

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 13 d) del Programa

CX/FAC 06/38/24

Noviembre 2005

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES

38ª reunión

La Haya, Países Bajos, 24-28 de abril de 2006

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR AFLATOXINAS EN LAS NUECES DEL BRASIL

ANTECEDENTES

1. El Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes (CCFAC), en su 34ª reunión, decidió que un grupo de redacción dirigido por Irán revisara el Documento de Debate sobre las Aflatoxinas en las Nueces de Árbol para su distribución, la formulación de observaciones y la continuación del examen en su siguiente reunión. El CCFAC, en su 34ª reunión, acordó también que se solicitara información sobre las aflatoxinas y sobre los métodos de análisis en el documento de debate.

2. Sobre la base de los datos presentados en el documento (CX/FAC 03/23), el CCFAC, en su 35ª reunión, acordó elaborar niveles máximos para aflatoxinas en almendras, avellanas y pistachos. Los datos disponibles para otras variedades de nueces de árbol se consideraron insuficientes para establecer niveles máximos. El Comité acordó que la delegación de Irán revisara el documento de debate con vistas a su distribución, la formulación de observaciones y la continuación del examen en su siguiente reunión, y que se pidiera información adicional sobre la contaminación por aflatoxinas en nueces de árbol distintas de las almendras, avellanas y pistachos.

3. El CCFAC, en su 36ª reunión, acordó tratar únicamente de las nueces del Brasil, ya que las demás nueces de árbol mencionadas en el documento de debate (p.ej., nueces de anacardo, macadamia, pacanas, piñones, nueces de nogal, etc.) tenían una incidencia menor de contaminación por aflatoxinas y su volumen en el comercio internacional no era importante.

4. El Comité acordó que la delegación de Irán preparara un Documento de Debate Revisado sobre la Contaminación por Aflatoxinas en las Nueces del Brasil, que tuviera en cuenta las nueces del Brasil sin cáscara, con cáscara, peladas o sin pelar. La revisión para su distribución, formulación de observaciones y examen en la 37ª reunión del Comité, debería hacerse sobre la base de las observaciones presentadas por escrito y formuladas en la reunión en curso y debería tener en cuenta el principio del valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse (ALARA), prestando la debida consideración a la evaluación del JECFA.

5. El CCFAC, en su 37ª reunión, acordó establecer un nuevo grupo de redacción dirigido por Brasil con el fin de preparar el documento de debate sobre las nueces del Brasil para su 38ª reunión. Las observaciones y datos sobre la contaminación por aflatoxinas en las nueces del Brasil, presentados por Brasil durante la 37ª reunión, deberían tenerse en cuenta para la elaboración del nuevo documento.

INTRODUCCIÓN

6. La contaminación por aflatoxinas es un problema potencial en las nueces de árbol y otros productos. El presente documento de debate es aplicable solamente a las nueces del Brasil que es el único cultivo extractivista entre las muchas nueces de árbol comercializadas.

J6555/S

7. El extractivismo de las nueces del Brasil es el proceso de recolección y manipulación primaria de dichas nueces en la selva tropical amazónica donde se cultivan las nueces del Brasil en su entorno natural (CAC, 2005c).

8. Las nueces del Brasil son semillas del árbol *Bertolothia excelsa* Humb. & Bompl., que crece en la selva húmeda, frecuentemente en las zonas más densas de la selva amazónica. Los árboles, que pueden crecer hasta 60 metros, tardan unos 12 años en dar fruto y pueden vivir hasta 500 años. El árbol de la nuez del Brasil no se halla distribuido de forma igual, sino que se presenta frecuentemente en arboledas de 50-100 árboles y una arboleda puede estar separada de otra por distancias de hasta 1 km. Los árboles de la nuez del Brasil no se cultivan en huertos, ya que dependen de especies forestales asociadas para la polinización y producción de nueces. La polinización del árbol de la nuez del Brasil se realiza a través de abejas grandes, especialmente las *Euglossinae* (Wadt et al., 2005).

9. La selva tropical amazónica está formada por ecosistemas múltiples en los que viven diversas nacionalidades y etnias. Alrededor del 60% de la selva se halla en tierras brasileñas y el restante 40% está distribuido entre otros países de América del Sur. El clima ecuatorial de la región es cálido y húmedo, con una temperatura media de 26°C. Cuando comienza la estación de las lluvias, empiezan a caer las vainas y aumenta el riesgo de contaminación por aflatoxinas debido al alto nivel de humedad del aire y la temperatura caliente que no es posible controlar.

10. La selva tropical amazónica se ha considerado una de las de mayor importancia ambiental debido a su función en el equilibrio ecológico y también porque la región es el hábitat de varios pueblos nativos y presenta una biodiversidad increíble. Además, la industria de las nueces del Brasil figura entre los principales objetivos de las políticas internacionales de cooperación para el desarrollo (reducción de la pobreza vinculada con la protección ambiental) y la conservación de los bosques (mantenimiento de la cubierta forestal).

11. En este contexto, el extractivismo representa una importante actividad para la región ya que estimula la utilización sostenible de recursos naturales renovables a la vez que conjuga el desarrollo social con la conservación. Hay que subrayar que la actividad extractiva de la nuez del Brasil no implica la destrucción de los bosques ni amenaza el equilibrio ecológico y el medio ambiente. Según el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), la subsistencia de un millón de personas aproximadamente depende de la producción de nueces del Brasil y, por esta razón, los habitantes de la zona tienen interés en conservar el bosque.

12. El presente documento de debate considera distintos aspectos relacionados con la contaminación de las nueces del Brasil con aflatoxinas y presenta datos sobre la presencia de aflatoxinas y la estimación de su ingestión.

