



ANTECEDENTES GENERALES SOBRE LAS AFLATOXINAS Y OTRAS MICOTOXINAS Y ELEMENTOS A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE PRÁCTICAS CORRECTAS DE CULTIVO Y ELABORACIÓN DE NUECES

RECOPIACIÓN: Jaime Cornejo C.¹
Orialis Villarroel G.²

1. Aflatoxinas

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Las aflatoxinas son sustancias altamente tóxicas, resultantes del metabolismo de algunas cepas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* y de las especies relacionadas, *A. nomius* y *A. Niger*. Existen cuatro aflatoxinas importantes: [B1](#), [B2](#), [G1](#), [G2](#) y los productos metabólicos adicionales, [M1](#) y M2.

Las aflatoxinas M1 y M2 fueron aisladas de la leche de animales alimentados con piensos contaminados; la designación con la letra M, proviene de milk. Mientras que la designación de B, de las aflatoxinas B1 y B2 proviene de la fluorescencia azul (Blue) bajo exposición a la luz-UV, mientras que la designación de G, se refiere a la fluorescencia de color verde amarillo(green) de las estructuras relevantes bajo luz - UV. Estas toxinas tienen estructuras similares y forman un grupo único de compuestos heterocíclicos altamente oxigenados, naturales.

Las aflatoxinas se han asociado a varias enfermedades, tales como [aflatoxicosis](#), en ganado, animales domésticos y seres humanos. Las aflatoxinas han recibido más atención que cualquier otra micotoxicosis debido a su potente [efecto carcinógeno](#) demostrado en animales de laboratorio susceptibles y sus efectos toxicológicos agudos en seres humanos.

¹ Dpto. de Alimentos y Nutrición, Ministerio de Salud

² Jefa Laboratorio Toxinas Marinas y Micotoxinas, Instituto de Salud Pública de Chile

Las aflatoxinas a menudo afectan a los cultivos en el campo antes de la cosecha. La contaminación postcosecha puede ocurrir si la humedad del producto durante el almacenaje en bodega excede los valores críticos que permiten el crecimiento del moho *Aspergillus*. Las infestaciones de insectos o de roedores facilitan la invasión de hongos de algunas materias almacenadas.

Las aflatoxinas se detectan de vez en cuando en leche, queso, maíz, maní, semilla de algodón, almendras, higos, especias, y una variedad de otros alimentos y piensos. Las aflatoxinas B₂ y G₂ fueron establecidas como los derivados dihydroxy de B₁ y de G₁, respectivamente. Mientras que la aflatoxina M₁ es 4-hydroxy de la aflatoxina B₁ y la aflatoxina M₂ es 4-dihydroxy de la aflatoxina B₂.

El maíz es probablemente el producto de mayor preocupación mundial, debido a que crece en climas favorables al desarrollo de los hongos. Sin embargo, algunos procedimientos usados en la elaboración de subproductos del maíz, (tortillas) como la oxidación o alcalinización, son capaces de reducir la contaminación del producto final. Los piensos a base de maíz y semilla de algodón usados en raciones destinadas a vacas lecheras, han dado lugar a leche y productos lácteos contaminados con M₁.

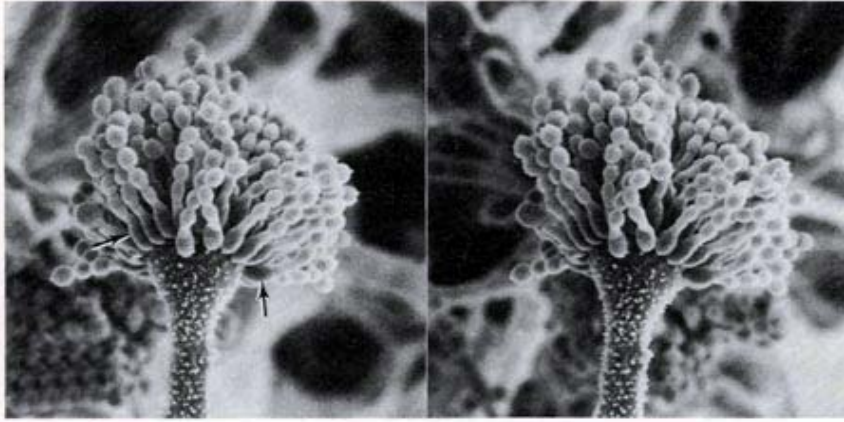
1.2 EL AGENTE

Aspergillus flavus y *Aspergillus parasiticus*, se encuentran en el suelo y crecen rápidamente sobre materia orgánica corrupta. Sus colonias son generalmente amarillas, verde amarillo, amarillo-marrones, o verdes; granulares, aterciopeladas, o algodonosas; y tienen una saliente periférica blanca y un margen distintivo. Las aflatoxinas producidas por las especies del *aspergillus* son ubicuas en climas húmedos y calientes. *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden crecer o producir aflatoxinas en sustratos con actividad de agua menor de 0.7; humedad relativa menor a 70% y temperaturas por debajo de 10.C.

Bajo condiciones de stress tales como sequía o infestación por insectos, la contaminación por aflatoxinas es probablemente alta. Generalmente condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura altas conducen a aumentar el crecimiento del hongo en el alimento almacenado y a la producción de altos niveles de aflatoxinas.

En definitiva, el crecimiento de *aspergillus* y la contaminación de los productos con aflatoxinas son consecuencia de la interacción entre el hongo, el anfitrión y el ambiente. La combinación apropiada de estos factores determina la infestación y la colonización del sustrato, y el tipo y la cantidad de aflatoxina producidos. Sin embargo, se requiere para el crecimiento del hongo y la producción subsiguiente de la toxina un sustrato conveniente, aunque el factor(s) exacto que inicia la formación de la toxina no está bien entendido.

ASPERGILLUS FLAVUS



Porción terminal de un conidiophore de *a. flavus*. X 1000.

El stress hídrico, las altas temperaturas y los daños de la planta anfitriona producidos por insectos son factores importantes que determinan la infestación por el hongo y la producción de la toxina. De igual modo, las etapas específicas del crecimiento del cultivo, la fertilidad pobre, las altas densidades del cultivo y la competencia de la mala hierba se han asociado a crecimiento del hongo y a la producción creciente de la toxina. La formación de aflatoxina también es afectada por el crecimiento asociado de otros hongos o microbios. Por ejemplo, la contaminación precosecha del maní y del maíz es favorecida por las altas temperaturas, por las condiciones prolongadas de sequía y por la alta actividad de los insectos; mientras que después de la cosecha es favorecida por la temperatura y humedad altas.

