alejado del equipo (p.ej. recipientes y tubos de reacción, bombas y prensas filtradoras) que se utiliza cuando se lleva a cabo el paso inicial de hidrólisis ácida.

17. Se puede fabricar PVH-ácido utilizando ácido sulfúrico, eliminando por tanto la presencia de iones de cloro que dan lugar a la formación de 3-MCPD. El grano de soja y el ácido sulfúrico se mezclan durante 8 horas a una presión de 10 psi. El hidrolizado resultante se neutraliza y el producto final es filtrado y lavado. Las propiedades organolépticas disminuidas de la PVH-ácido sulfúrico se mejoran mediante la combinación del producto final con aromatizantes, p.ej. glutamato monosódico, caramelo, inosinato disódico, guanilato disódico y ácido láctico.

Salsas de soja y productos afines

18. En la producción de salsas de soja se utiliza una serie de procesos de fabricación diferentes y el método utilizado tendrá un impacto si el producto contiene 3-MCPD.

Salsas de soja producidas por fermentación

19. Las salsas de soja que se producen únicamente por fermentación contienen niveles no cuantificables o, en ocasiones muy esporádicas, muy bajos de 3-MCPD. La soja (entera o sin grasa) y otros granos de cereales como el trigo son los principales ingredientes utilizados para la soja fermentada de forma natural. Al inicio del proceso estas materias se cocinan previamente, se mezclan y se inoculan con *Aspergillus oryzae* y/o *Aspergillus sojae*. Después de la incubación durante 1 a 3 días, a 25–30 °C, se añade agua salada y la mezcla es fermentada y madurada a una temperatura inferior a 40 °C durante un período no inferior a 90 días. La salsa de soja fermentada a corto plazo se produce de forma similar salvo que el estadio de fermentación/madurado en agua salada se realiza a 40 °C o más y el proceso se termina en 90 días.

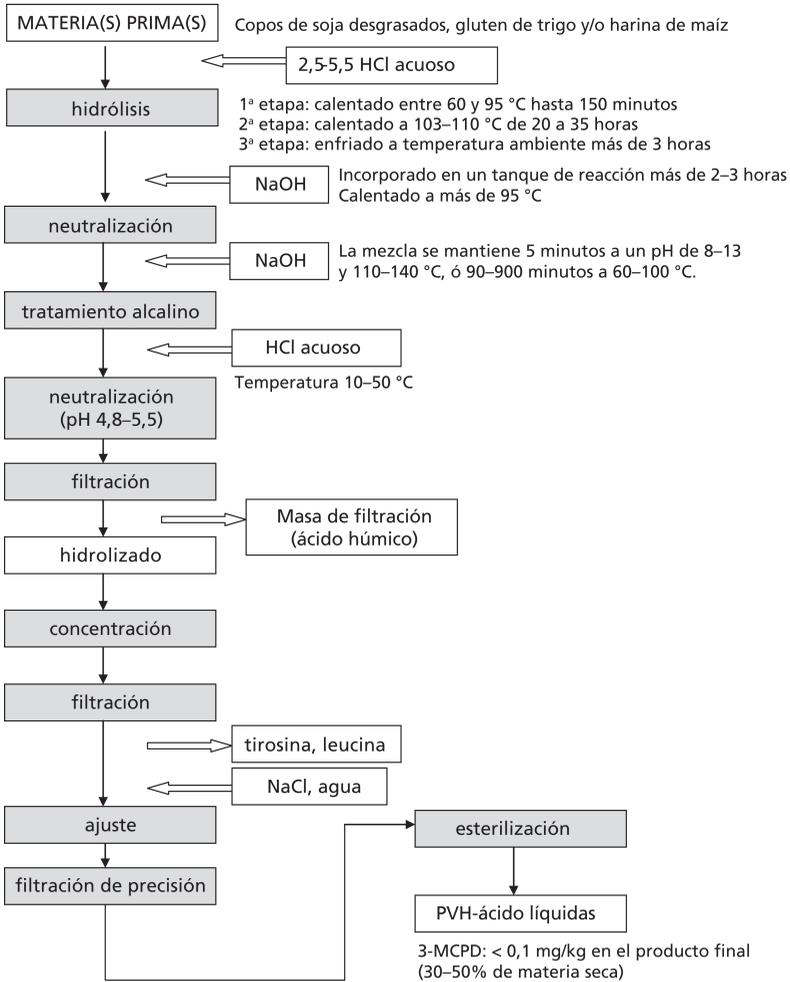
Salsas de soja en cuya fabricación se utiliza un estadio de tratamiento ácido

20. Alternativamente, las salsas de soja pueden fabricarse utilizando PVH-ácido y otros ingredientes como azúcares y sal. Estos productos pueden contener 3-MCPD y las medidas para evitar su aparición se han descrito anteriormente para la PVH-ácido. La utilización de estos procesos dará lugar a productos con niveles bajos de 3-MCPD.

21. Otra técnica de fabricación implica el mezclado de las salsas de soja fermentadas con las derivadas de la PVH-ácido. La fabricación de algunos productos implica la maduración después del mezclado. Tales productos (conocidos comúnmente como salsas de soja semiquímicas) pueden contener también 3-MCPD y anteriormente se han descrito las medidas adecuadas para minimizar su presencia en la PVH-ácido.