ESTRUCTURA QUÍMICA

13. Las aflatoxinas son un grupo de compuestos estructuralmente relacionados producidos por algunas cepas de *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y *A. nomius* en condiciones favorables. Las aflatoxinas naturalmente presentes que se conocen se denominan B₁, B₂, G₁, y G₂. La B₁ aparece en las cantidades más elevadas en los productos contaminados; las B₂, G₁, y G₂ no se señalan en general en ausencia de la B₁. La B₁ y la G₁ se encuentran normalmente en las nueces del Brasil en una relación aproximada de 1:1 p/p (CAC, 2005a).

14. Químicamente las aflatoxinas son compuestos heterocíclicos con un elevado contenido de oxígeno y de origen natural cuya estructura está estrechamente relacionada. Las aflatoxinas de la serie B poseen una estructura pentatona fusionada al núcleo cumarina, mientras que las del grupo G presentan una lactona de seis miembros (Salunkhe et al., 1987).

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA

15. El JECFA evaluó las aflatoxinas en sus reuniones 31^a, 46^a, 49^a y 56^a (sólo la aflatoxinas M1). En su 49^a reunión de 1997, examinó estimaciones de la potencia carcinógena de las aflatoxinas y los posibles riesgos asociados con su ingestión. En esa reunión, no se propuso una dosis numérica de ingestión diaria tolerable (IDT), ya que estos compuestos son carcinógenos genotóxicos, sino que las estimaciones de la potencialidad de causar cáncer de hígado en los seres humanos como consecuencia de la exposición a las

aflatoxinas B₁ se derivaron de estudios epidemiológicos y toxicológicos. El Comité evaluó la potencia de estos contaminantes, vinculó tales potencias a estimaciones de ingestión y examinó el impacto potencial de dos normas hipotéticas en el maní (10 o 20 µg/kg) en poblaciones de muestra y su riesgo general. Se concluyó que la reducción de 20 µg/kg a 10 µg/kg de la cantidad de aflatoxinas B₁ permitida en el maní no daría lugar a ninguna diferencia observable en las tasas de cáncer de hígado (JECFA, 1998).

16. En la evaluación realizada en su 49ª reunión, el JECFA señaló que la potencia carcinógena de la aflatoxina B₁ es sustancialmente más elevada en portadores del virus de la hepatitis B (alrededor de 0,3 casos de cáncer/año/100 000 personas/ng de aflatoxina B₁/kg de peso personal al día), según se determinó por la presencia del antígeno de superficie del virus de hepatitis B (individuos HBsAg +), que en individuos HBsAg – (en torno a 0,01 casos de cáncer/año/100 000 personas/ng de aflatoxina B₁/kg de peso personal al día). El JECFA señaló asimismo que la vacuna contra el virus de la hepatitis B reduciría el número de portadores del virus y, por lo tanto, la potencia de las aflatoxinas en los grupos de la población vacunados, lo que conduciría a la reducción del riesgo de cáncer de hígado (JECFA, 1998).

MUESTREO

17. Si bien la frecuencia de la contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas es baja, los niveles de aflatoxinas pueden ser muy variables y en un porcentaje reducido de nueces pueden producirse niveles elevados (Schade et al., 1975; Schatzki, 1995; Schatzki, 1996). Como la distribución de las aflatoxinas en las nueces de árbol es muy heterogénea, es decisivo un plan de muestreo apropiado.

18. La mayor parte de los procedimientos de muestreo existentes para las aflatoxinas en las nueces de árbol (CAC, 2001; UE, 1993; FAO, 1993) se han derivado de planes de muestreo elaborados para las aflatoxinas en el maní, que ha sido el producto más evaluado.

19. Un plan de muestreo se define específicamente por un procedimiento de ensayo y un nivel de aceptación de la muestra. El procedimiento de ensayo consiste en especificar un tamaño de muestra, método de preparación de la muestra (incluyendo el tamaño de partícula y el tamaño del submuestreo) y el método analítico.

20. La importancia del muestreo como contribución a la variabilidad total ha sido reconocida desde hace muchos años y se ha demostrado que la variabilidad aumenta al crecer la concentración de aflatoxinas, lo cual es aplicable a cada operación de procedimiento de ensayo. Por ejemplo, al ensayar un lote de maní utilizando muestras de 1,1 kg y muestras de 50 g, las varianzas totales, de muestreo, de preparación de la muestra y analíticas fueron del 82,9%, 73,1%, 37,5% y 10,7%, respectivamente (Johansson et al., 2000).

21. Una de las observaciones más importantes que se derivan del muestreo es la relacionada con la identificación de los componentes de un lote asociado con el riesgo más elevado de contaminación. En los lotes de maní se encontró que, cuando se examinaban granos maduros sanos más trozos de granos sanos, otros granos, granos descascarados y granos dañados, estos últimos iban asociados con el riesgo más elevado (Whitaker et al., 1998). Esta información se empleó después para evaluar el rendimiento de planes de muestreo de aflatoxinas basados en el análisis preferencial de fracciones clasificadas (Whitaker et al., 1999). Este método es atractivo en cuanto que colma el vacío del muestreo como medida 'policial' ofreciendo la posibilidad de adoptar medidas correctivas mediante una clasificación unida al plan de muestreo (Gilbert y Vargas, 2003). La distribución de las aflatoxinas en los pistachos y almendras se ha estudiado a fondo en los Estados Unidos. Los resultados de las investigaciones de la distribución de las aflatoxinas en los pistachos y almendras en los Estados Unidos indican que la selección según la calidad elimina gran parte de las aflatoxinas presentes en los pistachos y almendras en la cosecha (Schatzki, 1995, 1996).

22. El CCFAC, en su 36ª reunión, acordó que un grupo de trabajo dirigido por los Estados Unidos, con la asistencia de Argentina, Brasil, Irán, la Comunidad Europea y el Consejo Internacional de los Frutos Secos (INC), preparara planes de muestreo para las aflatoxinas en las almendras, nueces del Brasil, avellanas y pistachos.

