

comisión del codex alimentarius

S



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DE LA SALUD



OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Tema 14(e) del programa

CX/FAC 04/36/22
Diciembre de 2003

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

36ª reunión

Rotterdam, Países Bajos, 22 – 26 de marzo de 2004

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE LAS AFLATOXINAS EN LAS NUECES DE ÁRBOL (EXCEPTO LAS ALMENDRAS, AVELLANAS Y PISTACHOS), INCLUIDA LA INFORMACIÓN SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR AFLATOXINAS Y LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS EN LAS NUECES DE ÁRBOL

Se invita a los gobiernos y organismos internacionales que deseen presentar observaciones sobre los asuntos que se tratan a continuación a que lo hagan **para el 16 de febrero de 2004** y las envíen a la siguiente dirección: Netherlands Codex Contact Point, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, P.O. Box 20401, 2500 E.K., La Haya, Países Bajos (Telefax: +31.70.378.6141; correo electrónico: info@codexalimentarius.nl, con copia al Secretario de la Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/WHO sobre Normas Alimentarias, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italia (Telefax: +39.06.5705.4593; correo electrónico: Codex@fao.org).

ANTECEDENTES

1. El Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC), en su 34ª reunión, convino en que un grupo de redacción dirigido por Irán revisara el documento de debate sobre las aflatoxinas en las nueces de árbol para distribuirlo, recabar observaciones y someterlo a examen en su actual reunión. El CCFAC acordó asimismo, en su 34ª reunión, que en el documento de debate se solicitara información sobre las aflatoxinas en las nueces de árbol, así como los métodos de análisis para la determinación de aflatoxinas en estos productos.
2. Sobre la base de los datos contenidos en el documento (CX/FAC 03/23), el CCFAC aprobó, en su 35ª reunión, el establecimiento de niveles máximos para las aflatoxinas en las almendras, las avellanas y los pistachos. Los datos restantes referidos a otras variedades de nueces de árbol se consideraron insuficientes para fijar niveles máximos. El Comité decidió que la delegación de Irán revisara el documento de debate para distribuirlo, recabar observaciones y someterlo a examen en su próxima reunión, y que se solicitara información adicional sobre la contaminación por aflatoxinas de otras variedades de nueces de árbol distintas de las almendras, las avellanas y los pistachos.
3. La información proporcionada por China en respuesta a la circular CL 2003/13-FAC (punto 18) se incluye en el documento de debate revisado.

4. Se invita a los gobiernos y organismos internacionales interesados a que formulen observaciones acerca del documento de debate revisado sobre las *aflatoxinas en las nueces de árbol (a excepción de las almendras, las avellanas y los pistachos)*, incluida la información proporcionada sobre la contaminación de aflatoxinas y los métodos de análisis para la determinación por aflatoxinas en las nueces de árbol, tal como se ha indicado anteriormente. Habida cuenta del breve intervalo de tiempo entre la presentación de observaciones y la 36ª reunión del Comité, las observaciones recibidas se conservarán en su idioma original.

INTRODUCCIÓN

5. La contaminación por aflatoxinas es un problema que puede presentarse en las nueces de árbol y en otros productos alimenticios. La incidencia de las nueces contaminadas y la concentración de aflatoxinas en las nueces contaminadas varían ampliamente dependiendo del lugar, del año y de la variedad cultivada. Debido a la variabilidad asociada con diferentes cultivos de nueces, zonas de producción y prácticas agronómicas, no es posible proporcionar datos exhaustivos relativos a todas las nueces de árbol. El presente documento de debate tiene por objeto a todos los tipos de nueces de árbol cuya almendra comestible, de interés para el consumo y el comercio internacional, entre las que se incluyen, entre otras, las almendras (*Prunus amygdalus*), las nueces de Brasil (*Bretholletia excelsa*), las nueces de anacardo (*Anacardium occidentale*), las avellanas (*Corylus Spp.*), las nueces de macadamia (*Macadamia integrifolia*), las nueces de pacana (*Carya illinoensis*), los piñones (*Pinus parrayana*), los pistachos (*Pistacia vera*) y las nueces de nogal (*Juglans regia*).

6. Las aflatoxinas constituyen un grupo de compuestos, relacionados estructuralmente, producidos por ciertas cepas de *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y *A. nomius*. Las aflatoxinas que se desarrollan de forma natural son las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Normalmente, la aflatoxina B1 es la que se presenta en mayor proporción en los productos alimenticios contaminados; en su ausencia no se suele señalar la presencia de aflatoxinas B2, G1 y G2¹. Parece que las nueces de árbol y sus variedades son diferentes en cuanto a su susceptibilidad a la contaminación por aflatoxinas. Muchas de las diferencias aparentes pueden deberse a factores medioambientales, a los diferentes grupos de organismos nocivos, así como a la capacidad técnica para separar las nueces dañadas o contaminadas durante los procesos posteriores a la recolección.