ANEXO

PROCESO DE FABRICACIÓN DE PVH-ÁCIDO A ESCALA COMERCIAL



CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) EN LOS ALIMENTOS PRODUCIDOS POR PROCEDIMIENTOS DE AHUMADO Y SECADO DIRECTO

CAC/RCP 68-2009

INTRODUCCIÓN

1. Muchos contaminantes químicos se forman durante la combustión de combustible, tanto en el procedimiento de ahumado como en el de secado directo. Entre los ejemplos se encuentran hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas, formaldehído, nitrógeno y óxidos de azufre (pertinentes para la formación de nitrosaminas, por ejemplo). Asimismo, en los gases de combustión se han encontrado también metales pesados. Los tipos y las cantidades encontrados dependen del combustible utilizado, la temperatura y otros parámetros.
2. Se pueden formar y liberar cientos de HAP a consecuencia de una combustión o pirólisis incompleta de materia orgánica, durante los incendios forestales y las erupciones volcánicas, así como en los procedimientos industriales y otras actividades humanas, comprendida la elaboración y preparación de alimentos. Debido a su modalidad de formación, los HAP son ubicuos en el medio ambiente y, por lo tanto, ingresan en la cadena de alimentos, especialmente a través del aire y el suelo. Los HAP pueden estar presentes en las materias primas por contaminación ambiental del aire y deposición en los cultivos, por los suelos contaminados y mediante transferencia del agua a invertebrados de agua dulce y marinos. La preparación de alimentos comercial y en el hogar, como el ahumado, el secado, el asado, el horneado, el asado a la parrilla y el freído, se reconoce como fuente importante de contaminación de los alimentos. La presencia de HAP en los aceites vegetales también puede originarse en los procesos de ahumado y de secado utilizados para secar las oleaginosas antes de extraer el aceite.
3. La contaminación de los alimentos por HAP a través de la contaminación medioambiental debería controlarse mediante medidas dirigidas a la fuente de la contaminación, como filtrar el humo de las industrias pertinentes (p.ej., obras de cemento, incineración y metalurgia) o bien limitando las emisiones de HAP de los automóviles. Buenas prácticas agrícolas (BPA), incluidas una selección apropiada de los terrenos agrícolas, podrían reducir también la

contaminación medioambiental de los alimentos por HAP. Si bien en este Código de prácticas no se presta atención a esta reducción de la ingesta de HAP a través de los alimentos finales.

4. Los procedimientos tradicionales, como el ahumado y el secado directo, ofrecen una amplia variedad de texturas y aromas en el alimento, y por tanto mayor posibilidad de elección a los consumidores. Muchas clases de alimentos ahumados y secados son productos alimenticios tradicionales muy apreciados en los lugares en que estos tipos de procedimiento se han utilizado para prolongar el tiempo de conservación y la calidad, y proporcionar el aroma y la consistencia requeridos por los consumidores. La prolongación del período de validez puede influir también sobre el valor nutritivo de los alimentos, como por ejemplo el contenido de vitaminas.
5. La contribución mayor a la ingesta de HAP son los cereales y los productos de cereales (debido a su elevado consumo en la alimentación), así como las grasas vegetales y los aceites (debido a que presentan concentraciones más elevadas de HAP en este grupo de alimentos). Por lo general, a pesar de su concentración comúnmente más elevada de HAP, el pescado y las carnes ahumadas y los alimentos preparados a la parrilla no representan una contribución significativa, en particular porque son una parte reducida de la alimentación. Sin embargo, hacen una contribución mayor que conduce a una ingesta más elevada de HAP allí donde estos alimentos representan una parte considerable de la alimentación.
6. En su dictamen sobre el HAP, el JECFA recomendó que se debía hacer lo posible para reducir la contaminación por HAP durante los procedimientos de secado y ahumado, sustituyendo por ejemplo el ahumado directo (por humo elaborado en la cámara de ahumado utilizado tradicionalmente en los humeros) por el ahumado indirecto.

OBJETIVOS

7. Este Código de prácticas tiene como finalidad ofrecer orientación a las autoridades de los países y a la industria para prevenir y reducir la contaminación de los alimentos por HAP en los procedimientos comerciales de ahumado y secado directo. Con este objetivo, el presente Código de prácticas determina puntos que es importante tener en cuenta y ofrece recomendaciones pertinentes. Los procedimientos de ahumado y secado directo se utilizan en la industria así como en el hogar. Los consumidores ahuman los alimentos a menudo mediante un procedimiento de ahumado

directo, mientras que el secado se puede llevar a cabo directa o indirectamente, por ejemplo al sol o en un horno de microondas. El Código de prácticas y la orientación también podrían utilizarse como base de la información a los consumidores.

8. El Código de prácticas reconoce las ventajas del ahumado y el secado, incluyendo la disponibilidad de productos alimenticios ahumados de forma tradicional, la prevención de la degradación, la contaminación y proliferación microbiológica, y la posibilidad de reducir los riesgos para la salud humana por los HAP que se forman en los alimentos durante el procedimiento.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