1.3 LA ENFERMEDAD EN LOS ANIMALES

La manifestación aguda de la enfermedad, la aflatoxicosis, es fundamentalmente una enfermedad hepática. La susceptibilidad de los animales a las aflatoxinas varía considerablemente dependiendo de la especie, la edad, el sexo, y el estado de nutrición. Las aflatoxinas causan daño hepático, disminución de la producción de leche y huevos. La infección recurrente da como resultado la supresión de la inmunidad y el subsecuente ataque por patógenos, como por ejemplo, salmonella.

Se ha observado además toxicidad del embrión en los animales que consumen concentraciones dietéticas bajas. Todos los animales son susceptibles, pero en distintos grados para las diversas especies. Dentro de una misma especie los jóvenes son los más susceptibles. Los síntomas clínicos de la aflatoxicosis en los animales incluyen la disfunción gastrointestinal, fertilidad reducida, utilización y eficacia reducida de la alimentación, anemia e ictericia. Los animales lactantes pueden ser afectados como resultado de la conversión de la aflatoxina B1 a la aflatoxina M1, excretada en la leche.

La aflatoxina B1, la aflatoxina M1, y la aflatoxina G1 han sido asociadas como agentes causales de varios tipos de cáncer en las diversas especies animales. Sin embargo, solamente la aflatoxina B1 es considerada por la **Agencia internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC)** con suficiente evidencia como carcinogénico.

Tabla 1. Toxicidad Aguda de aflatoxina B1 expresada como una dosis oral simple LD50 (FAO web library)

Especies	LD50 mg/kg - 1 peso corporal
Conejos	0.30
Patitos de 11 días	0.43
Gato	0.55
cerdo	0.60
Trucha Arco Iris	0.80
Perro	0.50 - 1.00
Oveja	1.00 - 2.00
Cerdo de guinea	1.40 - 2.00
Babuino	2.00
Pollos	6.30
Rata macho	5.50 - 7.20
Rata hembra	17.90
Macaco	7.80
Rata	9.00
Hamster	10.20

1.4. LA ENFERMEDAD EN LOS SERES HUMANOS

En los seres humanos el síndrome de aflacotoxicosis es caracterizado por vómitos, dolor abdominal, edema pulmonar, convulsiones, coma y muerte, con edema cerebral y degeneración grasa del hígado, los riñones y el corazón.

Las condiciones que aumentan la probabilidad de la ocurrencia de aflatoxicosis aguda en los seres humanos incluyen la disponibilidad limitada del alimento, condiciones ambientales que favorecen el desarrollo del hongo en cosechas y durante el almacenaje de los productos y la carencia de sistemas reguladores para la supervisión y el control de la contaminación de los alimentos.

Las aflatoxinas se consideran agentes carcinógenos humanos (cáncer primario del hígado). La aflatoxina B1 es el agente carcinógeno más potente de entre todas las aflatoxinas; la mayoría de los datos toxicológicos disponibles se relacionan con la aflatoxina B1. La aflatoxina M1, el metabolito hidroxilado de B1, tiene una potencia aproximadamente de un orden de magnitud menor que la B1.

En 1988, el IARC colocó la aflatoxina B1 en la lista de agentes carcinógenos humanos, sobre la base de un número importante de estudios epidemiológicos hechos en Asia y África que han demostrado **una asociación positiva entre las aflatoxinas y el cáncer primario de hígado.** La expresión de enfermedades relacionadas con las aflatoxinas en seres humanos está influenciada por factores tales como edad, sexo, estado alimenticio, y/o exposición concurrente a otros agentes tales como infestación viral de la hepatitis B (HBV) o de una infestación por parásitos.

Cuadro 1

Potencia estimada de cáncer hepático primario en humanos basada en datos epidemiológicos, corregida para estatus positivo o negativo al virus de la hepatitis B, asumiendo una exposición a aflatoxina (B1) de 1 ng/kg por día.

Estudio	Status HbsAg	Incidencia por 100.000 ¹
Croy & Crouch (1991)	-	0.036 (0.079)
	+	0.50 (0.77)
Hosenyi (1992) (background=3.4/100000)	-	0.0018 (0.0032)
	+	0.046 (0.08)
Bowers et al. (1993)	-	0.013
	+	0.328
Qian et al. (1994) (background=3.4/100 000)	-	0.011
	+	0.11
Wang et al. (1996b) (background=3.4/100 000)	-	0.0082
	+	0.37

¹ Los números entre paréntesis representan límites de confianza sobre 95% en el riesgo predicho

Fuente: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants Who Food Additives Series 40. The forty-ninth meeting of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), World Health Organization, Geneva 1998

1.5 EXPOSICIÓN.

En Chile no existe un programa sistemático de vigilancia de la contaminación de los alimentos destinados al consumo humano, producidos localmente o de importación, situación por la cual no es posible estimar la exposición a estas sustancias de la población humana. En el Instituto de Salud Pública de Chile, desde el año 1989 hasta el año 1999, se analizaron 796 muestras de alimentos, la mayoría destinados al consumo humano, con sólo una muestra de maíz importado positiva a la presencia de AF B1 y AFB2 y otra de maíz.

1.6. ANTECEDENTES SOBRE RESULTADOS DE ANÁLISIS REALIZADOS EN CHILE

1.6.1 Análisis realizados en el Servicio Agrícola y Ganadero

Tabla 2: Muestras de tejidos animales analizadas en el Laboratorio de Química Ambiental y Alimentaria. Vigilancia de Exportaciones Pecuarias. SAG 2004 - 2003

AÑO 2004		
Matriz	Análisis realizados a la fecha	Resultado a los LD. definidos
Hígado cerdos	19	negativos
Hígado aves	10	negativos
Hígado pavos	7	negativos
Hígado ovinos	11	negativos
Hígado bovinos	16	negativos
total	63	--
AÑO 2003		
Matriz	Análisis realizados	Resultado a los LD. definidos
Hígado cerdos	5	negativos
Hígado ovinos	10	negativos
total	15	

Fuente: Laboratorio de Química Ambiental y Alimentaria. SAG

Los análisis de este analito se realizan por dos métodos:

- Aflatest (QAA/I-46 / 01)
Límite detección: Aflatoxinas totales 2 ppb.
- Cromatografía líquida alta presión (HPLC) / fluorescencia. (QAA/I- 50/01) .
Límite detección : aflatoxinas B1 0,33 ppb, B2 0,30 ppb, G1 0,27 ppb, G2 0,28 ppb. (ppb : µg/Kg).