23. El CCFAC, en su 37ª reunión, decidió que un grupo de trabajo por medios electrónicos, dirigido por los Estados Unidos, revisara el anteproyecto de plan de muestreo para la contaminación por aflatoxinas en las almendras, nueces del Brasil, avellanas y pistachos, teniendo en cuenta datos recientes presentados en la reunión.

MÉTODOS ANALÍTICOS

24. La utilización de métodos validados, la aplicación de la acreditación y la participación en pruebas de aptitud se han señalado como medidas esenciales de garantía de calidad para el análisis de las micotoxinas. Los métodos analíticos validados son aquellos a través de los cuales se han establecido características de rendimiento, mediante experimentos de colaboración entre laboratorios, y que hoy gozan de gran aceptación por ser esenciales en la supervisión y reglamentación (Gilbert, 1999). El Método oficial de la AQAQO 994,08 para las aflatoxinas en las nueces del Brasil, maíz, maní y pistachos data de 1994 (AOAC, 2000) y sus características de rendimiento son un intervalo de aplicabilidad de 5-30 µg/kg, una recuperación de 70 a 85% corregida por niveles de entorno y repetibilidad con desviación típica relativa de 8,6% a 30 µg/kg y una reproducibilidad con desviación típica relativa que varía de 12 a 29,5% en el intervalo de aplicabilidad.

25. El Comité Europeo de Normalización ha establecido las características generales de rendimiento del método para las aflatoxinas B₁ y las aflatoxinas totales (CEN, 1999).

26. Hay varios enfoques analíticos que funcionan bien para determinar las aflatoxinas en las nueces del Brasil, si bien no hay ningún método analítico validado oficial. En los países desarrollados, la mayoría de los laboratorios emplearían la extracción con disolventes, seguida de la purificación de la muestra en columnas de inmunoafinidad y HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) con detección de fluorescencia. Recientemente se ha difundido el empleo de columnas de inmunoafinidad ya que ofrecen una técnica atractiva para la purificación de la muestra, si bien es relativamente costosa (Gilbert y Vargas, 2003).

27. Al aplicar procedimientos de laboratorio en países productores de nueces del Brasil debería tenerse en cuenta que los enfoques analíticos utilizados en países desarrollados no son necesariamente los más apropiados. Debido al costo elevado de la HPLC y el material que se consume, esta técnica no puede aplicarse siempre y existe la necesidad real de métodos más viables tales como los basados en la cromatografía de capa delgada (TLC) (Gilbert, 1999).

28. Los extractos preparados utilizando columnas de inmunoafinidad son más limpios que los obtenidos con la purificación en fase sólida o la repartición líquido-líquido que son más convencionales, y pueden concentrarse, lo que hace de la TLC una opción mucho más atractiva para la etapa cromatográfica del análisis (Gilbert y Vargas, 2003; Stroka et al., 2000b).

29. Para las aflatoxinas, la especificidad provocada por su fluorescencia ha solido considerarse suficiente y no se ha practicado normalmente la confirmación, aparte de la formación derivativa con yodo o bromuro (STROKA et al., 2000a). Se han empleado espectros de electrospray LC/MS y APCI de barrido completo utilizando LC/MS para la confirmación de las aflatoxinas (Tanaka et al., 2002; Trucksess y Wood, 1994).

30. Hay una enorme variedad de opciones por lo que respecta a la disponibilidad comercial de estuches de ensayo basados en anticuerpos para las aflatoxinas. En el sitio AOAC International (AOAC, 2005) se enumeran unos once formatos diferentes de estuches de ensayo que ofrecen distintas empresas. Los estuches para las aflatoxinas B₁ y aflatoxinas totales utilizan anticuerpos revestidos de distintas formas en crisoles, láminas de ELISA, columnas, tarjetas y tubos con distintos métodos para leer los instrumentos. Aunque en todos los casos los fabricantes proclaman el buen rendimiento de estos estuches, pocos han sido validados por un estudio completo de colaboración entre laboratorios (Gilbert y Vargas, 2003).

31. El CCFAC en su 36ª reunión señaló que no era necesario que el Comité trabajara en la elaboración de métodos de análisis para la determinación de las aflatoxinas en las nueces de árbol, ya que el Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras había elaborado ya algunos métodos y podría elaborar otros si se lo solicitara el CCFAC.

PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN LAS NUECES DEL BRASIL

32. Se sabe que varios factores ambientales influyen en la producción de aflatoxinas, pero se considera que los decisivos son la temperatura (T) y la humedad relativa (HR). Otros factores como la actividad acuosa, la humedad, la composición del sustrato, el contacto con el suelo, el tiempo de almacenamiento, daños de insectos y la presencia de cáscara influyen también en el crecimiento de mohos y la producción de aflatoxinas (Arrus et al., 2005). Se informó de que las nueces del Brasil pueden infectarse con *Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger* desde el momento en que la vaina cae del árbol, mientras que se detectaron *Fusarium sacchari*, *Fusarium oxysporum* y *Penicillium citrinum* en las nueces del Brasil dejadas en el suelo de la selva durante 30 a 60 días (Cartaxo et al., 2003). Se identificaron también *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp. en las nueces del Brasil durante la elaboración (Souza et al., 2003). Se han aislado *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Eurotium* sp. y *Penicillium* sp. en nueces del Brasil defectuosas (Brasil – Ministerio de Agricultura, 2003 – datos no publicados).

33. Se han evaluado los efectos de la humedad relativa y la temperatura en la producción de aflatoxinas en nueces del Brasil secadas previamente (Arrus et al., 2005). El estudio concluyó que las mitades de granos descascarados mostraban el mayor nivel de B₁ y aflatoxinas totales (6817 µg/kg), mientras que los granos enteros con cáscara tenían el menor contenido de aflatoxinas totales. En el Cuadro 1 se muestran el límite de contenido de humedad y los valores de actividad acuosa (a_w) necesarios para controlar la producción de aflatoxinas (< 4 ng/g).

