

comisión del codex alimentarius



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DE LA SALUD



S

OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00153 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Tema 7 (e) del programa

CX/CF 07/1/10

Marzo de 2007

**PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS
COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS
1ª reunión**

Beijing (China), 16 - 20 de abril de 2007

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

Se invita a los Gobiernos y a las organizaciones internacionales que deseen remitir sus observaciones sobre el siguiente tema a que envíen dichas observaciones, **a más tardar el 31 de marzo de 2007**, preferiblemente en formato electrónico, a la atención de la Sra. Tanja Åkesson, Secretaría Holandesa del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, Telefax: +31 70 3786141; correo electrónico: info@codexalimentarius.nl, con copia al Secretario, Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia (Telefax: +39.06.5705.4593; correo electrónico: Codex@fao.org).

INFORMACIÓN GENERAL

1. En la 35ª reunión del CCFAC, a partir del documento de debate CX/FAC 03/23, se decidió establecer límites máximos para el total de aflatoxinas presentes en las almendras, las avellanas y los pistachos. Se consideró que la información disponible para otras nueces de árboles era insuficiente para establecer límites máximos. El Comité acordó que la delegación de Irán examinaría este documento para debatirlo en la siguiente reunión, y que se pediría información adicional sobre la contaminación por aflatoxinas en las nueces de árbol distintas de las almendras, las avellanas y los pistachos.
2. En su 36ª reunión, el CCFAC acordó tratar en el documento de debate exclusivamente las nueces de Brasil, ya que las otras tres nueces (por ejemplo: anacardos, nueces de macadamia, pacanas, piñones, nueces, etc.) presentan una incidencia más baja de contaminación por aflatoxinas y su volumen en el comercio internacional no es considerable.
3. El CCFAC convino que la delegación de Irán prepararía un documento de debate revisado sobre la contaminación por aflatoxinas en las nueces de Brasil, que tendría en cuenta las nueces de Brasil sin cáscara, con cáscara, peladas y sin pelar. La revisión tendría que tener en cuenta las observaciones anteriores y las presentadas en la reunión en curso, así como el principio ALARA y la evaluación del JECFA.
4. En su 37ª reunión, el CCFAC decidió establecer un nuevo grupo de trabajo electrónico, dirigido por Brasil, para que preparara el documento de debate sobre las nueces de Brasil para la 38ª reunión.

5. El CCFAC decidió, en su 38ª reunión, establecer de nuevo el grupo de trabajo electrónico, dirigido por Brasil, para que revisara el documento de debate (CX/FAC 06/38/24) a fin de debatirlo en la primera reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. Participan en este grupo de trabajo el Reino Unido, los Estados Unidos y el Consejo Internacional de los Frutos Secos (INC). El grupo de trabajo preparó el presente documento de debate, teniendo en cuenta información adicional sobre la presencia de aflatoxinas en las nueces de Brasil, en particular sobre la aportación de la cáscara al contenido de aflatoxinas, ya que los límites máximos se aplican a la parte comestible.

INTRODUCCIÓN

6. La contaminación por aflatoxinas puede ser un problema en las nueces de árbol y en otros productos, como el maíz, la cebada, los cacahuets, los higos secos, la copra, las semillas de algodón, el pimentón y el pimiento picante. El documento de debate se aplica exclusivamente a las nueces de Brasil, que es el único cultivo extractivo entre las principales nueces de árbol que son objeto del comercio.

7. La extracción de nueces de Brasil es el procedimiento de recolección y manipulación primaria de las nueces de Brasil en la selva tropical del Amazonas, donde los árboles crecen en su entorno natural (CAC, 2005c).

8. Las nueces de Brasil son las semillas de los árboles *Bertholletia excelsa Humb.y Bompl.*, que tienen las siguientes características: altura de hasta 60 metros; comienzan a producir frutos a los 12 años; viven hasta 500 años; crecen en grupos de 50 a 100 árboles, y estos grupos pueden estar separados de otros por distancias de hasta un kilómetro. La polinización es realizada por abejas silvestres grandes, especialmente de la especie *Euglossinae* (Wadt *et al.*, 2005).