9. El ámbito de aplicación de este Código de prácticas es la contaminación por HAP durante los procedimientos comerciales de ahumado, tanto directo como indirecto, y secado directo.
10. El Código de prácticas no contempla la contaminación por HAP en los alimentos, que se forma por:
 - a) la utilización de hierbas y especias en el procedimiento de ahumado¹;
 - b) el secado indirecto;
 - c) otras técnicas de procesado de los alimentos, incluido el asado a la barbacoa y el cocinado en el hogar y el sector de restauración; y
 - d) la contaminación medioambiental de las materias primas.
11. Este código de prácticas se concentra únicamente en la contaminación por HAP. Debe destacarse, sin embargo, que las condiciones que dan lugar a una reducción de un contaminante pueden dar lugar al incremento de otros contaminantes o reducir el estándar microbiológico de los productos. La posible interferencia entre los niveles de contaminantes como HAP, aminos heterocíclicos y nitrosaminas, no siempre se entiende, pero estos contaminantes pueden plantear problemas para la inocuidad de los alimentos como tal, o bien debido a la reacción del óxido de nitrógeno por ejemplo con componentes del alimento dando lugar a la formación de nitrosaminas. Debe subrayarse que toda orientación para reducir al mínimo

¹ En el procedimiento de ahumado tradicional, generalmente se utilizan como combustible varias clases de madera, en algunos casos con hierbas y especias, como por ejemplo enebrinas, para dar un aroma característico. Tales hierbas y especias pueden ser una posible fuente para la contaminación por HAP. Pese a que pueden utilizarse muchas clases diferentes de hierbas y especias, normalmente se utilizan solamente en cantidades más pequeñas y los conocimientos sobre la influencia de la utilización de hierbas y especias son limitados. Por tanto en este Código de prácticas no se aborda su uso.

los HAP no debe llevar a un incremento de otros contaminantes ni a disminuir la inocuidad microbiológica.

DEFINICIONES

12. Contaminante se define como cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental. Este término no abarca fragmentos de insectos, pelo de roedores y otras materias extrañas.
13. Secado directo se refiere a dos procedimientos: en uno se utiliza directamente el gas de combustión como gas de secado en contacto con los alimentos; el otro es el secado al sol.
14. Secado al sol es un procedimiento de secado directo en el que se utilizan la radiación del sol y el viento para secar a la intemperie.
15. Secado indirecto es un procedimiento de secado en el que el gas de combustión no entra en contacto directo con los alimentos, el aire se calienta con un intercambiador de calor, electricidad o por otros medios.
16. HACCP es un sistema que determina, evalúa y controla los peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.
17. *Materiales de siembra, otros* comprende otros tipos de combustibles distintos de las maderas, que se utilizan para ahumar o secar, como el bagazo, mazorcas de maíz y cáscaras y residuos del coco.
18. *Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)* son un grupo de contaminantes que constituyen una extensa clase de compuestos orgánicos que contienen dos o más anillos aromáticos fusionados formados por átomos de carbono e hidrógeno.
19. *Pirólisis* es la descomposición química de materia orgánica provocada por el calentamiento en ausencia de oxígeno u otros reactivos, excepto posiblemente el vapor de agua.

20. El *humo* consta de particulados líquidos y sólidos suspendidos en una fase gaseosa. Se estima que las partículas del humo, cuyo tamaño generalmente oscila entre 0,2 y 0,4 μm (o un tamaño tan pequeño como 0,05 a 1 μm , constituyen el 90% de todo su peso. La composición química del humo es compleja y se han identificado más de 300 componentes.
21. Los *condensados de humo* son productos obtenidos mediante la degradación térmica controlada de madera en condiciones de suministro limitado de oxígeno (pirólisis), con condensación posterior de los vapores del humo y fraccionamiento de los productos líquidos obtenidos.
22. *Ahumado* del alimento es un procedimiento utilizado como método de conservación para prolongar el periodo de validez del alimento porque los componentes del humo inhiben la proliferación de algunos microorganismos. Asimismo el procedimiento de ahumado se utiliza para lograr el sabor y el aspecto característicos del alimento ahumado.
23. *Ahumado directo* es el tipo de procedimiento de ahumado tradicional en que el humo se desarrolla en la misma cámara en que se elabora el alimento.
24. *Ahumado indirecto* es un procedimiento en el que se utilizan generadores de humo y el humo se desarrolla en una cámara aparte a la cámara donde se ahúma el alimento. El humo se puede limpiar de varias formas, por ejemplo utilizando un filtro de agua o un condensador para el alquitrán antes de introducirlo en la cámara de ahumado.

PRINCIPIOS GENERALES PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS POR HAP

25. El productor de alimentos deberá conocer las condiciones en las que se generan niveles elevados de HAP y, siempre que sea posible, deberá controlar esas condiciones para minimizar su formación. Con este objetivo, deberá realizarse un análisis de los puntos importantes que se deben tener en cuenta en los procedimientos utilizados o destinados a la producción de alimentos con ahumado o secado directo.
26. El primer paso de este análisis es determinar los puntos importantes que es necesario tener en cuenta. Más adelante se exponen posibles puntos importantes que deberían tenerse en cuenta.

27. El productor deberá evaluar los puntos importantes determinados que se deberán tener en cuenta, tales como:
- posibles fuentes de HAP procedentes del medio ambiente y el procedimiento;
 - posibles efectos en la salud del consumidor;
 - posibilidad de control, y
 - posibles medidas para reducir la contaminación por HAP.
28. El productor deberá tomar las medidas convenientes para controlar los puntos importantes que se determinen para reducir los HAP, con base en los resultados del análisis y otros factores legítimos pertinentes para proteger la salud humana y las actividades económicas, tales como:
- la situación microbiológica y los posibles riesgos de contaminantes;
 - las propiedades organolépticas y la calidad del producto final (el método ideal no produciría efectos negativos en el aspecto, el sabor, el gusto o las propiedades nutritivas del producto); y
 - viabilidad y efectividad de los controles (coste, disponibilidad comercial, peligros ocupacionales).
29. El productor deberá dar seguimiento a los efectos de las medidas ejecutadas y modificarlas si hiciera falta.

EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN PERTINENTE

30. Los alimentos procesados cumplirán la legislación y las normas nacionales o internacionales, y los requisitos generales para la protección de los consumidores. Además, los alimentos deberán producirse de conformidad con los códigos de prácticas del Codex o nacionales. Algunos de éstos pueden contener más información sobre secado y ahumado, que también se deberá tener en cuenta.

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS DE AHUMADO Y SECADO DIRECTO

31. La formación de HAP durante el ahumado y el secado directo depende de una serie de variables, a saber:
- el combustible (maderas, diesel, gases, desechos líquidos/sólidos y otros combustibles);
 - el método de ahumado o secado (directo o indirecto);

- c) el procedimiento de generación de humo en relación con la temperatura de la pirólisis y la circulación de aire en el caso de los generadores de humo (fricción, fuego sin llama, autocombustión), o en relación con otros métodos, como el ahumado directo o humo reconstituido mediante vaporización de condensados de humo (humo líquido);
- d) la distancia entre el alimento y la fuente de calor;
- e) la posición del alimento con respecto a la fuente de calor;
- f) el contenido de grasa del alimento y lo que le sucede durante el procedimiento;
- g) la duración del procedimiento de ahumado o secado directo;
- h) la temperatura durante el procedimiento de ahumado o secado directo;
- i) la limpieza y el mantenimiento de los utensilios;
- j) la estructura de la cámara de ahumado y del equipo utilizado para mezclar el aire y el humo (que repercute en la densidad del humo en la cámara de ahumar).

32. Por lo general, los cambios en las técnicas de procesado pueden reducir en algunos casos la cantidad de HAP formado durante el procedimiento. Los procedimientos de secado y ahumado indirecto pueden producir contenidos más bajos de HAP que el secado o ahumado directo. Añadir carbón activado al aceite de coco en la dosis correcta durante el proceso de refinación puede eliminar por completo la contaminación por HAP.

33. La aplicación de un sistema de HACCP de conformidad con los principios y medidas que recomienda el Codex es una de las opciones para reducir los HAP.

AHUMADO

34. Las técnicas de ahumado se utilizan desde hace siglos como método para conservar la carne y el pescado. El ahumado impregna los alimentos que tienen un alto contenido de proteínas con elementos aromáticos que imparten sabor y color a los alimentos, además de desempeñar una función bacteriostática y antioxidante.

Combustibles utilizados para ahumar

35. Para el ahumado de alimentos, los combustibles utilizados normalmente son las maderas, pero pueden utilizarse también otros tipos de combustible como el bagazo (de la caña de azúcar), las mazorcas de maíz y cáscaras de coco. El combustible utilizado es esencial para los posibles contaminantes de los alimentos, p.ej., la contaminación por HAP de los alimentos es diferente si se utiliza madera o paja. La contaminación de oleaginosas por HAP es mayor

cuando se utiliza cáscara de coco en vez de piel de coco, ya que la cáscara tiene un contenido mayor de lignina.

36. Las especies de la madera repercuten en la formación de HAP. Sin embargo, no se ha logrado obtener recomendaciones de aceptación general para el uso de especies de madera u otros materiales vegetales. Por lo tanto, se recomienda que antes de utilizarse se evalúe cada especie de madera y otros materiales vegetales que se utilizan en el procedimiento de ahumado, con el fin de observar la formación de HAP. Asimismo, la madera que se utilizará en el procedimiento de ahumado de preferencia no deberá ser resinosa.
37. El uso de otros combustibles distintos de la madera y otros materiales vegetales para ahumar alimentos deberá desalentarse. Combustibles como el diesel, el hule (por ejemplo, neumáticos) o los residuos de aceites, no se deberán utilizar siquiera como componentes parciales ya que pueden dar lugar a un incremento significativo de los niveles de HAP. Las maderas tratadas con sustancias químicas, por ejemplo como conservantes, impermeabilizantes, protección contra incendios, etc., no se deberán utilizar para ahumar ni para producir condensados de humo. Estos tratamientos podrían contaminar los alimentos e introducir otros contaminantes, por ejemplo dioxinas de las maderas tratadas con pentaclorofenol (PCF).

Alimentos ahumados

38. La posición del alimento en la cámara de ahumado y la distancia entre el alimento y la fuente de calor es un punto crítico en el procedimiento de ahumado. Dado que la fijación de los HAP es particulada, una distancia mayor de la fuente de humo podría reducir el contenido de HAP en el alimento.
39. En el ahumado directo, la grasa del alimento que gotea en la fuente del humo, por ejemplo la madera ardiendo o en otros materiales vegetales, puede aumentar el contenido de HAP en el humo y también en el alimento. Para evitar que aumente el contenido de HAP por el goteo de grasas en el fuego abierto, se pueden instalar láminas de metal perforadas entre el alimento que se va a ahumar y la fuente de calor.
40. La calidad microbiológica del producto alimenticio final debe evaluarse para garantizar que no puedan desarrollarse sustancias patógenas durante el procesado y en el alimento final.

41. Las propiedades organolépticas de los productos finales son una parte esencial de sus características. El cambio de los métodos puede no dar lugar necesariamente a los productos que se requiere.