Tabla 3: Muestras de nueces analizadas en el Laboratorio de Química Ambiental y Alimentaria.. Exportaciones Agrícolas. SAG 2004

AÑO 2004

Matriz	Análisis realizados a la fecha	Resultado a los LD. definidos
Nueces exportación	15	negativos
total	15	--

Fuente: Laboratorio de Química Ambiental y Alimentaria. SAG

Los análisis de este analito de realizan por dos métodos:

- Aflatest (QAA/I-46 / 01)
Límite detección: Aflatoxinas totales 2 ppb.
- Cromatografía líquida alta presión (HPLC) / fluorescencia. (QAA/I- 45/01) .
Límite detección : aflatoxinas B1 0,26 ppb, B2 0,25 ppb, G1 0,21 ppb, G2 0,23 ppb. (ppb : µg/Kg).

CUADRO 2: Programa control de alimentos para uso animal.
(análisis de ingredientes)

Año 2004

Total de muestras a septiembre): 415 muestras (positivas 3)

Los análisis de este analito de realizan por método:

- Aflatest (QAA/I-46 / 01)
Límite detección: Aflatoxinas totales 2 ppb.
Los análisis de este analito de realizan por dos métodos:
- Aflatest (QAA/I-46 / 01)
Límite detección: Aflatoxinas totales 2 ppb.

1.6.2 Análisis realizados en el Instituto de Salud Pública de Chile

Tabla 4

Determinación de aflatoxinas en muestras de alimentos destinados al consumo humano y animal, analizadas en el Instituto de Salud Pública de Chile, según años y tipo de alimentos.

año	Nº	Tipo de alimento	Resultados en ppb
1989	33	arroz	negativo
1989	5	Pellet conejos	negativo
1989	9	Maní importado	1 muestra: B ₁ 53; B ₂ 7
1989	2	trigo	negativo
1989	1	nuez	negativo
1990	9	maiz	1 muestra: 5
1991	18	Harina de pescado	negativo
1991	7	Varios, maní, alim animal	negativo
1992	2	Café crudo	negativo
1993	14	Maní, pimentón, lentejas	negativo
1994	23	Almidón, pistachos, maní	negativo
1995	18	Maní, pistachos, almendras	negativo
1996	52	Maní, castañas, avellanas	negativo
1997	51	Maní, castañas, pistachos	negativo

1998	63	Maní, maíz, almendras	negativo
1999	24	Maní, castañas, pistachos	negativo

En el año 2005, fueron analizadas 14 muestras de semillas correspondientes a Maní y almendras provenientes de la RM y Valparaíso, obteniéndose resultados inferiores al Límite de detección (< 1µg/Kg) para dichas muestras.

Fuente: Dra. Oriasis Villarroel, Laboratorio Bromatológico. ISP
Cromatografía líquida alta presión (HPLC) / fluorescencia.

1.7. GESTIÓN DEL RIESGO: REGULACIÓN Y CONTROL

Las aflatoxinas se consideran contaminantes inevitables de algunos alimentos de origen vegetal y de los piensos, incluso donde se han seguido las buenas prácticas de elaboración. Los límites máximos aceptados por las diversas regulaciones fluctúan en un rango que va desde 4 ppb, en el caso de la Unión Europea para aflatoxinas totales en nueces, hasta un valor 5 veces mayor para los alimentos en general en la norma que rige en Estados Unidos de Norteamérica. En el caso de los piensos el valor límite es 10 veces mayor en Estados Unidos que en Chile, para los alimentos destinados a cerdos.

El FDA ha establecido pautas específicas en niveles aceptables de aflatoxinas para alimentos destinados a humanos y piensos, fijando niveles críticos que permiten el retiro de los productos del comercio cuando éstos se infringen. La norma establece un máximo de 20 ppb de aflatoxinas totales ([El nivel de la acción](#)) para los alimentos destinados a los seres humanos, a excepción de la leche que tiene un límite de 0.5 ppb para la aflatoxina M1. El límite máximo aceptable para la mayoría de los alimentos es también 20 ppb.

Resulta importante señalar que es muy difícil estimar exactamente la concentración de las aflatoxinas en una cantidad grande de productos debido a la variabilidad asociada a los métodos de prueba; por lo tanto, la concentración verdadera de la aflatoxina no se puede determinar con una certeza del 100%.

A continuación se exponen los valores de referencia comentados

VALORES DE REFERENCIA. LÍMITES MÁXIMOS DE CONTAMINACIÓN

CODEX ALIMENTARIUS (En el Trámite 3 del procedimiento)

Tabla 5: ANTEPROYECTO DE NIVEL MÁXIMO PARA EL CONTENIDO TOTAL DE AFLATOXINAS EN ALMENDRAS, AVELLANAS Y PISTACHOS ELABORADOS Y SIN ELABORAR

Alimentos	ML (µg/kg)	Trámite	Observaciones
Almendras, avellanas y pistachos elaborados y sin elaborar	15 µg/kg	3	

Fuente: ALINORM 04/27/12 215, APÉNDICE XXV

NIVEL DE ACCIÓN PARA AFLATOXINAS. ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA, FDA

Tabla 6

<i>Commodity</i>	<i>Level (ng/g)</i>
All products, except milk, designated for humans	20
Milk	0.5
Corn for immature animals and dairy cattle	20
Corn for breeding beef cattle, swine and mature poultry	100
Corn for finishing swine	200
Corn for finishing beef cattle	300
Cottonseed meal (as a feed ingredient)	300
All feedstuff other than corn	20

NOTE: Compliance Policy Guides 7120.26, 7106.10, 7126.33.

CONTENIDO DE AFLATOXINAS B1 Y TOTALES EN NUECES. UNIÓN EUROPEA, Tabla 7

AFLATOXINA	LIMITE MAXIMO ppb
B1	2
B2	
G1	
G2	
TOTAL	4

Fuente: Reglamento CE. 466/2001 del 08/03/2001

CONTENIDO MAXIMO DE AFLATOXINAS Y DE ZEARALELONA EN ALIMENTOS DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO. CHILE.