9. El bosque del Amazonas tiene numerosos ecosistemas y una gran biodiversidad, ocupa una importante posición en el equilibrio climático mundial y acoge a numerosos grupos étnicos. El clima ecuatorial es cálido y húmedo, con una temperatura promedio de 26°C y una humedad relativa de 80% a 95%.

10. Las vainas del árbol de las nueces de Brasil caen durante la temporada de lluvias y corren el riesgo de contaminarse de aflatoxinas debido a que quedan muy expuestas a elevadas temperaturas y a una gran humedad en el bosque.

11. La extracción de nueces de Brasil constituye una importante actividad para la población autóctona y estimula el uso sostenible de recursos naturales renovables, a la vez que concilia el desarrollo social con la conservación. No supone destrucción del bosque ni representa una amenaza para el equilibrio ecológico y el medio ambiente. De acuerdo al IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadísticas), la subsistencia de cerca de un millón de personas depende de la producción de las nueces de Brasil.

12. Este documento de debate tiene en cuenta numerosos aspectos relacionados con la presencia de aflatoxinas en las nueces de Brasil, así como estimaciones de la presencia de esta sustancia y de la ingesta diaria.

ESTRUCTURA QUÍMICA

13. Las aflatoxinas son un grupo de compuestos de estructura relacionada, producidos en condiciones favorables por algunas cepas de los hongos *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* y *A. pseudotamarii* (ITO *et al.*, 2001). Las aflatoxinas naturales más conocidas se denominan B₁, B₂, G₁ y G₂. Las aflatoxinas B₁ son las que se presentan en mayor cantidad en los productos contaminados; las aflatoxinas B₂, G₁ y G₂ por lo general no se observan en ausencia de aflatoxinas B₁.

14. Las aflatoxinas son compuestos heterocíclicos con un elevado contenido de oxígeno y su estructura está estrechamente relacionada. Las aflatoxinas contienen núcleos de cumarina asociados a un bifurano: las aflatoxinas B contienen una estructura de pentatona asociada al núcleo de cumarina, y las aflatoxinas G tienen una lactona hexagonal (Salunkhe *et al.*, 1987).

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA

15. En su 49ª reunión, de 1997, el JECFA examinó el potencial cancerígeno de las aflatoxinas y los riesgos potenciales asociados a su ingesta. No se propuso una ingesta diaria tolerable ya que estos compuestos son cancerígenos genotóxicos. Las estimaciones de la potencia hepatocarcinógena en los seres humanos debido a la exposición a la aflatoxina B₁ se obtuvieron de estudios epidemiológicos y toxicológicos.

16. El JECFA examinó una amplia serie de estudios realizados con animales y con personas que ofrecen información cualitativa y cuantitativa sobre la hepatocarcinogenicidad de las aflatoxinas. El Comité evaluó la potencia de estos contaminantes, la asoció a estimaciones de la ingesta, y debatió las posibles repercusiones de dos normas hipotéticas para la contaminación de los cacahuets por aflatoxinas (10 o 20 µg/kg) en muestras de la población y su riesgo general. Se concluyó que la reducción del contenido permitido de aflatoxinas en los cacahuets, de 20 µg/kg a 10 µg/kg no produciría diferencias observables en las tasas de cáncer de hígado (JECFA, 1998).

17. El JECFA señaló asimismo que la capacidad cancerígena de las aflatoxinas B₁ es sustancialmente más elevada en portadores del virus de la hepatitis B (alrededor de 0,3 casos de cáncer al año por cada 100 000 personas/ng de aflatoxina B₁/kg de peso corporal/día), según se determinó por la presencia en suero del antígeno de superficie del virus de la hepatitis B (individuos HBsAg +), en comparación con las personas HBsAg – (en torno a 0,01 casos de cáncer/año/100 000 personas/ng de aflatoxina B₁/kg de peso personal/día). El JECFA además señaló que la vacunación contra el virus de la hepatitis B reduciría el número de portadores del virus, y de esta manera disminuiría la potencia de las aflatoxinas en las poblaciones vacunadas, lo que conduciría a la reducción del riesgo de cáncer de hígado (JECFA, 1998).