Procesado

42. En general se reconocen cuatro tipos de procedimientos de ahumado: sin llama, en placas termostáticas, procedimientos de fricción y a través de condensados de humo. Los procedimientos de fricción permiten la producción de humo por pirólisis de aserrín de madera, virutas de madera y leños, respectivamente. Los condensados de humo se pueden utilizar exponiendo el alimento al humo que se reproduce o regenera al vaporizar el condensado de humo (humo líquido) en una cámara de ahumar.

43. El humo se produce mediante la pirólisis del combustible a temperaturas que oscilan entre 300 y 450 °C (y hasta 600 °C) en la zona de calor. Para producir humo para ahumar alimentos es necesario evitar que se produzcan llamas, inclusive ajustando la circulación del aire.

44. Las diferencias en los procedimientos de ahumado pueden producir niveles de HAP muy variables en el producto alimenticio final. La elección de tecnología para el procesado es muy importante para la concentración final de HAP. La determinación de los parámetros decisivos para la formación de HAP en un procedimiento específico puede ser útil para controlar los niveles de HAP. El ahumado directo requiere menos equipo que el ahumado indirecto, pero puede dar lugar a niveles más elevados de HAP en el producto alimentario final.

45. Sustituyendo el ahumado directo por ahumado indirecto se puede reducir considerablemente la contaminación de los alimentos ahumados. En los modernos hornos industriales, se puede hacer funcionar automáticamente bajo condiciones controladas un generador de humo externo para limpiar el humo y regular su flujo cuando se pone en contacto con el alimento. Sin embargo, para operaciones más tradicionales o pequeñas, esta puede no ser una opción.

46. Los procedimientos de ahumado suelen dividirse en tres grupos, según las temperaturas utilizadas en la cámara de ahumado durante el procedimiento:

- a) Ahumado *en frío* con una temperatura entre 18 y 25 °C. Utilizado por ejemplo para algunas clases de pescado y salchichas tipo salami.

- b) *Semicaliente* con temperaturas en torno a los 40 °C. Utilizado por ejemplo para algunas clases de pescado, el bacon y el lomo de cerdo.
- c) Ahumado *en caliente* es el ahumado combinado con el calor resultante a una temperatura de 70 a 90 °C. Utilizado por ejemplo para algunas clases de pescado y para salchichas tipo *frankfurt*.

47. El tipo de generador utilizado debería basarse en una evaluación de la posible reducción del contenido de HAP en el alimento final y si es posible incluir lavado del humo después del generador y antes de la cámara de humo. Buenos resultados se obtienen instalando deflectores detrás del generador de humo equipado con un mecanismo para decantar el alquitrán. Una manera más eficiente es controlar la temperatura de pirólisis y decantar los tanques pesados de las fases a un mecanismo de enfriamiento con deflectores. La información general y los datos científicos que ilustran la influencia exacta del uso de distintos tipos de combustible, la duración, la temperatura, etc. son limitados y es necesario realizar pruebas específicas en el análisis de riesgos de los puntos críticos de control de los procedimientos individuales. También otros métodos como el uso de tubos largos en el equipo pueden reducir los HAP.

48. Dado que los HAP son partículas enlazadas, se puede utilizar un filtro para eliminar del humo material particulado. Esto debería reducir la posible contaminación por HAP.

49. Es necesario equilibrar el oxígeno porque su presencia en exceso o su escasez producen HAP. Es necesaria una cantidad adecuada de oxígeno para garantizar la combustión parcial o incompleta del combustible. Sin embargo, demasiado oxígeno puede elevar la temperatura en la zona de calor y aumentar la producción de HAP. Una falta de oxígeno puede producir la formación de más HAP en el humo, así como monóxido de carbono, que puede ser peligroso para los operarios.

50. La temperatura es importante para la combustión parcial/incompleta del combustible. En general, la formación de HAP aumenta cuando aumenta la temperatura. La composición del humo depende de la temperatura, que se deberá ajustar para reducir al mínimo la formación de HAP. Sin embargo, se necesitan más datos para documentar las temperaturas recomendables.

51. En principio, la duración del ahumado debería ser lo más breve posible para que la exposición de la superficie del alimento al humo que contiene HAP sea mínima. En el caso del ahumado en caliente, cuando el producto se cocina al mismo tiempo, es esencial cocinarlo suficiente para que el producto esté totalmente hecho. Si el humo caliente es la única fuente de calor (los humeros tradicionales), la cámara de ahumado debería calentarse antes de colocar los alimentos en ella. La duración del ahumado no es un parámetro importante siempre que la fuente de humo se controle bien. Además, un ahumado corto puede afectar a la inocuidad y período de validez del alimento. No es posible tomar medidas de prevención sin otras consideraciones, y es vital que no repercutan negativamente en las propiedades organolépticas y en la aceptación del producto por el consumidor. Además, la estabilidad microbiológica y las propiedades nutritivas deben permanecer intactas, y es necesario tener cuidado de que no se introduzcan inadvertidamente otros contaminantes.
52. Dado que los condensados de humo se producen con humo que se fracciona y purifica, los productos elaborados con condensados de humo por lo general contienen niveles más bajos de HAP que los productos preparados con humo producido expresamente.