Tabla 8

Micotoxinas	ppb
Aflatoxinas totales (B1,B2,G1,G2)	5
M1	0,5
Zearalenona	200,00

Fuente: Reglamento Sanitario de los Alimentos, art. 169, decreto 977/96, del Ministerio de Salud

Tabla 9

CONTENIDO MÁXIMO DE AFLATOXINAS EN ALIMENTOS PARA ANIMALES .CHILE

TIPO DE ALIMENTO	AFLATOXINAS límites máximos ppb
Maní y sus derivados	200
Semillas de algodón y sus derivados	200
Maíz y los derivados de su transformación	200
Alimentos completos para aves, cerdos y vacunos Totales: B1, B2, G1, G2	30
Alimentos completos para otras especies. Totales: B1, B2,G1,G2	10
Todo ingrediente de uso en alimentación animal. Totales B1, B2ç, G1, G2	50

Fuente: Unidad de Normas del SAG. Res. 736/92⁽¹⁾

(1) El artículo 2 de la Resolución establece como metodología analítica la cromatografía en capa fina.

1.8 ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACION

Debido a que la contaminación de los alimentos y sus subproductos por aflatoxinas es inevitable, se han propuesto numerosas estrategias para su reducir la contaminación. Éstos incluyen métodos físicos, de separación, de inactivación térmica, de irradiación, de extracción por solvente, por adsorción de la solución, por inactivación microbiana y por fermentación.

Un grupo de diversos productos químicos se ha probado para evaluar su capacidad de degradar e inactivar las aflatoxinas. Algunos de ellos pueden destruir (o degradar) las aflatoxinas con eficacia pero son potencialmente inseguros debido a la formación de residuos tóxicos o a la perturbación del contenido nutriente y de las características organolépticas del producto. Dos tratamientos que han recibido atención considerable son la amoniación y la reacción con bisulfito del sodio.

Un nuevo tratamiento para la descontaminación de aflatoxinas es la adición de absorbentes químicos, tales como aluminosilicato hidratado de calcio y sodio (HSCAS) a la dieta de animales. HSCAS posee la capacidad de atar y de inmovilizar firmemente las aflatoxinas en el aparato gastrointestinal de animales, dando por resultado una reducción importante en biodisponibilidad de la aflatoxina.

1.9 IMPACTO ECONÓMICO DE AFLATOXINAS

El impacto económico de la contaminación de los alimentos por aflatoxinas deriva directamente de las pérdidas de las cosechas y del ganado e indirectamente del costo de los programas diseñados para reducir riesgos a la salud animal y humana. La FAO estima que el 25% de los cultivos alimenticios del mundo son afectados por los micotoxinas, de las cuales las más importantes son las aflatoxinas.

Las pérdidas de los productores de ganado y de aves de corral incluyen la muerte y también efectos más sutiles como la supresión del sistema inmune, tasas de crecimiento reducidas y pérdidas en eficacia de la alimentación. Otros efectos económicos adversos incluyen producciones más bajas de alimentos y fibras.

1.10. MÉTODOS DE LABORATORIO

Muestreo y preparación de la muestra:

El muestreo y la preparación de la muestra siguen siendo una fuente de error considerable en la identificación analítica de aflatoxinas. Así, los acercamientos sistemáticos al muestreo, a la preparación de la muestra, y al análisis son absolutamente necesarios para determinar aflatoxinas en niveles de partes por billón. A este respecto, se han desarrollado y se han probado rigurosos planes específicos para algunas materias tales como maíz, maní y nueces del árbol. Una característica común de todos los planes de muestreo es que la muestra primaria entera debe ser molida y ser mezclada de modo que la porción de prueba analítica tenga la misma concentración de toxina que la muestra original.

Como referencia se adjunta un esquema con las pruebas de tamizaje (screening) y confirmatorias para el estudio de las aflatoxinas.

El Instituto de Salud Pública cuenta con 2 métodos para detectar la presencia de aflatoxinas en alimentos: El Método por Cromatografía Capa Fina (TLC) permite detectar y cuantificar la presencia de aflatoxinas en granos y semillas (Maní, almendras, maíz, cereales en general)

El Método de Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC con detector de fluorescencia) permite la determinación y cuantificación de de aflatoxinas B₁ - B₂ - G₁ - G₂ en alimentos.

Tabla 10

Table 2. Methods Of Detecting Mycotoxins.

Name	Mycotoxin	Description	Use	Remarks
Black light	Aflatoxins	Cracked grain or screenings are viewed in the dark under long-wave ultraviolet light (approx. 365 nm). ^a Samples are checked for "glowers," or starchy endosperms that fluoresce a bright greenish yellow (BGYF). The BGYF compound is not aflatoxin but a substance produced by <i>A. flavus</i> or <i>A. parasiticus</i> when growing on living seed. This compound is not produced in dead seed. Grain may be cracked for testing with a cereal grain grinder.	A rapid, presumptive test for the BGYF compound (kojic acid), a metabolite usually cosynthesized with aflatoxin. Positive samples should be analyzed by the minicolumn, TLC, GLC, or HPLC tests before any action is taken. A standard ^b should be used with each test, and fluorescing grain should be checked to see that the fluorescent compound is water-soluble and in the starchy endosperm and peripheral parts of the germ (embryo).	Quick but only indicative of <i>A. flavus</i> or <i>A. parasiticus</i> . The test is not quantitative nor qualitative. It should be used only by trained personnel because many types of foreign material (glumes, cobs, some weed seeds, and soybean fragments), may fluoresce but are not usually water-soluble. The training is minimal.
Fluorometric iodine rapid screenings or F1-IRS (See <i>Applied Biochem</i> Vol. 1).	Aflatoxins	Finely ground grains is extracted with solvent, and zinc acetate-salt solution is stirred in before the sample is filtered. Iodine is added to the clarified diluted filtrate before estimating the amount of fluorescence ^b in samples containing aflatoxin.	Rapid (7 to 8 minutes) and inexpensive. The test determines whether aflatoxin is present or not. This technique is more accurate than the black light test (see above).	Samples are quickly designated aflatoxin-positive or -negative. Positive samples may then be further analyzed.
Minicolumn ^d (for details see <i>J. Agric Chem</i> 23: 1134-36, 1975)	Aflatoxins	Finely ground grain is extracted with solvents and purified by a precipitation procedure. Then the extract is washed through a column containing two absorbants. Migration and long-wave UV light are used for detection.	Rapid (9 to 15 minutes), simple, and semi-qualitative; requires inexpensive equipment; can detect aflatoxins down to 4 ppb. Romer's mini-column procedure for feeds requires about 30 minutes. (see <i>Journal of AOAC</i> 58:500-506, 1975).	Quick but only qualitative. Can be used as a "go" or "no go" measurement above 4 ppb. The short minicolumn test is not suited for mixed feeds. Laboratories charge about \$25 to \$50 for aflatoxin analysis.
Thin-layer chromatography or TLC (see Official Methods of Analysis, Chapter 26. <i>Association of Analytical Chemists</i> , 12th Edition, 1975)	Aflatoxins, Zearalenone, Trichothecenes	Grain is extracted and the extract partially purified before placement on a thin-layer chromatographic plate. UV light and migration are compared visually or densitometrically with standards used for identification of fluorescent aflatoxins or zearalenone. Trichothecenes do not fluoresce.	Can identify and quantitatively determine aflatoxins B ₁ , B ₂ , G ₁ , and G ₂ . The detection limit for aflatoxins is 1 to 3 ppb. The sensitivity limit for zearalenone is 50 ppb. If necessary, confirmation can be made by additional chemical tests on the TLC plate.	Slow, somewhat expensive, but precise and reasonably accurate. Detection limits for trichothecenes are relatively low. Many compounds, especially trichothecenes, cause dermal reactions.
Gas-liquid chromatography or GLC	Zearalenone, Trichothecenes (T2, MAS, DAS)	Grain is extracted and trimethylsilyl ether derivatives are measured.	This quantitative method can accurately identify zearalenone, T2, MAS, and DAS.	The sensitivity is far better than TLC for trichothecenes.
High-pressure liquid chromatography, or HPLC	Aflatoxins Ergopeptines Fumonisinis	Grain is extracted and the extract fractionated on either normal or reverse phase columns. The aflatoxins are detected using either UV-absorbance or fluorescence detectors.	Can accurately and quantitatively identify aflatoxins B ₁ , B ₂ , G ₁ , and G ₂ and their metabolites B ₁ , G ₂ , M, and M. Same for ergopeptines.	The initial capital investment and technical expertise are the highest for this technique, and it is potentially the most sensitive.