7. Entre los productos alimenticios con mayor riesgo de contaminación por aflatoxinas se encuentran el maíz, los cacahuets (maní), las semillas de algodón, las nueces de Brasil, las nueces de pistacho, los higos, las especias y la copra. Las principales fuentes de aflatoxinas en la alimentación son el maíz y los cacahuets (maní), así como sus derivados, que pueden constituir la parte esencial de la dieta en ciertos países¹.

ESTRUCTURA QUÍMICA

8. En cuanto a su composición química, las aflatoxinas son sustancias heterocíclicas con un alto contenido en oxígeno que aparecen de forma natural y que presentan estructuras estrechamente relacionadas entre sí. Todas las aflatoxinas contienen fundamentalmente un núcleo de cumarina fusionado a un bifurano. En las aflatoxinas de la serie B, una estructura de pentanona está unida al núcleo de cumarina. En las aflatoxinas de la serie G, la mencionada estructura se sustituye por una lactona de seis miembros².

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA

9. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) evaluó las aflatoxinas (sólo la aflatoxina M1), en sus 31ª, 46ª, 49ª y 56ª reuniones. En su 49ª reunión, celebrada en 1997, el JECFA examinó las estimaciones del potencial carcinogénico de las aflatoxinas y los posibles riesgos asociados con su ingestión. En la mencionada reunión no se propusieron valores numéricos de la ingestión diaria tolerable (IDT) puesto que estas sustancias eran carcinógenos genotóxicos, aunque a partir de estudios epidemiológicos y toxicológicos se obtuvieron estimaciones de la posibilidad de cáncer de hígado en las personas como consecuencia de la exposición a la aflatoxina B1. El JECFA examinó un amplio conjunto de estudios realizados tanto con animales como con personas, que suministraron información cualitativa y cuantitativa sobre la carcinogenicidad hepática de las aflatoxinas. El JECFA evaluó la potencia de estos contaminantes, relacionó dicha potencia con las estimaciones de la ingestión, y examinó la posible repercusión de dos normas hipotéticas relativas al maní (10 ó 20 mcg/kg) sobre poblaciones de muestra, así como el riesgo general conexo¹. En lo que respecta a las nueces de árbol se requiere una información similar.

10. En la evaluación realizada durante su 49ª reunión, el JECFA señaló que el potencial carcinogénico de la aflatoxina B1 era considerablemente superior mayor (aproximadamente 0,3 casos de cáncer/año/100 000 personas/ng de aflatoxina B1/kg de peso corporal al día) en los portadores del virus de la hepatitis B, según determinaba la presencia en el suero sanguíneo del antígeno de superficie del virus en

cuestión (individuos HbsAg+), que en las personas que no portaban dicho antígeno (aproximadamente 0,01 casos de cáncer/año/100 000 personas/ng de aflatoxina B1/kg de peso corporal por día)¹. Asimismo, el JECFA señaló que la vacunación contra la hepatitis B reduciría el número de portadores del virus y, en consecuencia, los posibles efectos que las aflatoxinas podrían causar en las poblaciones vacunadas, lo que produciría una disminución del riesgo de contraer cáncer de hígado¹.

11. Estudios recientes han revelado la presencia de compuestos antimutagénicos (incluido el ácido linoléico) en el maíz, los cuales inhiben el potencial mutagénico de la aflatoxina B1³⁻⁴. Asimismo, se ha registrado que ciertas nueces de árbol (como la nuez de nogal, la nuez de pacana, el pistacho, etc.) contienen ácido linoléico⁵. Por consiguiente, es necesario realizar una nueva investigación con objeto de verificar la posible función inhibidora del ácido linoléico como compuesto antimutagénico en estas nueces de árbol.

MUESTREO

12. Aunque la incidencia de la contaminación por aflatoxinas en las nueces de árbol es baja, los niveles de aflatoxinas pueden variar considerablemente y pueden desarrollarse niveles elevados en un porcentaje pequeño de nueces⁶⁻⁷. En los Estados Unidos de América se ha investigado a fondo la distribución de las aflatoxinas en los pistachos y las almendras⁷⁻¹⁵. Los resultados de estas investigaciones indican que la clasificación por la calidad elimina una gran parte de las aflatoxinas presentes en la recolección. Además, estos estudios también evaluaron los métodos de muestreo que podrían constituir la base para un plan de muestreo del Codex para las aflatoxinas. La distribución de las aflatoxinas en las nueces de árbol es muy heterogénea, por lo que el diseño de un plan de muestreo es fundamental. Se requieren datos relativos a la distribución de otros países antes de intentar elaborar un plan de muestreo internacional para las nueces de árbol.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

13. Actualmente, se dispone de medios de garantía de la calidad adecuados para analizar las micotoxinas, tanto para ayudar a los laboratorios a obtener resultados fiables y precisos como para comprobar y demostrar la aplicación satisfactoria y coherente de los mismos. Los métodos analíticos validados son aquellos para los cuales se han establecido parámetros de eficacia mediante ensayos basados en una colaboración entre laboratorios que actualmente, son aceptados de forma generalizada como métodos esenciales para fines normativos y de control. Además de emplear métodos validados, es necesario aplicar procedimientos internos de control de calidad en los laboratorios químicos, lo cual, por lo general, requiere una acreditación, la participación en pruebas de control de calidad y el uso adecuado de materiales de control y de referencia¹⁶.