Tratamiento posterior al ahumado

53. Existen tres tipos de medidas de limpieza que se pueden utilizar durante el procedimiento o como tratamiento posterior al mismo:
- durante el procedimiento se puede lavar el humo antes de que ingrese en la cámara de ahumado. Esto se puede hacer lavando (frotando), con un condensador de alquitrán, enfriando o filtrando todo lo que pueda eliminar los HAP particulados del humo;
 - el tratamiento posterior al ahumado supone la limpieza del propio producto ahumado. En este caso el hollín y las partículas que contienen HAP en la superficie del alimento pueden eliminarse enjuagando el producto o sumergiéndolo en agua. Este tipo de limpieza no se puede aplicar a todos los productos, por ejemplo no es adecuado para el pescado y productos pesqueros ahumados;
 - rasurado de la superficie del producto ahumado. En el caso de alimentos ahumados sólidos, como el bonito ahumado (es decir, el *katsuobushi*, un alimento japonés tradicional), este sistema puede reducir la presencia de HAP en el producto final.

54. Cuando sea posible el humo debe lavarse o enfriarse con agua para reducir el contenido de HAP en el alimento final. El enfriamiento por agua se utiliza ya en la industria de la carne. Lavar el producto después del procedimiento puede eliminar de su superficie las partículas que contienen HAP.
55. El lavado del producto no debe utilizarse para los productos pesqueros porque puede reducir la calidad organoléptica e incrementar el riesgo microbiológico. Los productos pesqueros se ahuman generalmente enteros con la piel y si la piel no se consume, se elimina parte de la contaminación por HAP al quitarla. La recomendación podría ser dar prioridad a ahumar el pescado con la piel y eliminarla antes del consumo.

PUNTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERÁN TENER EN CUENTA Y RECOMENDACIONES PARA AHUMAR

56. El contenido de HAP en los alimentos ahumados puede reducirse al mínimo determinando y evaluando los puntos importantes que se deben tener en cuenta, mencionados a continuación, y tomando las medidas adecuadas. Se puede aplicar un sistema de HACCP.
57. Combustible:
- el tipo y la composición de la madera utilizada para ahumar alimentos, así como la edad y el contenido de lignina de la madera utilizada. En general, deberán evitarse las maderas de coníferas que presentan el contenido más elevado de lignina;
 - supervisar el contenido de agua del combustible. Un contenido más bajo de agua puede dar lugar a la combustión acelerada del combustible y a niveles más elevados de HAP;
 - cuando se utilizan especies determinadas de maderas y otros tipos de materiales vegetales, como bagazo (de la caña de azúcar), mazorcas de maíz y cáscaras de coco, su uso deberá evaluarse a la luz de la contaminación por HAP;
 - no utilizar maderas tratadas con sustancias químicas;
 - el uso de combustibles distintos de las maderas y materiales vegetales: no utilizar combustible diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos de hule y aceites de desecho que pueden contener ya niveles considerables de HAP;
 - influencia en el sabor del alimento final.

58. Humo producido y utilizado en el procedimiento:

- a) la composición del humo depende, por ejemplo, del tipo de madera u otros materiales vegetales, la cantidad de oxígeno presente y la temperatura de la pirólisis, así como la posible duración de la combustión de los materiales vegetales;
- b) el diseño de la cámara de ahumado y del equipo utilizado para mezclar el aire y el humo (p. ej., la longitud del tubo del equipo);
- c) filtración o enfriamiento del humo donde sea posible;
- d) lavado del humo entre un generador de humo y la cámara de humo, donde sea posible;
- e) instalar deflectores después del generador de humo, con un dispositivo para decantar el alquitrán, de ser posible;

59. Alimentos ahumados:

- a) la posición del alimento en la cámara de ahumar y la distancia entre el alimento y la fuente de humo;
- b) propiedades químicas y composición del alimento, por ej., el contenido de grasa del alimento que se va a ahumar;
- c) depósitos de partículas de humo en la superficie e idoneidad de ésta para consumo humano. En el caso del pescado, se recomienda dar prioridad al ahumado del pescado con piel;
- d) la calidad microbiológica después de la elaboración;
- e) las propiedades organolépticas del alimento final.

60. Procedimiento de ahumado:

- a) si se trata de un procedimiento de ahumado directo o indirecto. Sustituir el ahumado directo con ahumado indirecto cuando sea posible;
- b) evaluación previa de los generadores de humo teniendo en cuenta el contenido de HAP que se produce en el humo;
- c) ajustar la circulación del aire para evitar que se produzcan temperaturas excesivas durante la generación del humo;
- d) seleccionar una cámara para ahumar y dispositivos adecuados para mezclar el aire y el humo;
- e) disponibilidad de oxígeno durante el procedimiento de ahumado;
- f) duración del ahumado: reducir el tiempo que el alimento permanece en contacto con el humo; esto deberá tener en cuenta las consecuencias en la inocuidad microbiológica y la calidad;
- g) temperaturas: la temperatura en la zona de calor (en la fase de producción del humo) y la temperatura del humo en la cámara de ahumar;
- h) para evitar que aumente el contenido de HAP por goteo de grasas en la fuente de calor, se pueden instalar entre ésta y el alimento que se va a ahumar placas de metal perforadas;

- i) el método y programa de limpieza aplicado en la unidad de elaboración;
- j) como opción al uso de humo producido expresamente los fabricantes pueden contemplar el ahumado con humo regenerado a partir de condensados de humo. También se pueden producir productos con sabor ahumado mediante la aplicación a los alimentos de condensados de humo, mediante vaporización, remojo, inyección o inmersión.