Table 2. Methods Of Detecting Mycotoxins. (cont.)

Name	Mycotoxin	Description	Use	Remarks
Enzyme-Linked Immunosorbent Assay or ELISA	Aflatoxin	Grain is extracted in methanol and placed in plastic well. Addition of antibody-enzyme conjugate and chromagen results in color which is quantitative measure of alkaloid	Test is specific for target alkaloid but may be cross-reactive within members of an alkaloid group. Sensitive to 5 ppb (aflatoxin) and requires 10 minutes to complete	ELISA requires a plate reader for accurate quantitation, but no other specialized equipment is necessary. ELISA is a good compromise of sensitivity, speed, and expense.
	Zearalenone			
	Ochratoxin			
	DON T-2			

^aThe proper ultraviolet (UV) light can be provided by a General Electric BLB fluorescent lamp No. 029 or a black light B100A manufactured by Ultra-Violet Products, Inc., 5100 Walnut Grove Ave., San Gabriel, CA 91778.

^bA Coleman Model 12-C Electronic Photofluorometer equipped with special filters is used for estimating the fluorescence. The special filters are not yet commercially available and must be custom-made for the photofluorometer at a cost of more than \$300.

^cReference standards, sealed in ampules, for the black-light test are available from USDA Northern Regional Research Center, 1815 North University St., Peoria, IL 61604.

^dMinicolumn may be purchased from Tudor Scientific Glass Co., 555 Edgefield Rd., Belvedere, SC 29841.

^eAOAC is the American Organization of Analytical Chemists.

2.0 Patulina:

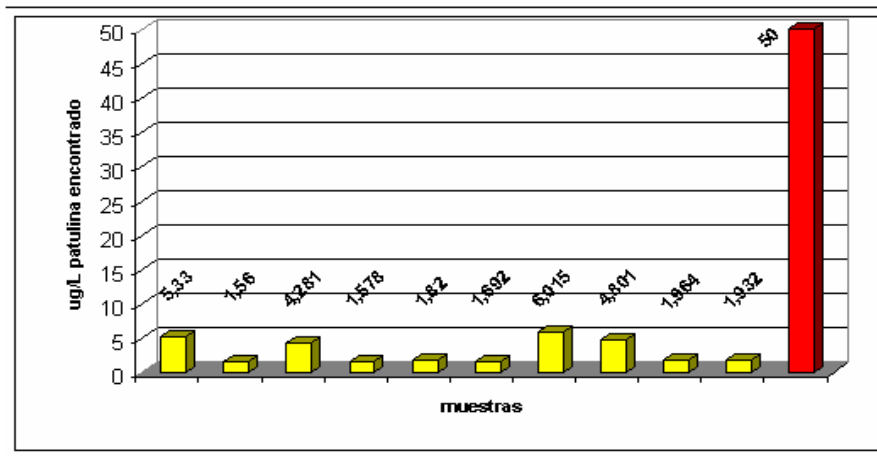
La patulina es una micotoxina producida por hongos filamentosos principalmente del género *Penicillium*, se puede encontrar en frutas podridas o maltratadas, sobre todo en manzana y sus derivados como los jugos y concentrados. Estudios científicos en animales la relacionan con toxicidad reproductiva, toxicidad a largo plazo y carcinogenicidad. Se recomienda una ingesta diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) de 0.4 µg de patulina por Kg de peso corporal. En la actualidad, debido a que algunos países presentaron su preocupación en relación al nivel máximo aceptable de 50 µg/Kg proponiendo reducirlo a 25 µg/Kg, la Comisión del Codex sobre Aditivos y Contaminantes Alimentarios está reuniendo antecedentes científicos sobre la exposición de los niños a la patulina por consumo de jugo de manzana, ya que se podría superar la IDTMP.

EL ISP implemento una metodología analítica (HPLC-UV) que permite identificar y cuantificar la patulina en jugos y concentrados de manzana y posteriormente realizo un muestreo exploratorio con el fin de determinar los niveles de esta micotoxina en jugos y concentrados de producción nacional. Además contar con antecedentes para incorporar un límite máximo aceptable en nuestra reglamentación.

Durante el año 2005, se analizaron 33 muestras en duplicado de concentrado de manzana provenientes de las SEREMIS Maule y O'Higgins. El 30% de las muestras presentaron algún nivel de contaminación con patulina, encontrándose una concentración máxima de 6.02 µg/Kg. Los resultados indican que las concentraciones encontradas están bajo el límite máximo aceptado por el Codex Alimentarius de 50 µg/Kg de producto. Grafico 1

Grafico 1

Comparación de niveles de patulina en concentrados de manzana y el límite Codex Alimentarius de 50 µg/L. 2005



Fuente: Dra. Orialis Villarroel, Laboratorio Alimentos. ISP
Cromatografía líquida alta presión (HPLC/UV).