Cuadro 1 – Contenido de humedad y actividad acuosa de nueces del Brasil a los 60 días, 30°C y con 80% de humedad relativa

Nueces del Brasil	Días	Temperatura de almacenamiento (°C)	Humedad relativa (%)	Contenido de humedad de la nuez (%) [*]	Actividad acuosa de la nuez (a _w) [*]	Producción de aflatoxinas (µg/kg)
Mitad sin cáscara	60	30	80	4,57	0,70	< 4,0
Entera sin cáscara	60	30	80	4,50	0,68	< 4,0
Entera con cáscara	60	30	80	5,05	0,75	< 4,0

^{*}Media de dos valores

34. Varios países productores e importadores de nueces del Brasil están preocupados por la presencia de aflatoxinas en estos productos y la han estudiado. Durante 1993, de 176 nueces del Brasil analizadas en los Estados Unidos, el 11% estaban contaminadas con aflatoxina total en niveles entre indicios y 20 µg/kg, mientras que un 6% estaban contaminadas en niveles superiores a 20 µg/kg. El nivel máximo detectado en dicho estudio fue de 619 µg/kg (Pohland, 1993).

35. En Japón, entre 74 muestras de nueces del Brasil analizadas, 70 (94,6 %) no estaban contaminadas y sólo 2 muestras contenían aflatoxinas en niveles superiores a 10 µg/kg. El nivel máximo detectado de aflatoxina total fue de 123 µg/kg (JECFA, 1998).

36. Los resultados de una búsqueda de aflatoxinas en diversas nueces y productos de nueces al por menor, realizada por el organismo de Normas Alimentarias del Reino Unido en noviembre de 2003 y marzo de 2004, mostraron que 4 de 21 muestras de nueces del Brasil contenían aflatoxinas en un nivel superior a 4 µg/kg de aflatoxinas totales que es el límite reglamentario de la CE y del Reino Unido (Food Standards Agency, 2004).

37. En Suecia, un estudio realizado entre diciembre de 2003 y marzo de 2004 mostró que la media y el nivel al 95 percentil de aflatoxinas totales en 132 muestras de nueces del Brasil antes de la selección eran 1,4 y 557 µg/kg y, en las fracciones comestibles después de la selección, 0,4 y 56 µg/kg, respectivamente. En la mayoría de los casos los niveles de aflatoxinas totales eran menores en las cáscaras que en los granos de las mismas muestras. Este estudio tenía por objeto investigar la medida en que los consumidores pueden separar las nueces con un contenido elevado de aflatoxinas de las nueces sanas. La conclusión fue que las nueces del

Brasil con cáscara podrían ser una de las pocas especies de nueces que el consumidor puede seleccionar por examen visual y protegerse así de consumir altos niveles de aflatoxinas (Marklinder et al., 2005).

38. En un estudio para calcular la exposición dietética a las micotoxinas realizada en Francia, 25 muestras de nueces y semillas oleaginosas recogidas en 2000-2001 no contenían niveles detectables de aflatoxinas (Leblanc, 2005).

39. En la 37ª reunión del CCFAC, Brasil presentó los resultados de un amplio estudio realizado en su país de 1998 a 2004 en el que se analizaron 500 (302 sin cáscara y 198 con cáscara) muestras de nueces del Brasil recogidas en diferentes lugares del país para determinar las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂. El estudio mostró que la incidencia de la contaminación de aflatoxinas B₁ por debajo del límite de detección del método (0,6 µg/kg) para las nueces del Brasil sin cáscara y con cáscara (según el muestreo) era del 71,8% y del 41,4%, respectivamente. Los niveles de aflatoxinas B₁ eran inferiores a 2 µg/kg y 10 µg/kg en el 69,4% y el 80% por ciento de las muestras (sin cáscara y con cáscara), respectivamente. En cuanto al total de aflatoxinas, el 70% y el 79,8% de las muestras (sin cáscara y con cáscara) estaban contaminadas, respectivamente, con niveles inferiores a 4 µg/kg y 20 µg/kg. Los datos sobre la distribución de aflatoxinas B₁ y totales en las nueces del Brasil (sin cáscara y con cáscara) se indican en la Figura 1 y la Figura 2. Como era de prever, las pautas de contaminación con aflatoxinas no siguen una distribución normal. Las concentraciones medias de aflatoxinas totales eran 1,85 y 0,8 (µg/kg) en las muestras de nueces del Brasil con cáscara y sin cáscara, respectivamente. El estudio concluyó también que la contaminación era mucho mayor en las nueces del Brasil con cáscara que en las descascaradas. El estudio indicó que la cáscara misma podía contribuir a la contaminación de las nueces del Brasil con aflatoxinas y que no cabía suponer que la contaminación se hallara sólo en el grano. Por ello, era necesario realizar estudios tradicionales para determinar y confirmar estos resultados (CAC, 2005b).