18. En su 38ª reunión, el CCFAC pidió al JECFA que evaluara las repercusiones en la salud humana de la exposición alimentaria a las aflatoxinas a través del consumo de nueces de árbol (listas para el consumo), incluidas las nueces de Brasil. Debían tenerse en cuenta contenidos totales de 4, 8, 10 y 15 µg/kg del total de aflatoxinas, así como la exposición a través de otras fuentes y las evaluaciones previas realizadas para el maíz y los cacahuets. Esta evaluación está programada para la 68ª reunión del JECFA, que se llevará a cabo en junio de 2007.

MUESTREO

19. Si bien la incidencia de la contaminación por aflatoxinas en las nueces de árbol es baja, el contenido de aflatoxinas es muy variable y puede ser abundante en un pequeño porcentaje de nueces (Schade *et al.*, 1975; Schatzki, 1995; Schatzki, 1996). Además, es decisivo contar con un plan apropiado de muestreo.

20. Casi todos los procedimientos de muestreo utilizados para observar las aflatoxinas en las nueces de árbol (CAC, 2001; EU, 1993; FAO, 1993) se han obtenido de planes de muestreo creados para observar las aflatoxinas en los cacahuets, que es el producto más evaluado.

21. Los planes de muestreo son procedimientos de análisis, que constan de un tamaño específico de la muestra, un método de preparación de las muestras (que incluye el tamaño de la partícula y el tamaño de las submuestras) y un método analítico. Estos parámetros se definen de acuerdo al contenido aceptado de contaminación de la muestra.

22. En su 36ª reunión el CCFAC resolvió que un grupo de trabajo dirigido por los Estados Unidos, con apoyo de Argentina, Brasil, Irán, la Comunidad Europea y el INC, prepararía planes de muestreo para las aflatoxinas en las almendras, las nueces de Brasil, las avellanas y los pistachos.

23. En su 37ª reunión, el CCFAC decidió que el anteproyecto de plan de muestreo debería revisarse, teniendo en cuenta la información reciente presentada en la reunión.

24. En su 38ª reunión, el CCFAC acordó retener el anteproyecto de plan de muestreo en el trámite 4, en espera de los resultados del documento de debate sobre el contenido máximo de aflatoxinas en las nueces de árbol. El Comité también decidió que el plan de muestreo para las nueces de árbol debería incluir las nueces de Brasil, a menos que la información indicara la necesidad de elaborar un plan específico para este producto.

MÉTODOS ANALÍTICOS

25. El método oficial 994.08 de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC), para el análisis de aflatoxinas en las nueces de Brasil, el maíz, los cacahuets y los pistachos, data de 1994 (AOAC, 2000). Este método se validó en un margen de 5 a 30 µg/kg, con una recuperación del 70% al 85%, corregida para las cantidades de fondo. La repetibilidad (RSD_r) fue del 8,6%, a 30 µg/kg, y la reproducibilidad (RSD_R) fue de 12% a 29,5%.

26. El Comité Europeo de Normalización estableció las características de desempeño del método general para las aflatoxinas B₁ y el total de aflatoxinas (CE 401, 2006).

27. Existe una serie de métodos analíticos disponibles para determinar el contenido de aflatoxinas en las nueces de Brasil, si bien pocos de ellos están plenamente validados. En los países desarrollados, casi todos los laboratorios utilizan extracción con solventes, seguida de limpieza de las muestras con columnas de inmunoafinidad y HPLC (cromatografía líquida de alta resolución), con detección por fluorescencia o espectrometría de masas (Gilbert y Vargas, 2003).