14. Se han elaborado diversos métodos analíticos de detección y cuantificación de aflatoxinas. Para analizar las aflatoxinas en las nueces de árbol, se han validado los métodos de cromatografía en capa fina (CCF), cromatografía líquida de alta resolución (CLAR) y los métodos de análisis inmunoquímicos. Por lo general, los primeros métodos se basaban en los métodos CCF¹⁷. Éste método todavía se utiliza ampliamente en numerosos países en desarrollo para determinar la presencia de aflatoxinas. Los métodos más comunes en los países en desarrollo son los que recurren a la cromatografía líquida de alto rendimiento con detección por fluorescencia¹⁸⁻²². Los métodos de cromatografía en capa fina y cromatografía de líquidos (CL) para determinar la presencia de aflotoxinas en los alimentos son laboriosos y lentos. Gracias a los avances de la biotecnología, en la actualidad se comercializan materiales de prueba muy específicos basados en anticuerpos, que pueden utilizarse como método de detección rápida para el análisis de las aflatoxinas en los alimentos. En los estudios realizados en colaboración sólo se ha evaluado una pequeña parte de dichos materiales de pruebas. Se estima que los métodos inmunológicos sencillos, específicos y rápidos desempeñarán una función destacada en el control de las aflatoxinas en las nueces de árbol y otros productos²³. En caso de que los niveles de aflatoxina sobrepasen los límites aceptados, deberían verificarse los resultados mediante ensayos de confirmación (tales como el método CCF).

PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN LAS NUECES DE ÁRBOL

15. Los hongos *Aspergillus* crecen, por lo general, en la materia orgánica inerte, incluidas las flores y las hojas caídas, así como en otras materias vegetales inertes, que puedan encontrarse en el suelo de los huertos arbolados. Los hongos *Aspergillus* únicamente en contadas ocasiones pueden infectar una planta o un tejido de nueces sanos. La infección por *Aspergillus* y la subsiguiente producción de aflatoxinas depende de factores adversos a la planta y/o del daño producido por los insectos y las plagas. Las zonas húmedas y con temperaturas óptimas favorecen la proliferación de hongos. El viento y los distintos insectos pueden

transportar las esporas liberadas por los hongos a las hojas y a las nueces que se estén desarrollando en los árboles con la posibilidad de que se produzcan aflatoxinas. Siempre que sea factible, deberían añadirse residuos orgánicos al suelo del huerto durante las primeras etapas de desarrollo de la nuez, debería establecerse desde el principio un programa de lucha contra las plagas y debería regularse el riego (en caso necesario) para reducir la humedad del suelo del huerto y la alta humedad relativa durante la maduración de las nueces. Después de la maduración y la recolección de las nueces, los procedimientos ordinarios posteriores a la recolección de la mayor parte de las especies de nueces incluyen la recolección, la limpieza, el secado, el descascarillado, el lavado y/o el secado. Las operaciones específicas para cada especie de nuez incluyen la selección, el calibrado, la clasificación en función de la calidad y la realización de pruebas de control de la contaminación por aflatoxinas. Se prevé que el tiempo de conservación de las nueces de árbol recolectadas varíe dependiendo del grado de elaboración y de las condiciones de almacenaje.

a) Almendras

16. Los insectos pueden dañar las almendras antes de la recolección, cuando todavía están en el árbol, así como después de la recolección, fase en la que se suelen dejar en el suelo durante períodos de tiempo variables antes de amontonarlas bajo techo para su almacenamiento.

17. Los análisis de CLAR de 11 muestras de almendras [con y sin cáscara] importadas por Qatar durante 1997 revelaron que ninguna de ellas estaba contaminada con aflatoxinas. El límite de detección (LD) establecido para cada aflatoxina era de 0,1 mcg/kg²⁴.

18. En los Estados Unidos de América en el período de 1993 a 1999, se analizaron con el método CLAR 9719 muestras de productos a base de almendras no elaboradas y semielaboradas, de las cuales 8 736 muestras no estaban contaminadas (<LD), 611 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas comprendida entre el LD y 4,9 mcg/kg, 212 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que oscilaba entre de 5 y 19,9 mcg/kg, 121 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas de 20 a 99,9 mcg/kg y 39 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas superior a 100 mcg/kg. El LD del método era de 0,1 mcg/kg. El límite máximo detectado era de 1 450 mcg/kg. El mayor índice de aflatoxinas se registró en las muestras tomadas de las almendras dañadas (v. gr. descascarilladas y cascadas, enteras y partidas, sin calibrar, existencias blanqueadas, etc.)²⁵.