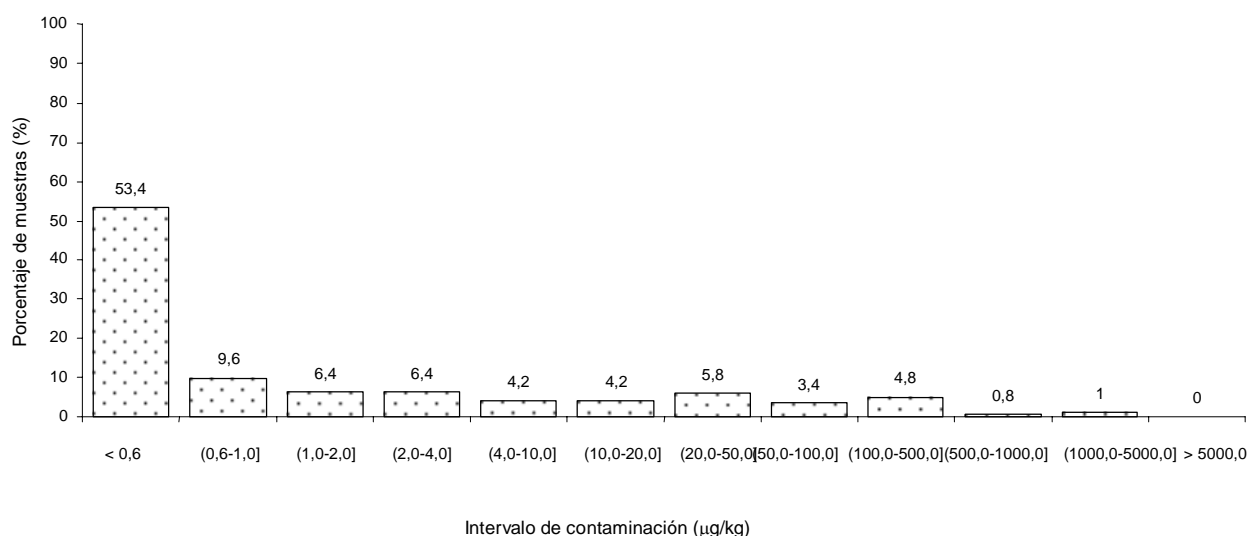


Figura 1 – Distribución de muestras de nueces del Brasil (%) por intervalo de contaminación con aflatoxinas B₁

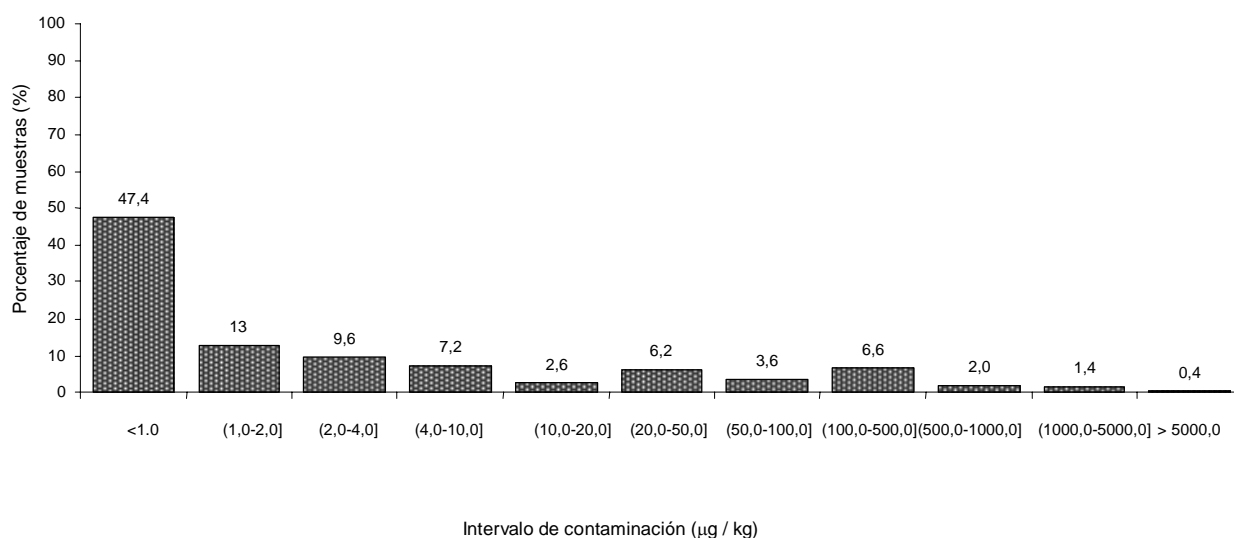


Figura 2 – Distribución de muestras de nueces del Brasil (%) por intervalo de contaminación con aflatoxinas totales

40. La contaminación con aflatoxinas es un problema potencial en las nueces de árbol y otros productos. La incidencia de nueces contaminadas y la concentración de aflatoxinas en las mismas dependen de condiciones ambientales, cultivares, prácticas agrícolas/de extracción y producción, así como de la capacidad técnica para separar las nueces dañadas y contaminadas durante la elaboración después de la cosecha.

41. Se sabe que el crecimiento de mohos y la producción de toxinas requieren una actividad acuosa crítica en una matriz particular. La reducción al mínimo del período en que el producto se halla en esas condiciones críticas reduce, por lo tanto, la probabilidad de contaminación, ya que hace que disminuyan las fuentes de contaminación fúngica. Para ello hay que reducir el contenido de humedad del producto a un nivel inferior al necesario para la actividad fúngica en el período más breve posible.

42. Teniendo en cuenta los efectos carcinógenos y genotóxicos de las aflatoxinas en los seres humanos, esta contaminación es una importante preocupación de salud pública. Noventa y nueve (99) países han establecido reglamentos para la presencia de aflatoxinas en los alimentos (FAO, 2004).

INGESTIÓN EN LA DIETA

43. Los productos con mayor riesgo de contaminación con aflatoxinas son el maíz, el maní, las semillas de algodón, las nueces del Brasil, el pistacho, los higos, las especias y la copra. Las fuentes dietéticas más importantes de las aflatoxinas son el maíz y el maní y sus derivados, que pueden ser parte esencial de la dieta en algunos países (CAC, 2005a). En muchos países, el consumo de nueces de árbol representa sólo un pequeño porcentaje de la ingestión alimentaria total de los consumidores.

44. Se dispone de pocos datos sobre la ingestión de nueces del Brasil y, por consiguiente, sobre la ingestión de aflatoxinas en su consumo. La ingestión de aflatoxinas en la dieta de la población de Suecia se estimó en 0,6 y 0,7 ng/kg pc para los consumidores de cantidades medias y altas (95° percentil), respectivamente (Thuvander, 2001). En dicho estudio se estimó la ingestión de nueces del Brasil en 0,3 g/día tanto para los consumidores medios como para los del 95° percentil. En otro estudio de Suecia, en el que se supuso que el consumo anual de un consumidor de 70 kg era una bolsa de tamaño normal de 300 gramos de nueces del Brasil, la ingestión media de aflatoxinas a partir de estos productos en Suecia se calculó en 0,73 ng/kg pc y en 110 ng/kg pc en el 95° percentil (Marklinder et al., 2005).