28. Debido al elevado costo de la HPLC y los materiales de consumo, esta técnica a veces no es viable en los países en desarrollo y es necesario disponer de métodos menos costosos, como los que utilizan cromatografía de capas finas (Gilbert, 1999).

29. Hay una variedad de materiales analíticos basados en anticuerpos. En el sitio web de AOAC International (AOAC, 2005) figura una lista de diferentes tipos de materiales para el análisis de las aflatoxinas B₁ y el total de aflatoxinas, que utilizan crisoles revestidos de anticuerpos, láminas para ELISA, columnas, tarjetas y tubos. Sin embargo, pocos materiales se han convalidado mediante un estudio completo de colaboración entre laboratorios (Gilbert y Vargas, 2003) y se utilizan principalmente con fines de selección.

30. En su 36ª reunión, el CCFAC señaló que no era necesaria la elaboración ulterior de métodos de análisis para la detección de aflatoxinas en las nueces de árbol, ya que el Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras (CCMAS) ya elaboró algunos métodos y podría elaborar otros si lo solicitara el CCFAC.

FACTORES QUE REPERCUTEN EN LA PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN LAS NUECES DE BRASIL

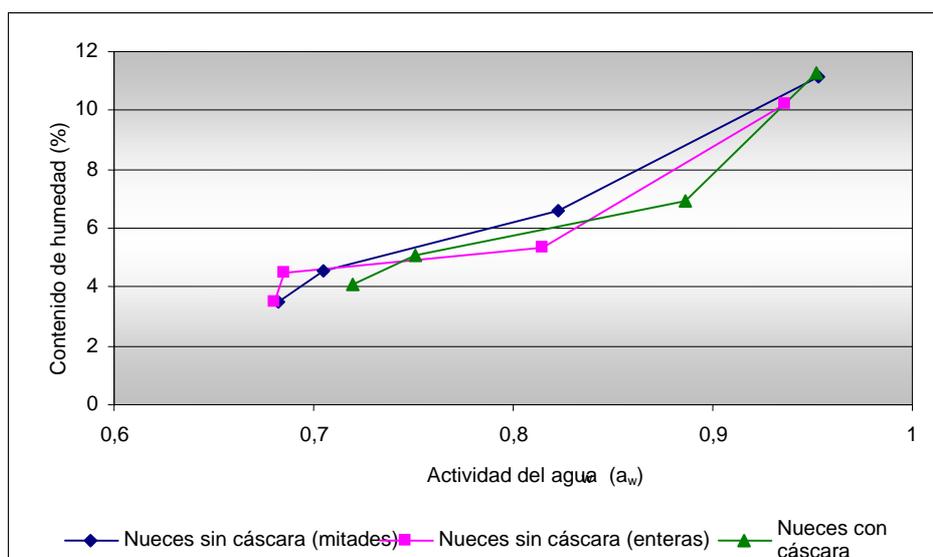
31. Diversos factores ambientales influyen en la producción de aflatoxinas, pero se considera que los decisivos son la temperatura y la humedad relativa. Otros factores son la actividad del agua, la humedad, la composición del sustrato, el contacto con el suelo, el tiempo de almacenamiento y los daños producidos por insectos (Arrus *et al.*, 2005).

32. Se detectó la presencia de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger* en nueces del Brasil recogidas hasta 60 días después de caídas las vainas del árbol (Cartaxo *et al.*, 2003) y durante la elaboración (Souza *et al.*, 2003). Además de estas especies, también se detectó la presencia de *Aspergillus parasiticus* en nueces de Brasil defectuosas (Brasil, Ministerio de Agricultura, 2003. Información sin publicar).