Si bien el número de muestras no es lo suficientemente representativo, nos orienta sobre la situación de la patulina en un período del año en el país. En base a estos antecedentes podemos concluir que los productores nacionales que abarcó este estudio podrían estar tranquilos sobre las decisiones que tomen los organismos internacionales respecto al descenso del límite máximo permitido ya que el límite propuesto está por encima de los niveles encontrados en este estudio.

3.0 OCRATOXINA A: El Instituto de Salud Pública implementó el año 2006 el método de análisis de Ocratoxina A, por Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detección fluorescencia para realizar el estudio de muestras cereales y derivados.

Se efectuó un estudio para investigar la presencia de esta micotoxina en algunos cereales. De un total de 30 muestras de arroz, sólo se obtuvo una muestra fuera de los límites máximos aceptados. En cambio las 30 muestras de maizena y las 30 muestras de harina de trigo, no arrojaron concentraciones superiores a los límites máximos permitidos por la Unión Europea. En Chile no hay límites para esta micotoxina.

Año	Nº	Tipo de Alimento	Resultados en (ppb)
2006	30	Maizena	1 muestra 1.2 ppb
2006	30	Harina	10 muestras entre 0.3 y 2.1 ppb
2006	30	Arroz	5 muestras entre 0.3 y 1.3 ppb 1 muestra 12,5 ppb

Harina provenientes de los diferentes molinos del país.

Maizena provenientes de SEREMI de Salud de RM.

Arroz provenientes de SEREMI de Salud de RM.

La Unión Europea (CE N° 123/2005) establece como LMP de 3 ppb (ng/g) para la maizena y la harina y para el arroz establece un LMP de 5ppb.

Fuente: Dra. Orialis Villarroel, Laboratorio Alimentos. ISP
Cromatografía líquida alta presión (HPLC) / fluorescencia.
Límite de cuantificación: 0.3 ppb

4.0 Análisis de otras micotoxinas:

Zearalenona:

El ISP cuenta con la metodología para detectar y cuantificar por Cromatografía en capa fina (TLC) la presencia de zearalenona en productos del agro susceptibles de contaminación por hongos.

5.0 BUENAS PRÁCTICAS

A continuación se presentan dos documentos del Codex Alimentarius con proyectos de normas de buenas prácticas agrícolas para la reducción de la contaminación de alimentos destinados al uso humano con el objeto que sirvan de referencia en la elaboración de una norma chilena.

ALINORM 04/27/12 188
APÉNDICE XX

ANTEPROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS NUECES DE ÁRBOL POR AFLATOXINAS (EN EL TRÁMITE 5 DEL PROCEDIMIENTO)

INTRODUCCIÓN

1. La elaboración y aceptación por parte del Codex de un código de prácticas para las nueces de árbol proporcionará unas pautas uniformes para que todos los países las tomen en cuenta en sus esfuerzos de control y gestión de 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 asociadas a las nueces de árbol producidas en sus regiones, antes de intentar aplicar las disposiciones relacionadas en el Código. Es importante que los productores comprendan que las buenas prácticas agrícolas (BPA) constituyen la primera línea de defensa contra la contaminación de las nueces por aflatoxinas, seguida por la aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF) y buenas prácticas de almacenamiento (BPAL) durante la manipulación, la elaboración, el almacenamiento y la distribución de las nueces destinadas a la alimentación humana. 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 deberían sancionar las autoridades nacionales. Las autoridades nacionales deberían instruir a los productores sobre las medidas prácticas y los factores medioambientales que favorecen la infección y proliferación de hongos que producen aflatoxina en los huertos o bosques de árboles productores de nueces. Hay que destacar que las estrategias que han de aplicarse en la plantación y antes o 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 aplicadas en un país o región específicos. Las autoridades nacionales deberán apoyar también la investigación de métodos y técnicas encaminados a impedir la contaminación fúngica en el huerto o en el 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 verdes, granulares, aterciopeladas o algodonosas, y tienen un mandil periférico y un borde separado.

4. Las especies *Aspergillus*, generadoras de aflatoxinas y de la subsiguiente contaminación alimentaria por aflatoxina, 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 en actividades acuosas inferiores a 0,7, con una humedad relativa inferior al 70% y en temperaturas inferiores a los 10°C. En condiciones difíciles como la sequía o la infestación por insectos, existen posibilidades de que la contaminación por aflatoxinas sea elevada. Unas condiciones de almacenamiento inadecuadas también pueden favorecer la contaminación por aflatoxinas después de la recolección. Generalmente, el calor y la humedad favorecen la proliferación de mohos en los alimentos almacenados así como elevados niveles de aflatoxinas.

5. Entre los procedimientos utilizados para reducir e impedir la producción de aflatoxinas cabe señalar los siguientes: 1) selección de 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 el daño físico a las nueces durante la recogida y el transporte y 4) asegurarse de que las nueces se limpien, sequen y etiqueten adecuadamente cuando se coloquen en un almacén dotado de controles de temperatura y humedad.

1. OBJETO

6. El presente documento tiene por objeto servir de orientación a todas las personas que intervienen en la producción de nueces de árbol destinadas al comercio internacional para el consumo humano. Todas las nueces de árbol deberán prepararse y manipularse 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 Árbol¹ y del Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos² 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 LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA), LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO (BPAL)

2.1 CRITERIOS SOBRE LA UBICACIÓN DE LOS HUERTOS O DE LOS LUGARES DE RECOGIDA

7. Los productores deberán obtener información básica del 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 medioambientales 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 para consumo humano y
- 4) si se dispone de una fuente de agua adecuada para el riego y otros fines.

8. No deberán cultivarse en las tierras colindantes plantas con propensión conocida a la infección por *A. Flavus* o *A. parasiticus* (por ejemplo, el maíz) y que por consiguiente actúen como fuente de infección (esporas difundidas por el viento, los insectos, etcétera). 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.

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

2.2 LA PLANTACIÓN

10. En el diseño del huerto, deberá recabarse información referente al espaciado de las plantas solicitándola a los mejoradores de plantas o a los especialistas agrícolas. Es necesario un espaciado adecuado de forma que puedan tener cabida los camiones y el equipo precisos para el rociado de los árboles y para que el huerto se mantenga ventilado con el fin de reducir la proliferación de hongos.