61. Procedimientos posteriores al ahumado:

La limpieza del producto ahumado mismo. En este caso se pueden eliminar el hollín y las partículas que contienen HAP de la superficie del alimento enjuagándolo o sumergiéndolo en agua. Este tipo de limpieza no es adecuado para todo tipo de productos, por ejemplo, para el pescado y los productos pesqueros. Además, el lavado puede reducir la calidad organoléptica e incrementar los riesgos microbiológicos.

SECADO DIRECTO

62. Uno de los métodos más antiguos de conservación de los alimentos es el secado directo, ya que utiliza menos equipo que el secado indirecto. El secado directo reduce la actividad del agua lo suficiente para retrasar o prevenir la formación de bacterias. Los alimentos se pueden someter a secado directo al sol o el viento, o bien con gases calientes de combustión. El agua por lo general se elimina por evaporación y creando una capa externa más dura, lo que ayuda a frenar el ingreso de microorganismos al alimento.

CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN ENCAMINADAS A REDUCIR EL CONTENIDO DE HAP EN LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

Esta sección se divide en secado directo mediante a) el sol o el viento, b) otros combustibles.

Secado al sol

63. Si para secar se utiliza el calor del sol o el viento, la fuente posible de HAP es el medio ambiente. La contaminación puede originarse en el suelo, polvo o de la combustión de la industria y el tráfico, así como en incendios forestales y erupciones volcánicas.

64. Secar alimentos al sol presenta la ventaja de que se utiliza la energía gratuita del sol o el viento. Sin embargo, el secado artificial (deshidratación) puede resultar más conveniente debido a las ventajas de que se tiene más control del entorno y el tiempo de secado, el procedimiento es más rápido y hay

menos contaminación de la tierra, el pasto y partículas de insectos, lo que se suma a la demanda del consumidor de productos más limpios y menos contaminados.

65. Una desventaja importante del secado al sol es la exposición de los alimentos al medio ambiente, por ejemplo, a condiciones inconvenientes del clima y agentes contaminantes. Las condiciones del clima, que no puede controlar el productor, repercuten mucho en la velocidad del secado. La contaminación de los alimentos secados con materias extrañas es un motivo serio de preocupación. Los alimentos secados al sol están expuestos a contaminación del polvo que acarrea el viento, semillas, insectos, roedores y excrementos de aves.
66. No se deben secar alimentos al sol cerca de centros industriales donde hay combustión de gases, como las carreteras de tráfico pesado, incineradores, centrales eléctricas que funcionan con carbón, cementeras, etc., ni en la proximidad inmediata de carreteras con tráfico intenso. Se prevé que la contaminación producida por secar en este tipo de lugares será un problema especial para los alimentos que tienen una superficie grande, como las especias. Sin embargo, los alimentos se pueden proteger en cierta medida de las fuentes industriales utilizando secadoras cubiertas.

Procedimientos de secado directo distintos del secado al sol

67. Los procedimientos de secado deberán iniciarse lo antes posible una vez recibidos los cultivos, a fin de evitar un deterioro innecesario.

Combustible utilizado en el secado directo distinto del secado al sol

68. Para el secado directo se utilizan distintos tipos de combustibles, p. ej., gas natural, aceites de tuba y minerales. Para algunos alimentos, el efecto de la elección del combustible sobre el sabor puede ser un factor decisivo a la hora de elegir el combustible. En cualquier caso no deberían utilizarse combustibles, como diesel, neumáticos de caucho o aceite de desecho, incluso ni como componentes parciales, porque pueden incrementar los niveles de HAP.

Gases de combustión

69. El secado con gases de combustión aumentó la contaminación entre 3 a 10 veces; la contaminación mediante el uso de coque como combustible fue mucho menor que utilizando aceite. Se ha comprobado que el contacto directo de semillas de aceite o cereales con productos de combustión durante los procedimientos de secado da lugar a la formación de HAP, y por tanto

debería evitarse. El JECFA recomienda que el contacto del alimento con los gases de combustión se reduzca al mínimo.

Los alimentos secados

70. El secado se utiliza para muchos tipos de alimentos, como la carne y diversos frutos. El secado es también el medio habitual de conservación de los cereales.

71. La contaminación de los aceites vegetales (incluidos los aceites de orujos) con HAP se produce generalmente en procedimientos tecnológicos como el secado al fuego directo, en los cuales los productos de combustión pueden estar en contacto con los alimentos. Se ha comprobado que el contacto directo de las oleaginosas o los cereales con los productos de combustión durante los procedimientos de secado da lugar a la formación de HAP y debería evitarse.

El procedimiento de secado directo

72. Los equipos deshidratadores son convenientes para patios de secado y productores más grandes. La deshidratación permite mantener un ciclo de producción constante, reduce los costos de mano de obra y representa un seguro contra condiciones desfavorables del clima para secar al sol. Un sistema que combine el secado inicial al sol con deshidratación para terminar el producto puede presentar considerables ventajas sin pérdida de calidad del alimento.

73. Las operaciones y aplicaciones corrientes de secado/calentamiento directo incluyen el secado para eliminar el agua (y/u otros disolventes/sustancias químicas) añadida restante o generada durante el procesado. En el secado directo se introduce directamente aire caliente en los alimentos y los productos de combustión pueden penetrar directamente en el alimento. Un ejemplo de la contaminación por HAP en el secado directo es la contaminación de aceites vegetales (incluidos los aceites residuales de oliva) en que el aceite ha sido contaminado por HAP durante los procesos tecnológicos. Otro ejemplo puede ser secar las oleaginosas antes de extraerles el aceite.