33. Se han evaluado los efectos de la humedad relativa y la temperatura en la producción de aflatoxinas en nueces del Brasil con cáscara y sin cáscara (enteras y en mitades), inoculadas con el aflatoxigénico *Aspergillus* spp (Arrus *et al.*, 2005). El mayor contenido de aflatoxinas se detectó en las nueces conservadas en temperaturas de 25ª a 30°C (97% de humedad relativa). En las mitades se observó el contenido más elevado de aflatoxinas B₁ (4 483 µg/kg) y del total de aflatoxinas (6 817 µg/kg), mientras que las nueces con cáscara contenían la menor cantidad de aflatoxinas B₁ y del total de aflatoxinas (49 y 93 µg/kg, respectivamente). No se produjeron aflatoxinas a 10°C (97% de humedad relativa) ni a 30°C (75% de humedad relativa). Esto indica que se puede evitar la formación de hongos después de la cosecha mediante el control adecuado de la temperatura y la actividad del agua, lo que constituye una estrategia importante para prevenir la producción de aflatoxinas en las nueces de Brasil.

34. De acuerdo a Arris *et al.* (2005), el límite del contenido de humedad y de la actividad del agua (a_w) necesario para controlar la producción de aflatoxinas ($<4 \mu\text{g}/\text{kg}$) a 30°C durante hasta 60 días de almacenamiento es de 4,57% (a_w 0,70) para las nueces con cáscara y 4,50% (a_w 0,68) y 5,05 % (a_w 0,75) para las nueces sin cáscara (enteras y mitades, respectivamente). Por encima de estos valores, la producción de aflatoxinas puede aumentar considerablemente. En el gráfico 1 se presentan los isoterms de adsorción de las nueces de Brasil (con cáscara y sin cáscara), tomados de los datos proporcionados por Arrus *et al.* (2005). La formación de hongos siempre se pronostica mediante el a_w y no por el contenido de humedad.

Gráfico 1. Isoterms de adsorción de nueces de Brasil con cáscara y sin cáscara (mitades y enteras), a 30°C después de 60 días de almacenamiento.



PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN LAS NUECES DE BRASIL

35. Diversos países estudian la presencia de aflatoxinas en las nueces de Brasil. De 176 muestras analizadas en los Estados Unidos, el 11% presentó contaminación por aflatoxinas en cantidades variables de residuos a $20 \mu\text{g}/\text{kg}$, y el 6% presentó cantidades superiores a $20 \mu\text{g}/\text{kg}$. La concentración máxima detectada fue de $619 \mu\text{g}/\text{kg}$ (Pohland, 1993).

36. En Japón, 70 de 74 muestras de nueces de Brasil analizadas no presentaron contaminación, y sólo 2 muestras contenían cantidades de aflatoxinas superiores a $10 \mu\text{g}/\text{kg}$. El contenido máximo detectado fue de $123 \mu\text{g}/\text{kg}$ (JECFA, 1998).

37. De 51 muestras de nueces de Brasil analizadas en la República de Chipre, 10 muestras presentaron contaminación por aflatoxinas en cantidades de $8,3$ a $10 \mu\text{g}/\text{kg}$, del tipo B_1 ; de residuos a $1,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ del tipo B_2 ; y de $2,3$ a $9,4 \mu\text{g}/\text{kg}$ del tipo G_1 (Ioannov-Kakairi *et al.*, 1999).

38. La Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido realizó en noviembre de 2003 y marzo de 2004 un estudio de las aflatoxinas en una variedad de nueces y productos de nueces. Cuatro de las 21 muestras analizadas de nueces de Brasil contenían cantidades superiores a los límites establecidos por la CE y el Reino Unido, de $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ para el total de aflatoxinas (Food Standards Agency, 2004).