11. Cuando sea posible y práctico, deberá prepararse la superficie del huerto antes de plantar, destruyendo o retirando todos los restos en los que se haya producido o pueda producirse potencialmente proliferación de hongos productores de micotoxinas. Si hay zonas vulnerables a la erosión, puede ser necesario aplicar prácticas de cultivo sin labranza, a efectos de la conservación del suelo.

12. Antes de plantar, los productores deberán consultar con las autoridades competentes en mejora genética vegetal o al 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.

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

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

13 Los productores deberán conocer las BPA relativas a la utilización de fertilizantes formulados, 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 infestar a las nueces de árbol haciéndolas más susceptibles a las infecciones fúngicas que pueden producir aflatoxinas.

15. Los productores deberán adoptar las precauciones oportunas para asegurar que los residuos de origen humano y animal se eliminan de forma que no constituyan un peligro sanitario o higiénico y deberán extremar las medidas para proteger los productos de la contaminación con estos residuos.

2.3 ANTES DE LA RECOLECCIÓN

16. Durante las temporadas de cultivo, 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 registrados para su aplicación sobre nueces de árbol, por ejemplo insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas y nematocidas, para reducir al mínimo los daños que puedan producir en el huerto y en 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 en las que se producen temperaturas altas y muy poca precipitación durante el período de crecimiento para reducir al mínimo el estrés del árbol; no obstante, deberá evitarse el contacto del agua de riego con las nueces y el follaje.

19. El agua utilizada para el riego y para otros fines (como la preparación de soluciones de plaguicidas para rociar) deberá ser de calidad adecuada para el uso previsto.

20. Ninguno de los equipos y maquinaria utilizados para la recolección, almacenamiento y transporte de las cosechas deberá constituir un peligro para la salud. Antes de la recolección, deberán inspeccionarse todos los equipos y maquinaria para asegurarse de que estén 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 para informar a los productores sobre los peligros asociados con la contaminación por aflatoxinas de las nueces de árbol y de los procedimientos de recolección seguros que pueden poner en práctica para reducir el riesgo de contaminación por hongos, microbios y plagas.

22. Los empleados que participen en la recolección de las nueces de árbol deberán haber recibido formación sobre las prácticas sanitarias y de higiene personal que deberán ponerse en práctica 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 antes posible tras la maduración, con objeto de reducir al mínimo los problemas por infestación de hongos o insectos. Algunas variedades de nueces pueden contaminarse con aflatoxinas en el árbol, como consecuencia de la infestación por insectos y la rajadura de la corteza; por consiguiente, cuanto antes se realice la recolección, menor será la probabilidad de contaminación, porque será más probable que la corteza exterior permanezca intacta y proteja a la cáscara 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. Las nueces, que se recolectan sacudiendo los árboles, deberán recolectarse idealmente con cosechadoras mecánicas que dispongan de armazones de recolección, o bien disponiendo bajo los árboles algún tipo de tela o lona protectora 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 por equipos 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 justo antes de la recolección (con arado de discos, arado rotativo 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 seleccionarse para eliminar todas las materias extrañas y deberán transportarse lo antes posible a una planta de elaboración (para su descortezado inmediato) en medios de transporte (por ejemplo, camiones, transportadores) que estén limpios, secos 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. El diseño y los materiales de los medios de transporte deberán permitir una limpieza en profundidad y se deberán limpiar y cuidar de forma que no constituyan una fuente de contaminación para las nueces de árbol. Si las nueces no pueden transportarse inmediatamente a una planta de elaboración, deberán almacenarse temporalmente de forma que se mantengan secas y protegidas de lluvias, insectos, roedores, aves y del drenaje de aguas 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 durante el invierno de diversas poblaciones de insectos.

27. Antes de cada período de crecimiento, los árboles deberán podarse y tratarse con plaguicidas adecuados.

28. El suelo de los huertos o los bosques deberá limpiarse de desperdicios 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 almacenarse 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 campaña agrícola concreta, y ayudar a evitar que se cometan errores similares en el futuro.

2.6 DURANTE LA ELABORACIÓN

31. En todas las etapas de la elaboración de las nueces de árbol, el personal que interviene deberá mantener un alto grado de aseo personal, utilizar prendas de protección adecuadas y haber recibido una formación en procedimientos generales de saneamiento e higiene de los alimentos suficiente para su cometido en la planta de elaboración. Deberá disponerse de un sistema para asegurarse de 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 descortezado de las nueces deberá realizarse en un lugar separado mediante tabiques de la zona de elaboración principal de la instalación. Deberá ponerse cuidado en asegurar que no se introduzca aire cargado de polvo en otras zonas de la planta de elaboración por medio de un sistema de ventilación u otras aberturas.

33. Los fabricantes deberán establecer buenos procedimientos de control de calidad en todas las etapas de la elaboración para evitar la contaminación cruzada por aflatoxinas entre diferentes lotes de nueces durante la elaboración.

34. El descortezado de las nueces deberá comenzar tan pronto como sea posible tras la recolección. Si se prevé un retraso corto del descortezado, 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 un retraso largo, las nueces deberán almacenarse en condiciones controladas para impedir la generación de aflatoxinas. Se podrá fumigar periódicamente para combatir los insectos.

35. Las nueces sin corteza deberán secarse lo antes posible, preferiblemente antes de que transcurran 72 horas tras la recolección; la tasa de secado y el calor aplicado deberán determinarse en función del uso final previsto de los productos elaborados a partir de las nueces. Las nueces deberán secarse hasta un grado seguro de humedad que corresponde a una actividad acuosa, A_w , inferior a 0,70 a 25°C. Con actividades acuosas menores que 0,70 los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden proliferar ni producir aflatoxinas.

Las nueces descortezadas que se dejan secar al sol presentan un mayor riesgo de contaminación durante el 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 las muestras más representativas del lote. Se deberá comprobar que el equipo necesario para medir el contenido de humedad esté calibrado.

37. Deberá disponerse de secadores mecánicos y deberán utilizarse para reducir el riesgo de una posterior contaminación por aflatoxinas en regiones en las que se utiliza tradicionalmente vapor de agua o soluciones acuosas para facilitar el descortezado y la separación de las nueces defectuosas; el agua utilizada deberá ser de calidad adecuada para el uso previsto y nunca deberá reciclarse.

38. Las personas y equipos que intervienen en las zonas de descortezado o secado de una planta de elaboración no deberán acceder a otras zonas de la instalación; se reducirá así el riesgo de contaminar otras zonas de la planta. Mientras esté funcionando la planta, deberán eliminarse frecuentemente de la zona de trabajo los materiales de desecho y deberán proveerse recipientes adecuados para verter los desechos.