45. Para obtener datos sobre la ingestión en otras regiones se puede adoptar el método de estimar la contribución de las nueces del Brasil como fuente de aflatoxinas en la dieta utilizando datos sobre la producción mundial de productos en los que se ha señalado la contaminación por aflatoxinas y datos sobre la producción mundial de nueces del Brasil en relación con la producción total de nueces de árbol, y combinar después estos datos con valores del consumo de nueces de árbol en cinco dietas regionales del Programa

Mixto del Sistema Mundial de Vigilancia y Evaluación de la Contaminación de los Alimentos (SIMUVIMA/ALIMENTOS), que se elaboraron a partir de hojas de balance compiladas por la FAO. Como se dispone de estas hojas para la mayoría de los países, proporcionan una serie de datos que son comparables entre los países y regiones del mundo (OMS, 2000).

46. En el Cuadro 2 se presentan datos sobre la producción mundial (2004) de productos que pueden considerarse fuentes potenciales de exposición a las aflatoxinas y, en el Cuadro 3, se muestra el porcentaje de la producción total de nueces de árbol (2004) que representan las nueces del Brasil.

Cuadro 2 – Comparación de la producción mundial (2004) de nueces de árbol con la producción de otros alimentos que pueden ser fuentes de aflatoxinas

Producto	Producción (Ton)*	%
Cereales	2 264 030 480	98,09
Maní con cáscara	35 723 285	1,55
Nueces de árbol (total)	8 416 402	0,36
Total	2 308 170 167	100

Fuente: FAOSTAT, 2005

* toneladas métricas

Cuadro 3 – Comparación de la producción mundial (2004) de nueces del Brasil con la producción total de nueces de árbol

Producto	Producción (Ton)*	%
Pistachos	549,837	6,53
Avellanas	680 580	8,08
Nueces del Brasil	72 450	0,86
Otras nueces de árbol	7 113 535	84,52
Total	8 416 402	100

Fuente: FAOSTAT, 2005

* toneladas métricas

47. Los datos del Cuadro 2 muestran que la producción de nueces de árbol representa sólo el 0,36% de la producción total de productos que son fuentes potenciales de exposición a las aflatoxinas, mientras que el Cuadro 3 indica que las nueces del Brasil representan el 0,86% de la producción total de nueces de árbol. Esto demuestra claramente que la producción mundial de nueces del Brasil es mucho menor que la de otros de los principales productos alimenticios en los que se ha determinado la presencia de aflatoxinas.

48. Según datos de las dietas regionales del SIMUVIMA/ALIMENTOS (OMS, 2003) resumidos en el Cuadro 4, la ingestión diaria de nueces de árbol en las cinco regiones varía de 1,1 g/persona/día en el Medio Oriente a 17,8 g/persona/día en América Latina, lo que corresponde, respectivamente, al 0,082 y 1,31% de la ingestión total en la dieta en las regiones estudiadas.

Cuadro 4 – Consumo de nueces de árbol (g/persona/día) en comparación con la ingestión total en la dieta en diferentes regiones del mundo

Productos	Medio Oriente	Lejano Oriente	África	América Latina	Europa
Nueces de árbol	1,1	13,5	4,5	17,8	4,6
Dieta total	1 342,5	1 083,5	1 018,1	1 355,5	1 896,4
Nueces de árbol/ dieta total (%)	0,082	1,25	0,44	1,31	0,24

Fuente: SIMUVIMA/ALIMENTOS

49. Teniendo en cuenta que la producción de nueces del Brasil representa sólo el 0,86% de la producción total de nueces de árbol, se puede calcular que la ingestión de nueces del Brasil en las cinco regiones geográficas variaría de 0,0095 g/persona/día en el Medio Oriente a 0,153 g/persona/día en América Latina.

50. Para calcular la ingestión de aflatoxinas en las nueces del Brasil, se combinó la concentración media (0,8 µg/kg) de aflatoxinas totales en las 198 muestras de nueces del Brasil descascaradas con la ingestión de nueces del Brasil deducida de la base de datos del SIMUVIMA/ALIMENTOS. Como la concentración de aflatoxinas y la incidencia de la contaminación con aflatoxinas reflejan las encontradas en los datos del Brasil, a efectos de este análisis se tomaron como representativas de las nueces del Brasil disponibles en el comercio en todo el mundo.

51. Utilizando valores de concentración medios, las estimaciones de la ingestión de aflatoxinas totales en las nueces del Brasil variarían de 0,0072 ng/persona/día en la dieta del Medio Oriente a 0,1224 ng/persona/día en la de América Latina (Cuadro 5).

Cuadro 5 - Ingestión diaria de aflatoxinas en las nueces del Brasil considerando valores medios

Dieta	Ingestión de nueces del Brasil (g/día)	Media* (µg/ Kg)	Ingestión de aflatoxinas	
			ng/persona/día	ng/kg pc/día
Europa	0,039	0,8	0,0312	0,00052
América Latina	0,153	0,8	0,1224	0,00204
Lejano Oriente	0,116	0,8	0,0928	0,00155
Medio Oriente	0,009	0,8	0,0072	0,00012
África	0,039	0,8	0,0312	0,00052

*Fuente: Estudio del Brasil (COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, 2005b)

52. Utilizando los actuales límites reglamentarios para las aflatoxinas en las nueces del Brasil establecidos en las diferentes regiones en combinación con la dieta regional SIMUVIMA/ALIMENTOS, es posible estudiar diferentes marcos hipotéticos y estimar la correspondiente ingestión (Cuadro 6).