19. Con respecto a la campaña de 1993, se analizaron las aflatoxinas de 1 547 muestras de almendras enteras y/o partidas sin elaborar y elaboradas. Los análisis se realizaron empleando el método CLAR. El LD establecido para la cantidad total de aflatoxinas era de 1 mcg/kg. Diecinueve muestras de almendras naturales enteras y/o partidas, 84 muestras de las almendras elaboradas y 8 muestras sin calibrar contenían aflatoxinas en niveles superiores a 1 mcg/kg. El nivel total de aflatoxinas era de 0,67 mcg/kg¹⁵.

20. En 1972 se analizaron 233 muestras de almendras con y sin cáscara para detectar las aflatoxinas mediante el método CCF. En 10 de las 74 muestras de almendras con cáscara sin clasificar se detectaron aflatoxinas y 9 de las 10 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas inferior a 20 mcg/kg. El LD del método era de 1 mcg/kg. Los métodos de selección permitieron eliminar eficazmente la mayor parte de las almendras sin cáscara contaminadas, ya que ninguna de las 26 muestras de almendras sin cáscara enteras y elaboradas contenían aflatoxinas⁶.

21. Se investigó la presencia de aflatoxinas en 38 muestras de almendras tomadas del mercado al por menor de España mediante el método CCF durante 1986 y 1987. En una muestra de almendras se detectaron aflatoxinas B1 (AFB1) y B2 (AFB2) en niveles de 95 mcg/kg y 15 mcg/kg, respectivamente²⁶.

b) Nueces de Brasil

22. De las 416 muestras de nueces de Brasil (con y sin cáscara) analizadas empleando el método CCF durante 1998-2002 en Brasil, 203 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas inferior a 0,8 mcg/kg, 60 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que oscilaba de 0,8 a 2 mcg/kg, 40 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que variaba entre 2 y 4 mcg/kg, 38 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que oscilaba de 4 a 20 mcg/kg y 75 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas superior a 20 mcg/kg. El nivel de contaminación variaba entre 0,4 y 10 732 mcg/kg. El LD del método CCF para las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 era de 0,6, 0,3, 0,4 y 0,3 mcg/kg, respectivamente²⁷.

23. En 1993, de las 176 nueces de Brasil analizadas en los Estados Unidos de América, un 11 por ciento presentaba un nivel de contaminación comprendido entre un valor insignificante y 20 mcg/kg, y en un 6 por ciento de los casos dicho nivel era superior a 20 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 619 mcg/kg²⁸.

24. De las 74 muestras de nueces de Brasil analizadas en el Japón, 70 muestras no estaban contaminadas y sólo dos contenían aflatoxinas en niveles superiores a 10 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 123 mcg/kg¹.

25. Según el estudio del Organismo de Normas Alimentarias (FSA) efectuado en cuatro regiones del Reino Unido, de las 12 nueces de Brasil analizadas con el método CLAR, el nivel total de aflatoxinas de las muestras era inferior a 1 mcg/kg (límite de cuantificación, LC).²⁹

c) Nueces de anacardo

26. Se analizaron tres nueces de anacardo del mercado al por menor de Lodz, Polonia, para detectar la presencia de aflatoxinas. Una muestra estaba contaminada con AFB1 en niveles de 0,35 mcg/kg³⁰.

27. No se detectaron aflatoxinas en las 17 muestras de nueces de anacardo analizadas con el método CCF, en Osaka, Japón, durante 1988-1992. El LD de cada aflatoxina era de 0,1 mcg/kg³¹.

28. Según el estudio del FSA, de 6 muestras de nueces de anacardo analizadas con el método CLAR, ninguna estaba contaminada con aflatoxinas. El LC para las aflatoxinas totales era inferior a 1 mcg/kg²⁹.

d) Avellanas

29. Según el estudio del FSA, el nivel total de aflatoxinas en dos muestras de avellanas analizadas con el método CLAR era inferior a 0,8 mcg/kg (LC)²⁹.

30. En un estudio sobre nueces de Qatar efectuado durante 1997, se analizaron dos muestras con el método CLAR. Ninguna de ellas estaba contaminada con aflatoxinas. El LD para la aflatoxina B1 era de 0,1 mcg/kg²⁴.

31. En Turquía, entre 1998 y 2002 se analizaron 13 802 muestras de avellanas empleando los métodos de CCF y CLAR. El promedio de AFB1 variaba de 0,018 a 0,520 mcg/kg y el nivel máximo detectado era de 149,9 mcg/kg³².

e) Nueces de macadamia

32. No se detectaron aflatoxinas en ninguna de las dos muestras de nueces de macadamia analizadas con el método CCF en Osaka, Japón, durante 1988-1992. El LD para cada aflatoxina era de 0,1 mcg/kg³¹.

f) Nueces de Pacana

33. Con arreglo a un estudio realizado en los Estados Unidos de América durante 1972-1974 utilizando el método CCF, sólo tres muestras de 48 contenían una cantidad total de aflatoxinas superior a 8 mcg/kg (LD)³³.