39. Deberá hacerse el mayor uso posible de diversas técnicas de selección visuales (manuales) o electrónicas para eliminar los materiales extraños 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 rajadas prematuramente porque presentan un elevado riesgo de contaminación por aflatoxinas.

40. En las variedades de nueces que tradicionalmente se acondicionan previamente con humedad (agua o vapor potables) para reducir la rotura de semillas durante el cascado, deberá reducirse el contenido de humedad de las semillas inmediatamente después del cascado, mediante una rápida circulación de aire a través de las mismas, hasta un contenido que no permita la proliferación de hongos.

41. Los productos elaborados terminados (nueces crudas, descascaradas o con cáscara, a granel o preparadas para la venta al detalle) deberán tener un contenido de humedad adecuado y deberán estar envasados de manera que en las condiciones de transporte y almacenamiento normales mantengan su calidad, sin deterioro significativo por descomposición, mohos o cambios enzimáticos.

42. Es conveniente que cada fábrica tenga acceso a instalaciones de control de la calidad. La magnitud y tipo de control variarán según los diferentes productos de nueces, y según las necesidades de explotación. Deberá emplearse algún tipo de control o procedimiento analítico reconocido para determinar el contenido de aflatoxinas y el contenido de humedad preferible de los productos antes de autorizar su salida de la planta de elaboración.

2.7 TRANSPORTE DE LAS NUECES ELABORADAS A SU LUGAR DE ALMACENAMIENTO

43. Los contenedores empleados para el transporte deberán estar limpios, secos y exentos de proliferación visible de hongos, de insectos y de cualquier material contaminado. Los contenedores deberán estar contruidos correctamente para soportar condiciones difíciles de manipulación sin sufrir roturas ni perforaciones y bien sellados para impedir el acceso de polvo, esporas fúngicas, insectos u otras materias extrañas.

44. Las nueces deberán transferirse de los contenedores 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 lotes. Los lotes deberán señalarse con un número de identificación indeleble que permita identificar los documentos que acompañan al lote.

2.8 ALMACENAMIENTO

45. Las instalaciones de almacenamiento deberán tener una humedad relativa inferior al 70 por ciento, deberán estar bien ventiladas, protegidas de la lluvia y de la entrada de roedores y pájaros, deberán disponer de un sistema de drenaje del agua del suelo y las fluctuaciones de la temperatura y la humedad deberán ser mínimas. En condiciones óptimas, 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. Ello puede incluir el uso de insecticidas y fungicidas registrados y adecuados, o métodos alternativos apropiados. Las nueces almacenadas en sacos deberán colocarse sobre paletas para permitir una buena ventilación.

47. Deberá vigilarse cuidadosamente durante el almacenamiento la actividad acuosa, que varía en función del contenido de humedad y la temperatura. Con actividades acuosas inferiores a 0,7 los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden proliferar o producir aflatoxinas.

48. Deberá estudiarse la fumigación de las nueces cuando se retiran del almacenamiento para su exportación, con objeto de erradicar las posibles plagas que puedan presentar y de impedir la infestación durante su expedición.

3. CONDICIONES ESPECIALES PARA DETERMINADAS ESPECIES DE NUECES

3.1 PISTACHOS

49. Los pistachos están expuestos a la transmisión aérea de esporas fúngicas en los campos, durante la recolección y/o la elaboración. Cuando los pistachos se encuentran todavía en el árbol, en ocasiones la corteza externa se raja cuando se abre la cáscara (descascado temprano) y en ocasiones la corteza 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 la temporada de cultivo, los productores deberán regar con cuidado y tempestividad con el fin de limitar la rajadura temprana de la corteza externa 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 corteza externa se mantenga intacta. Los pistachos deberán enviarse directamente a la planta de elaboración para el descortezado y el secado dentro de las 24 horas siguientes a la recolección para evitar el manchado de la cáscara.

3.2 NUECES DE BRASIL

51. Después de haber roto los envoltorios externos, deberán eliminarse las nueces quebradas. Cuando se hayan abierto vainas sobre el terreno, las nueces no deberán estar en contacto con el suelo sin cobertura. En condiciones ideales, el transporte de las nueces deberá realizarse en el plazo de 6-7 días. Durante el almacenamiento, las nueces no deberán estar expuestas a ataques de roedores u otros animales que puedan dañar sus cáscaras, permitiendo con ello la posible entrada de moho en la semilla. En condiciones ideales, la elaboración del producto deberá comenzar también dentro de la semana siguiente a su llegada a la planta de 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.

53. El concepto de APPCC se refiere a un sistema de gestión integrado y global. Este sistema, aplicado correctamente en el sector de la industria de nueces de árbol, puede reducir los contenidos de aflatoxinas observados 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 por aflatoxinas de las nueces de árbol están relacionados con el medio ambiente, tales 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 fijado programas de buenas prácticas agrícolas (BPA), buenas prácticas de fabricación (BPF) y buenas prácticas de almacenamiento (BPAL). Se ha publicado recientemente un manual sobre la aplicación del sistema de APPCC para la prevención y control de micotoxinas en las nueces de pistacho del Asia suroccidental⁵. Se recomienda que los productores, las industrias de elaboración y otros integrantes del sector de las nueces de árbol estudien este ejemplo cuyos conceptos deberían ser 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 deberían incorporar los principios del sistema de APPCC en el control de los riesgos relacionados con la contaminación por micotoxinas de los alimentos y piensos⁶. 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 la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha atribuido una elevada prioridad a facilitar a los países en desarrollo especialistas en capacitación sobre el sistema de APPCC y su aplicación.

3 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.

4 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.

5 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.

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

Dirección de Alimentación y Nutrición, FAO, Roma.

**PROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA
CONTAMINACIÓN DEL MANÍ (CACAHUETE) POR AFLATOXINAS
(En el trámite 8 del procedimiento)**

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

1. El presente documento tiene por objeto proporcionar orientación a todas las partes interesadas que producen y manipulan maní (cacahuetes) 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 Alimentos, 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.¹

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.

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 cacahuetes con cáscara tal como llegan del campo, después de su separación de las matas a mano y/o por medios mecánicos.

5. Por "actividad de agua 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 de agua (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 superiores a 0,7 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 recolección 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 trituración, se debe ensacar por separado y se debe etiquetar como no apto para el consumo humano directo en su estado actual.

4.3 ESCALDADO

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.