74. El flujo de secado continuo, en que los cereales pasan al área de secado de manera continua, es un método para el secado de trigo ampliamente utilizado. Esta técnica puede utilizarse para el secado de cereales destinados a la alimentación. El calor directo se utiliza principalmente con temperaturas que alcanzan los 120 °C para los piensos. Para los alimentos (cereales, malta,

etc.), se utiliza generalmente secado indirecto (la generación externa de calor) y temperaturas entre 65 y 80 °C. La duración del secado para ambos tipos de secado es de media a una hora, dependiendo del contenido inicial de humedad del cereal.

75. La deshidratación ofrece una forma de seguro contra condiciones desfavorables del clima que pueden obstaculizar el secado tradicional al sol y a la sombra. Un control preciso de las condiciones de secado (la temperatura, la humedad relativa y la circulación del aire) son esenciales para lograr la deshidratación. Se pueden secar muchos tipos de fruta fresca, hortalizas, hierbas, carne y pescado.
76. Una temperatura demasiado elevada (que queme visiblemente el producto) puede producir formación de HAP. Cuando se utiliza un sistema con quemadores, la temperatura de éstos deberá ser suficiente para que se realice la combustión completa del combustible, ya que una combustión incompleta puede hacer que se formen HAP en los gases de secado. Una buena homogeneidad de la temperatura del aire es importante para evitar un calentamiento excesivo.
77. El tiempo de secado deberá ser lo más breve que sea posible, para reducir al máximo la exposición del alimento a los gases que pueden ser contaminantes.
78. Es necesario utilizar carbón activo para refinar los aceites y reducir el contenido de HAP después del secado directo. Cuando los niveles de HAP en los alimentos sean inaceptables deberá establecerse un sistema de supervisión del contenido de HAP y medidas adicionales de refinación (con carbón activo).
79. Garantizar que se haya quemado todo el combustible vigilando la presencia de CO en los gases, la acumulación de hollín en el quemador (si es el caso), y verificando la posición y las temperaturas de los quemadores.
80. Los procedimientos de secado pueden ser una posible fuente de HAP en los cereales y semillas oleaginosas, por ello es necesario controlar también los niveles de HAP en los cultivos agrícolas después de la cosecha, haciendo referencia especialmente a la fuente de contaminación, puesto que estos cultivos pueden tener una influencia importante en la ingesta de HAP a través de los alimentos. El JECFA recomienda que se evite el secado de semillas con fuego y se busquen técnicas alternativas de secado.

81. Existen numerosos factores, como el coste de los utensilios y la disponibilidad de fuentes de energía, que hacen que frecuentemente alimentos similares se sequen de formas muy distintas.

82. Sustituyendo el secado directo por el secado indirecto se puede reducir considerablemente la contaminación de los alimentos. El JECFA recomendó que el secado directo se sustituya por el secado indirecto.

PUNTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERÁN TENER EN CUENTA Y RECOMENDACIONES PARA EL SECADO DIRECTO, EXCEPTO AL SOL

83. El contenido de HAP en los alimentos secados directamente se puede reducir al mínimo sustituyendo el secado directo con secado indirecto, de ser posible, o determinando y evaluando los puntos importantes que se deben tener en cuenta, y que se mencionan abajo, y tomando las medidas adecuadas. Se puede aplicar un sistema de HACCP.

84. Combustible:

- a) El tipo y composición del combustible que se utiliza para secar los alimentos repercute en el contenido de HAP;
- b) No utilizar maderas tratadas con sustancias químicas, por ej., maderas conservadas o pintadas;
- c) Se deberá supervisar el contenido de agua de la madera. Un contenido más bajo de agua de la madera puede hacer que la madera arda con rapidez y se produzcan niveles más altos de HAP;
- d) No utilizar combustibles como el diesel, productos de desecho, especialmente neumáticos, aceites de residuos y desechos de oliva que ya pueden contener niveles considerables de HAP;
- e) El combustible repercute en el sabor del alimento final.

85. Procedimiento de secado:

- a) la temperatura del aire debe ser óptima;
- b) reducir al mínimo el tiempo que el alimento permanece en contacto con los gases de combustión;
- c) utilizar carbón activo durante el refinamiento del aceite;
- d) no secar las oleaginosas al fuego;
- e) evitar el contacto directo de las semillas oleaginosas o los cereales con productos de la combustión;
- f) el equipo debe conservarse limpio y bien mantenido (especialmente las secadoras).

Prevención y Reducción de la Contaminación de los Alimentos y Piensos

Primera edición

Esta primera edición edición contiene todos los códigos de prácticas relativos a la prevención y reducción de contaminantes (por ejemplo micotoxinas, metales pesados, químicos, etc.) en alimentos y/o piensos adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius hasta el 2011.

La Comisión del Codex Alimentarius es un órgano intergubernamental que integra más de 180 miembros, establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El **C O D E X A L I M E N T A R I U S** es el resultado principal del trabajo de la Comisión: un compendio de normas alimentarias, directrices, códigos de prácticas con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos.

ISBN 978-92-5-307119-7 ISSN 1020-2579



9 789253 071197

I2556S/1/12.11