34. Según un estudio realizado por el FSA, el nivel total de aflatoxinas en dos nueces de pacana, analizadas con el método CLAR, era inferior a 0,8 mcg/kg (LC)²⁹.

g) Piñones

35. Según un estudio realizado por el FSA, el nivel total de aflatoxinas en tres piñones, analizados con el método CLAR, era inferior a 0,8 mcg/kg (LC)²⁹.

36. No se detectó aflatoxina B1 en tres muestras de piñones analizados por el método CLAR en China en febrero de 2003. El LD fue de 5 ng/gr para la aflatoxina B1.⁴²

h) Pistachos

37. Con arreglo a un informe de México, de las 244 muestras de pistachos analizadas entre 1993 y 1996, cinco muestras contenían niveles de aflatoxinas superiores a 20 mcg/kg¹.

38. De las 21 muestras de pistachos analizadas en Suecia entre 1996 y 1998, 14 muestras no estaban contaminadas (<LD), cinco muestras contenían AFB1 en niveles comprendidos entre el LD y 2 mcg/kg, y dos muestras contenían AFB1 en niveles superiores a 2 ppm. El nivel máximo detectado era de 1 900 ppm y el LD del método era de 0,005 mcg/kg.³⁴

39. No se detectaron aflatoxinas en las 24 muestras de pistacho analizadas con el método CCF, en Osaka, Japón, entre 1988 y 1992. El LD para cada aflatoxina era de 0,1 mcg/kg³¹.

40. Según el informe del Ministerio de Sanidad del Japón, de las 2 422 muestras de pistachos analizadas entre 1972 y 1989, 2 339 muestras no estaban contaminadas (<LD), 35 muestras contenían aflatoxinas B₁ en

niveles comprendidos entre el LD y 10 mcg/kg, y 48 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles superiores a 10 mcg/kg¹. Durante el período de marzo de 1998 a marzo de 2001, de las 47 361 muestras de pistachos analizadas en la República Islámica del Irán, empleando principalmente el método CCF y algún método CLAR, 28 227 muestras no estaban contaminadas (<LD), 7 862 muestras contenían aflatoxinas B₁ entre el LD y 2 mcg/kg, 6583 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles que oscilaban entre 2 y 10 mcg/kg y 4 689 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles superiores a 10 mcg/kg. Los niveles máximos detectados eran de 1 426 mcg/kg³⁵⁻³⁶.

41. En los Laboratorios de control de medicamentos y alimentos del Ministerio de Sanidad de Irán, se analizaron 7 926 muestras de pistachos empleando principalmente métodos de CLAR durante el período de marzo de 2001 a marzo de 2002. Los datos reflejaron que 5 390 muestras no estaban contaminadas (<LD), 1 324 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles comprendidos entre el LD y 2 mcg/kg, 451 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles que oscilaban entre 2 y 10 mcg/kg, y 761 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles superiores a 10 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 261,8 mcg/kg. El LD para la aflatoxina B₁ era de 0,1 mcg/kg³⁷.

42. Durante el período de marzo de 2001 a marzo de 2002, los Laboratorios de Control de Calidad de los Alimentos, adscritos al Instituto de Normas e Investigación Industrial de Irán analizaron 3 629 muestras de pistachos utilizando los métodos de CCF. Los resultados reflejaron que 2 286 muestras no estaban contaminadas (<LD), 201 muestras contenían niveles de aflatoxinas comprendidos entre el LD y 2 mcg/kg, 689 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles que oscilaban entre 2 y 10 mcg/kg, y 453 muestras contenían aflatoxinas B₁ en niveles superiores a 10 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 710 mcg/kg³⁸.

43. De las 2 333 muestras de pistachos no elaborados analizadas en los Estados Unidos de América entre 1999 y 2002 empleando el método CLAR, 2 118 muestras no estaban contaminadas (<LD), 107 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas comprendida entre 0,5 y 2 mcg/kg, 35 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que variaba de 2 a 5 mcg/kg, 24 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas comprendida entre 5 y 10 mcg/kg, 19 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que oscilaba entre 10 y 15 mcg/kg, cuatro muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que variaba de 15 a 20 mcg/kg, y 26 muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas superior a 20 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 169 mcg/kg. El LC del método para la cantidad total de aflatoxinas era de 0,5 mcg/kg³⁹.

44. Durante el período de 1998 a 2002, se analizaron 523 muestras de pistachos utilizando los métodos de CCF y CLAR en Turquía. El promedio de AFB₁ oscilaba de 1 a 3,78 mcg/kg, y el nivel máximo detectado era de 113 mcg/kg³².