Cuadro 6 – Comparación de la ingestión de aflatoxinas en las nueces del Brasil en cinco regiones geográficas considerando distintos límites máximos

Dieta de la región SIMUVIMA/ALIMENTOS	Ingestión de nueces del Brasil (g/día)	Ingestión de aflatoxinas considerando diferentes LM (ng/persona/día)			
		4 µg/ kg	10 µg/ kg	20 µg/ kg	30 µg/ kg
Europa	0,039	0,156	0,390	0,78	1,17
América Latina	0,153	0,612	1,530	3,06	4,59
Lejano Oriente	0,116	0,464	1,160	2,32	3,48
Medio Oriente	0,009	0,036	0,090	0,18	0,27
África	0,039	0,156	0,390	0,78	1,17

53. Examinando un marco hipotético en el que los datos sobre la ingestión de nueces del Brasil estimados para países de América Latina (el valor más alto) se combinan con una concentración de aflatoxinas totales de 20 µg/kg (el 80% de las muestras de nueces del Brasil analizadas presentaban un nivel de contaminación inferior a este valor, según los datos de distribución de las concentraciones de aflatoxinas), la ingestión de aflatoxinas variaría de 0,18 ng/día/persona en la dieta del Medio Oriente a 3,06 ng/día/persona en la dieta de América Latina (Cuadro 6).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

54. El presente Documento de Debate sobre las Aflatoxinas en las Nueces del Brasil conduce a la presentación de las siguientes conclusiones y recomendaciones generales para su examen en la 38ª reunión del CCFAC:

- I) La producción de nueces del Brasil representa una importante actividad económica alternativa para la zona de la selva tropical amazónica y contribuye a su conservación.

- II) El establecimiento de normas para la contaminación por aflatoxinas en las nueces del Brasil en niveles inferiores a los necesarios para la protección de la salud humana puede causar graves perjuicios al comercio de las nueces del Brasil.
- III) Aunque la contribución de las nueces del Brasil a la ingestión diaria de aflatoxinas es baja, es necesario establecer un nivel reglamentario internacional para las aflatoxinas en las nueces del Brasil debido a que en algunas regiones se han impuesto niveles muy restrictivos de aflatoxinas para las nueces del Brasil.
- IV) La Comisión del Codex Alimentarius adoptó, en su 28º período de sesiones, un código de prácticas para la prevención y reducción de contaminación de las nueces de árbol por aflatoxinas y se está preparando un apéndice al código sobre medidas adicionales para las nueces del Brasil. Los resultados de la aplicación de las medidas recomendadas estarán disponibles en los próximos años y harán ciertamente que disminuyan los actuales niveles de contaminación por aflatoxinas en las nueces del Brasil.
- V) Antes de establecer un límite para aflatoxinas en las nueces del Brasil se recomienda que el CCFAC considere que:
 - a) Se necesitan más datos sobre la presencia de aflatoxinas en las nueces del Brasil para completar los presentados en este documento y aclarar mejor la influencia de la cáscara en los resultados analíticos. Se recomienda asimismo que se elaboren nuevas curvas de distribución después de que se apliquen las Buenas Prácticas de Extracción que se están elaborando actualmente.
 - b) Se utilizan ampliamente otros alimentos en los que suelen proliferar los hongos que producen aflatoxinas los cuáles representan una aportación a la ingestión de aflatoxinas mayor que las nueces del Brasil, pero se han establecido para ellos niveles máximos de aflatoxinas menos restrictivos que los aplicados actualmente a las nueces del Brasil.
 - c) Hay una notable diferencia entre el nivel de contaminación por aflatoxinas en las nueces sin cáscara y con cáscara. Según la Norma del Codex 193, los LM deberían basarse preferiblemente en la parte comestible del producto.
 - d) Se recomienda que se elabore un plan de muestreo internacional específico para las nueces del Brasil.
- VI) En el caso de que se propongan LM diferentes para las aflatoxinas en las nueces del Brasil, se recomienda que el CCFAC pida al JECFA que evalúe los efectos de las normas hipotéticas en la reducción del cáncer y la magnitud de dicha reducción.

REFERENCIAS

1. AOAC – Asociación de químicos y analistas oficiales. Natural Toxins. Official Methods of AOAC International. Volume 2, Chapter 49, 1-64. 17th Edition. Edited by William Horwitz. 2000.
2. AOAC International. Puede consultarse en: <http://www.aoac.org>. Acceso el 6 de septiembre de 2005.
3. Arrus, K.; Abramson, D.; Clear, R.; Holley, R.A. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. *Journal of Stored Products Research*. 41: 513-527. 2005.
4. BRASIL – MINISTERIO DE AGRICULTURA, Departamento Nacional de Defensa Vegetal, Laboratorio de Control de Calidad e Inocuidad de los Alimentos/ LACQSA, datos sobre las nueces del Brasil. 2003 (datos sin publicar).
5. Cartaxo, C. B. C.; Souza, J. M. L.; Corrêa, T. B.; Costa, P.; Freitas-Silva, O. 2003. Occurrence of aflatoxin and filamentous fungi contamination in brazil-nuts left inside the forest. In: IV Congreso Latinoamericano de Micotoxicología. Anais eletrônicos. Havana, Centro Nacional de Sanidad Agropecuária, 2003. CD.
6. CEN – Comité Europeo de Normalización. CEN Report: Food Analysis – Biotoxins – Criteria of analytical methods for mycotoxins. Febrero 1999. 8p.

7. COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. 24º período de sesiones Alinorm 01/41, párrafo 138. 2001.
8. COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes, 37ª reunión. Documento de debate sobre las aflatoxinas en las nueces del Brasil. CX/FAC 05/37/24, diciembre de 2004, La Haya, Países Bajos, 25-29 de abril, 2005a.
9. COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes, 37ª reunión, CRD 17, datos sobre la presencia de aflatoxinas en las nueces del Brasil, en Brasil, de 1998-2004, 2005b.
10. COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes, 37ª reunión, ALINORM 05/28/12, 2005c.
11. COMISIÓN EUROPA. Directiva 98/53/EEC del 16 de julio de 1998, que establece los métodos de muestreo y los métodos de análisis para el control oficial de los niveles de algunos contaminantes en los alimentos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L201/93*.
12. FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud. Planes de muestreo para el análisis de aflatoxinas en maní y maíz. *Estudio FAO: Alimentación y Nutrición 55*, Roma, Italia.
13. FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2004. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003. *Estudio FAO Alimentación y Nutrición 81*, Roma, 2004.
14. FAO, Bases de datos estadísticos. Pueden consultarse en: <http://faostat.fao.org>. Acceso el 6 de septiembre de 2005.
15. Food Standards Agency. 2004. Survey of Edible Nuts for Aflatoxins. Puede consultarse en: <http://www.foodstandards.gov.uk>. Acceso el 6 de septiembre de 2005.
16. Gilbert J. 1999. Quality assurance in mycotoxin analysis. *Food Nutr. Aric.* 23: 33-36.
17. Gilbert, J. and Vargas, E.A. Advances in Sampling and Analysis for Aflatoxins in Food and Animal Feed. *Toxin Reviews (formerly Journal of Toxicology: Toxin Reviews)*, Volume 22, Number 2&3, 381-422. 2003.
18. JECFA. Forty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 1998.
19. Johansson, A.S., Whitaker, T.B., Hagler, W.M., Giesbrecht, F.G., Young, J.H., and Bowman, D.T., Testing Shelled Corn for Aflatoxin, Part I: Estimation of Variance Components. *Journal of AOAC Internat.*, 83:1264. 2000a.
20. Leblanc, J.-C.; Tard, A.; Volatier, J.-L.; Verger, P. Estimated dietary exposure to principal food mycotoxins from The First French Total Diet Study. *Food Add. Cont.* 22 (7): 652-672. 2005.
21. Marklinder, I.; Lindblad, M.; Gidlund, A.; Olsen, M. Consumers' ability to discriminate aflatoxin-contaminated Brazil nuts. *Food Add. Cont.* 22 (1): 56-64. 2005.
22. Pohland A. E. Mycotoxins in review. *Food Add. Cont.* 10:17-28. 1993.
23. Salunkhe D. K.; Adsule R. N.; Padule D. N. Aflatoxins in foods and feeds, Metropolitan, Book Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India, p. 18. 1987.
24. Schade J. E.; McGreevy K.; King A. D. Jr.; Mackey B.; Fuller G. Incidence of aflatoxin in California almendras. *Appl Microbiol* 29 (1): 48-53. 1975.
25. Schatzki T. F. Distribution of Aflatoxin in pistachos. 2. Distribution in freshly harvested pistachos. *J. Agric. Food. Chem.* 43: 1566-1569. 1995.
26. Schatzki T. F. Distribution of aflatoxin in almendras. *J. Agric. Food Chem.* 44 (11): 3595-3597. 1996.
27. Souza, J. M. L.; Cartaxo, C. B. C.; Leite, F. M. N.; Reis, F. S. Avaliação microbiológica de castanha-do-brasil em usinas de beneficiamento no Acre. In: XLIX Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical. Anais. Fortaleza, 2003, p. 201 (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 67).

28. Stroka, J.; Anklam, E.; Joerissen, U.; Gilbert, J. Immunoaffinity Column Cleanup with Liquid Chromatography Using Post-Column Bromination for Determination of Aflatoxins in Peanut Butter, Pistachio Paste, and Paprika Powder: Collaborative Study. *Journal of AQAQO Internat.*, 83:320. 2000a.
29. Stroka, J.; van Otterdijk, R.; Anklam, E. Immunoaffinity column clean-up prior to thin-layer chromatography for the determination of aflatoxins in various food matrices. *J. Chromatography A*. 904: 251. 2000b.
30. Tanaka, T.; Yoneda, A.; Sugiura, Y.; Inoue, S.; Takino, M.; Tanaka, A.; Shinoda, A.; Suzuki, H.; Akiyama, H.; Toyoda, M. An application of liquid chromatography and mass spectrometry for determination of aflatoxins. *Mycotoxins*, 52: 107. 2002.
31. Thuvander, A.; Möller, T.; Enghardt Barbieri, H.; Jansson, A.; Salomonsson, A.-C.; Olsen, M. ingestión de of some important mycotoxins by the Swedish population. *Food Add. Cont.* 18 (8): 696-706. 2001.
32. Trucksess M. W.; Wood G. E. 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, 409-431. 1994.
33. Wadt., L. H. O.; Kainer, K. A.; Gomes-Silva, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholetia excelsa* stand in southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 211, 371-384. 2005.
34. Whitaker, T.B., Hagler, W.M, Giesbrecht, F.G., Dorner, J.W., Dowell, F.E., and Cole, R.J. Estimating Aflatoxin in Framers' Stock Peanut Lots by Measuring Aflatoxin in Various Peanut-Grade Components. *Journal of AQAQO Internat.*, 81:61. 1998
35. Whitaker, T.B., Hagler, W.M, and Giesbrecht, F.G., Performance of Sampling Plans to Determine Aflatoxin in Farmers' Stock Peanut Lots by Measuring Aflatoxin in High-Risk-Grade Components. *Journal of AQAQO Internat.*, 82:264. 1999.
36. WHO – World Health Organization. Regional per Capita Consumption of Raw and Semi-processed Agricultural Commodities. GEMS/Food Regional Diets (Global Environment Monitoring System/ Food Contamination Monitoring and Assessment Program), revisión en septiembre de 2003.
37. WHO – World Health Organization. Report on the Joint FAO/WHO Workshop on Methodology for Exposure Assessment of Contaminants and Toxins, June 7-8, 2000. Geneva.