39. En un estudio realizado en Brasil de 1998 a 2004, se analizaron 500 muestras de nueces de Brasil (302 sin cáscara y 198 con cáscara). No se detectó la presencia de aflatoxinas ($<0.6 \mu\text{g}/\text{kg}$) en el 71,8% de las nueces sin cáscara analizadas ni en el 41,4% de las nueces con cáscara. El contenido de aflatoxinas B_1 fue de $<2 \mu\text{g}/\text{kg}$ en el 69,4% y $<10 \mu\text{g}/\text{kg}$ en el 80% de las muestras (sin cáscara y con cáscara), respectivamente. Respecto al total de aflatoxinas, el 70% y el 79,8% de las muestras (sin cáscara y con cáscara) presentaron contaminación, respectivamente, de $<4 \mu\text{g}/\text{kg}$ y $<20 \mu\text{g}/\text{kg}$. La concentración promedio del total de aflatoxinas fue de 1,85 y 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en las nueces de Brasil con cáscara y sin cáscara, respectivamente (CAC, 2005b).

40. En Suecia se hizo un estudio para evaluar la aptitud del consumidor para distinguir las nueces de Brasil con cáscara contaminadas por aflatoxinas (Marklinder *et al.*, 2005). El contenido promedio y el percentil 95 de aflatoxinas en la parte comestible de 132 muestras recogidas antes de la selección fueron de 1,4 y 557 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. Después de la selección, estos niveles fueron de 0,4 y 56 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. El contenido total de aflatoxinas casi en todos los casos fue inferior en las nueces con cáscara que en la nuez misma de las mismas muestras. El estudio concluyó que las nueces de Brasil con cáscara pueden ser de las pocas nueces que los consumidores pueden seleccionar visualmente y, de esta manera, protegerse de la exposición a contenidos elevados de aflatoxinas.

41. En Brasil, de 109 muestras de nueces de Brasil con cáscara analizadas para detectar la presencia de aflatoxinas, 9 muestras mostraron contaminación en cantidades de 183,4 a 924,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$. No se detectaron aflatoxinas en 30 muestras con cáscara analizadas (Pacheco *et al.*, 2006).

42. En 2005, el Gobierno del Brasil analizó 212 muestras de nueces de Brasil sin cáscara y se obtuvieron los siguientes resultados: el 87,7%, menos de 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$; el 8,2%, más de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con una concentración promedio de 14,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y una mediana de 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Respecto a la aflatoxina B_1 , el 86,8% contenía menos de 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y el 6,6% más de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con una concentración promedio de 6,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y una mediana de 0,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Brasil, Datos sin publicar, 2005).

INGESTA ALIMENTARIA

43. Los productos con mayor riesgo de contaminación de aflatoxinas son los cereales (principalmente el maíz), los cacahuets, las semillas de algodón, las nueces de Brasil, los pistachos, los higos secos, las especias y la copra. La principal exposición alimentaria a las aflatoxinas es a través del maíz y los cacahuets y sus derivados, que pueden ser parte esencial de la alimentación en algunos países (CAC, 2005a).

44. Se estimó la ingestión alimentaria de aflatoxinas en la población de Suecia en 0,6 y 0,7 ng/kg de pc, para los consumidores de cantidades medias y altas (percentil 95), respectivamente (Thuvander, 2001). Se estimó que la ingestión de nueces de Brasil es de 0,3 $\text{g}/\text{día}$, tanto para los consumidores medios como para los del percentil 95. En otro estudio de Suecia, se hipotizó que un consumidor de 70 kg consume al año una bolsa de 300 gramos de nueces del Brasil, y se estimó que la ingestión media de aflatoxinas a partir de estos productos es de 0,73 ng/kg de pc y 1,10 ng/kg de pc en el percentil 95 (Marklinder *et al.*, 2005).

45. El cuadro 1 expone los datos del consumo, de acuerdo a las 13 dietas regionales del SIMUVIMA/ALIMENTOS (OMS, 2006), respecto a las posibles fuentes de exposición a las aflatoxinas. El consumo de nueces de Brasil es de 0/g por persona al día en las dietas A, B, C, D, F, G, H, I, J y L. Para las dietas E (Europa occidental), K (el Norte de América del Sur, incluidos Brasil, América Central y el Caribe) y M (Argentina, Chile, Canadá, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelandia), el consumo fue de 0,1 g/persona al día. Este consumo representa el 0,2%, 1,2% y 0,1%, respectivamente, del consumo total de alimentos que pueden estar contaminados por aflatoxinas.