45. Según el estudio del FSA, de las 52 muestras de pistachos analizadas utilizando el método CLAR, 44 muestras no estaban contaminadas (<LC), dos muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas comprendida entre el LC y 4 mcg/kg, dos muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas que variaba de 4 a 10 mcg/kg, y cuatro muestras contenían una cantidad total de aflatoxinas superior a 10 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 106,9 mcg/kg. El LC del método para la cantidad total de aflatoxinas era inferior a 0,8 mcg/kg²⁹.

i) Nueces de nogal

46. Los análisis de 40 muestras de nueces de nogal con cáscara realizados en los Estados Unidos de América mediante el método CCF mostraron que 14 muestras estaban contaminadas con aflatoxinas y sólo se registraron tres muestras contaminadas en niveles superiores a 1 mcg/kg. El nivel máximo detectado era de 10 mcg/kg. Insólitamente, varios lotes de nueces de nogal, con y sin cáscara, contenían AFB₂ en ausencia de AFB₁. En algunos casos se detectó la aflatoxina B₂, comparando el espectro de masa con el de la norma⁴⁰.

47. Los análisis de cuatro muestras de nueces [sin cáscara] importadas por Qatar, efectuados durante 1997 con el método CLAR, reflejaron que ninguna muestra estaba contaminada con aflatoxinas. El LD para cada aflatoxina²⁴ era de 0,1 mcg/kg.

48. No se detectaron aflatoxinas en tres muestras analizadas con el método CCF en Osaka, Japón, durante el período de 1988 a 1992. El LD para cada aflatoxina era de 0,1 mcg/kg³¹.

49. En Turquía, durante el período de 1998 a 2002, se analizaron 51 muestras de nueces de nogal empleando los métodos de CCF y CLAR. Los niveles medio y máximo de AFB1 eran de 0,029 y 1,1 mcg/kg, respectivamente³².

50. El análisis mediante cromatografía líquida de alto rendimiento de 31 muestras de nueces de árbol realizado en China en febrero de 2003 muestra que ninguna de ellas estaba contaminada con aflatoxina B1. El límite de determinación fijado para la aflatoxina B1 fue de 5 ng/gr.⁴²

INGESTIÓN DIETÉTICA

51. La principal vía de posible exposición de los seres humanos a las aflatoxinas es la ingestión de alimentos contaminados. Los cereales, los cacahuets, (maní), las nueces de árbol y la harina de semilla de algodón son algunos de los alimentos en los que suelen desarrollarse los hongos productores de estas toxinas. La carne, los huevos, la leche y otros productos comestibles obtenidos de los animales que consumen piensos contaminados por aflatoxinas son otras fuentes de posible exposición¹. Actualmente, no se dispone de datos suficientes sobre la exposición a las aflatoxinas causada por el consumo de nueces de árbol.

52. Las nueces de árbol constituyen una parte muy pequeña de la ingestión diaria de alimentos en las diferentes regiones del mundo. Con arreglo a los datos de las dietas regionales del programa Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA)/Alimentos (1998), que se recogen en el Cuadro 1, la ingestión diaria de nueces de árbol varía de 0 a 1,8 gramos por persona al día (g/persona/día)⁴¹. Sobre la base de esta información, puede estimarse que la relación porcentual entre el consumo de nueces de árbol y de cereales en los países de Oriente Medio y Europa es de 0,23 y 1,68 por ciento, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1: Consumo de nueces de árbol (g/persona/día) en comparación con los cereales consumidos en las diferentes regiones del mundo.⁴¹

Productos alimenticios	Medio Oriente	Lejano Oriente	África	América Latina	Europa
Nueces de árbol	1,0	13,5	3,4	17,5	3,8
Cereales	430,8	425,3	318,4	252,5	226,3
Nueces de árbol/Cereales (%)	0,23	2,98	1,07	6,93	1,68
Cereales/nueces de árbol (ratio)	430,80	33,50	93,65	14,43	59,55

53. Por consiguiente, aunque muchos productos alimenticios, como el maíz, los cacahuets (maní), las semillas de algodón, las nueces de Brasil, los pistachos y la copra se clasifican como productos alimenticios expuestos a los mayores riesgos de contaminación por aflatoxinas, el correspondiente riesgo para los seres humanos varía debido a que dichos productos son objeto de ingestiones dietéticas diferentes. El hecho de que el consumo de nueces de árbol sea muy bajo en comparación con el de cereales debería tenerse en cuenta al fijarse los niveles de tolerancia a las aflatoxinas.

54. Las estimaciones de la ingestión de aflatoxinas en Francia efectuados por el JECFA (1998), que se presentan en el Cuadro 2, reflejan claramente que más de un 95 por ciento de la ingestión de aflatoxinas proviene del consumo de cereales, mientras que las nueces [incluidas las nueces de árbol y los cacahuets (maní)] contribuyen únicamente en un 1,6 por ciento a la ingestión de aflatoxinas¹.

Cuadro 2: Ingestión estimada de aflatoxinas en Francia (µg/día) [Evaluación del JECFA (1998)]¹

Productos alimenticios	Ingestión media de aflatoxinas (µg/al día)	Porcentaje (%)
Cereales	2,42	95,65
Nueces	0,04	1,58
Espicias	0,01	0,40
Leche	0,06	2,37
Total	2,53	100

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

55. Como conclusión del presente Documento de debate sobre las aflatoxinas en las nueces de árbol se formulan las siguientes recomendaciones generales para que el CCFAC las examine en su 36ª reunión:

- I. De acuerdo con todos los datos toxicológicos disponibles hasta la fecha, los niveles de aflatoxinas han de ser tan bajos como sea tecnológicamente posible, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales. Entre las formas de reducir la exposición de los consumidores a las nueces de árbol contaminadas por aflatoxinas cabe destacar las siguientes:
 - 1) la aplicación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) que permitan eliminar o reducir las posibles vías por las cuales los hongos pueden acceder a las distintas nueces, proliferar y generar aflatoxinas antes y después de la recolección;
 - 2) la aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF) y buenas prácticas de almacenamiento (BPAL) durante las operaciones de elaboración y después de la cosecha;
 - C) el apoyo a la investigación sobre los aspectos ecológicos de los hongos *Aspergillus*, los efectos de los distintos factores medioambientales y las interacciones hongos/plagas que pueden influir en la contaminación por aflatoxinas de las nueces que están en el árbol y durante su almacenamiento, con el fin de indicar puntos críticos de control que puedan utilizarse al elaborar un programa de Análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) relativo a las nueces de árbol en una determinada zona;
 - D) el apoyo a una mayor investigación sobre los métodos y las técnicas para evitar la contaminación fúngica en las nueces de árbol antes de la recolección y durante la misma, así como en la elaboración y el almacenamiento.
- II) Se recomienda que el CCFAC pida a los gobiernos que proporcionen más datos de estudios sobre la presencia de aflatoxinas en las nueces de árbol para complementar los datos presentados en el presente documento, de modo que pueda considerarse el establecimiento de límites máximos. Además, se recomienda que se pida a los gobiernos que presenten cualesquiera datos disponibles sobre la distribución de las aflatoxinas en las nueces de árbol en sus respectivos países.
- III) Una vez que el Codex haya determinado la conveniencia de establecer un límite máximo para las aflatoxinas en las nueces de árbol, se recomienda que el Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras (CCMAS) establezca planes de muestreo y métodos de análisis para las aflatoxinas en las nueces de árbol.

REFERENCIAS

1. **JECFA**, 1998: Forty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of Certain Food additives and Contaminants: Aflatoxins. WHO Food Additives Series 40 (Geneva WHO), pp 359-469.
2. **Salunkhe D K, Adsule R N and Padule D N**, 1987: Aflatoxins in foods and feeds, Metropolitan Book Co. Pvt. Ltd., New Dehli, India, p. 18.
3. **Burgos-Hernandez A, Lopez-Garcia R, Njapau H and Park DL**, 2001: Anti-mutagenic compounds from corn. Food Add. Cont. 18(9): 797-809.
4. **Weng CY, Martinez AJ and Park DL**, 1997: Anti-aflatoxin mutagenic factors in corn. Food Add. Cont. 14(3): 269-279.
5. **[Http://www.nuthealth.org/nut](http://www.nuthealth.org/nut)**
6. **Schade J E, McGreevy K, King A D jr, Mackey B and Fuller G**, 1975: Incidence of aflatoxin in California almonds. Appl Microbiol 29(1): 48-53.
7. **Schatzki T F**, 1995b: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 2. Distribution in freshly harvested pistachios. J. Agric. Food. Chem. 43, 1566-1569.
8. **Schatzki T F**, 1995a: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 1. Lot distribution. J. Agric. Food. Chem. 43, 1561-1565.

9. **Schatzki T F & Pan JL**, 1996: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 3. Distribution in pistachio process streams. *J. Agric. Food. Chem.* 44, 1076-1084.
10. **Schatzki T F & Pan JL**, 1997: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 4. Distribution in small pistachios. *J. Agric. Food. Chem.* 45, 205-207.
11. **Schatzki T F**, 1998: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 5. Sampling and testing U.S. pistachios for Aflatoxin. *J. Agric. Food. Chem.* 46, 2-4.
12. **Schatzki T F**, 1999: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 6. Seller's and buyer's risk. *J. Agric. Food. Chem.* 47, 3771-3775.
13. **Schatzki T F**, 2000: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 7. Sequential sampling. *J. Agric. Food. Chem.* 48, 4365-4368.
14. **Schatzki T F and Ong M S**, 2000: Distribution of aflatoxin in almonds with heavy insect damage. *J. Agric. Food Chem.* 48(2): 489-492.
15. **Schatzki T F**, 1996: Distribution of aflatoxin in almonds. *J. Agric. Food Chem.* 44(11): 3595-3597.
16. **Gilbert J**, 1999: Quality assurance in mycotoxin analysis. *Food Nutr. Aric.* 23: 33-36.
17. **AOAC Official Method 974.16**, 2000: Aflatoxins in pistachio nuts. Thin-Layer Chromatographic method. *AOAC Int. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Chapter 49*, page 31. Gaithersburg, MD.
18. **AOAC Official Method 994.08**, 2000: Aflatoxins in corn, almonds, brazil nuts, peanuts, and pistachio nuts. liquid chromatographic method. *AOAC Int. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Chapter 49*, page 26. Gaithersburg, MD.
19. **AOAC Official Method 999.07**, 2000: Aflatoxin B₁ and total aflatoxins in peanut butter, pistachio paste, fig paste, and paprika powder - immunoaffinity column LC with post-column derivatization. *AOAC Int. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Chapter 49 (Supplement)*. Gaithersburg, MD.
20. **Goda Y, Akiyama H, Otsuki T, Fujii A and Toyoda M**, 2001: Application and improvement of aflatoxin analysis in foods using a multifunctional column and HPLC. [*Article in Japanese*]. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi.* 42(1): 56-62.
21. **Scholten J M and Spanjer M C**, 1996: Determination of aflatoxin B₁ in pistachio kernels and shells. *J AOAC Int.* 79(6): 1360-1364.
22. **Wilson T J and Romer T R**, 1991: Use of the mycosep multifunctional cleanup column for liquid chromatographic determination of aflatoxins in agricultural products. *J AOAC Int.* 74(6): 951-956.
23. **Trucksess M W and Wood G E**, 1994: Recent methods of analysis for aflatoxins in foods and feeds, In: *The Toxicology of Aflatoxins: Human Health Veterinary and Significance*. Groopman J D (ed) Eagan Press, pp 409-431.
24. **Abdulkader A H W, Al-Ali A and Al-Jedah J**, 2000: Aflatoxin contamination in edible nuts imported in Qatar. *Food Cont.* 11: 157-160.
25. **The Almond Board of California**, 2002: Results of aflatoxin tests on raw and semi- processed almonds between 1993-2000. *ABC Surveillance Data*. pp 1-3.
26. **Jimenez M, Mateo R, Querol A, Huerta T and Hernandez E**, 1991: Mycotoxins and mycotoxigenic moulds in nuts and sunflower seeds for human consumption. *Mycopathol.* 115: 121-7.
27. **Ministry of Agriculture, National Department of Vegetal Defence, Laboratory for Quality Control and Food Safety/LAV-MG, Brazil**, 2002: Data on Brazil nut during 1998-2002.
28. **Pohland A E**, 1993: Mycotoxins in review. *Food Add. Cont.* 10:17-28.
29. **Food Standards Agency**, Food Survey information sheet no. 21/02, 2002: Survey of nuts, nut products and dried tree fruits for mycotoxins. <http://www.foodstandards.gov.uk/multimedia/pdfs/21nuts.pdf>
30. **Leszczynska J, Kucharska U and Zegota H**, 2000: Aflatoxins in nuts assayed by immunological methods. *Europ. Food Res. Technol.* 210(3): 213-215.
31. **Taguchi S, Fukushima S, Sumimoto, T, Yoshida, S and Nishimune T**, 1995: Aflatoxins in Foods Collected in Osaka, Japan, from 1988 to 1992. *J. AOACI.* 78: 325-327.

32. **Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Protection and Control, Republic of Turkey**, 2002: Data on aflatoxins in hazelnuts, pistachios, walnuts and almonds during 1998-2002.
33. **Escher F E, Koehler P E and Ayres J C**, 1974: A study on aflatoxin and mold contaminations in improved variety pecans. *J. Food Sci.* 39: 1127-1129.
34. **Thuvander A, Moller T, Enghardt Barbieri H, Jansson A, Salomonsson A-C and Olsen M**, 2001: Dietary intake of some important mycotoxins by the Swedish population. *Food Addit. Contam.* 18(8): 696-706.
35. **Iranian Ministry of Health and Medical Education, Food and Drug Control Labs**, 2001: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March1998-March 2001.
36. **Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Food and Microbiology Labs**, 2001: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March1998-March 2001.
37. **Iranian Ministry of Health and Medical Education, Food and Drug Control Labs**, 2002: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March 2001-March 2002.
38. **Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Food and Microbiology Labs**, 2002: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March 2001-March 2002.
39. **FDA**, 2002: "Total aflatoxin levels in United States raw pistachio nuts during 1999 to 2002.
40. **Fuller G, Spooncer W W, King A D, Schade J and Mackey B**, 1977: Survey of aflatoxins in California tree nuts. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 54: 231A-234A.
41. **WHO Food Safety Issues, GEMS/FOOD Regional Diets**, 1998.
42. **Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese center for Disease Control and Prevention**, February 2003 :Aflatoxin B1in pine nuts and walnuts in china.