Cuadro 1 – Consumo de diversos productos que pueden contener aflatoxinas (g/persona/día) en las 13 dietas regionales del programa SIMUVIMA/ALIMENTOS

Producto	SIMUVIMA/Dietas regionales (g/persona/día)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
MAÍZ	82,7	148,4	135,9	31,8	33,3	7,5	35,2	298,6	248,1	57,4	63,1	58,6	85,5
NUECES DE ÁRBOL	4,2	21,5	3,9	3,0	5,5	10,2	16,3	15,7	9,7	1,9	19,1	29,0	5,6
NUECES DE BRASIL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
NUECES PREPARADAS	0,0	0,4	0,1	0,1	0,6	0,9	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,1
PECANAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
CACAHUETES CON CÁSCARA	7,6	4,3	3,0	1,0	5,6	2,0	10,6	2,9	6,6	30,5	1,3	1,0	9,7
CACAHUETES SIN CÁSCARA	5,4	3,1	2,1	0,7	4,0	1,4	7,6	2,1	4,7	21,8	0,9	0,7	6,9
ESPECIAS	2,7	1,1	2,4	0,9	1,8	1,1	2,3	1,9	1,4	1,3	0,4	0,6	1,7
HIGOS SECOS	0,0	0,6	0,4	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
TOTAL	102,6	179,4	147,8	37,5	51,2	23,3	72,1	321,3	270,6	112,9	84,9	90,3	109,8

46. Para los datos de consumo de las dietas regionales E, K y M (cuadro 2), se calculó la ingesta de aflatoxinas por consumo de nueces de Brasil multiplicando la concentración promedio y mediana observada en muestras sin cáscara analizadas en Brasil en 2005 (Brasil, 2005).

47. La ingesta estimada fue de 0,02 y 0,001 ng/pc/día, teniendo en cuenta la concentración promedio y mediana, respectivamente (cuadro 2).

Cuadro 2. Ingesta diaria de aflatoxinas por consumo de nueces de Brasil en las dietas regionales E, K y M del SIMUVIMA.

Consumo de nueces de Brasil (g/día)	Contenido total de aflatoxinas (µg/ kg)		Ingesta promedio		Ingesta mediana	
	Promedio	Mediana	ng/persona/ día	ng/kgpc/día*	ng/persona/ día	ng/kgpc/día*
0,1	14,1	0,8	1,41	0,02	0,08	0,001

* Para un peso corporal de 60 kg.

48. También se calculó la ingesta alimentaria utilizando los datos sobre el consumo de nueces de Brasil de las regiones E, K y M, y distintas concentraciones hipotéticas estándar de aflatoxinas. Las ingestas oscilaron de 0,007 a 0,034 ng/kg de pc/día (cuadro 3). La potencia cancerígena de la aflatoxina B₁ evaluada por el JECFA (1998) es de 0,3 y 0,01 casos de cáncer/año/100 000 personas/ng aflatoxina B₁/kg de pc/día para las personas HBsAg⁺ y HBsAg⁻, respectivamente.

Cuadro 3 – Comparación de la ingesta de aflatoxinas por consumo de nueces de Brasil en las dietas E, K y M, con distintos estándares hipotéticos

Ingesta de nueces de Brasil (g/día)	Ingesta de aflatoxinas (ng/pc al día*)				
	4 µg/ Kg	8µg/ Kg	10 µg/ Kg	15 µg/ Kg	20 µg/ Kg
0,1	0,007	0,014	0,017	0,025	0,034

* Para un peso corporal de 60 kg.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

49. El presente documento de debate sobre las aflatoxinas en las nueces de Brasil conduce a las siguientes conclusiones y recomendaciones, para que se examinen en la 1ª reunión del CCCF:

I) La producción de nueces de Brasil representa una importante actividad económica para la población amazónica, que contribuye a la conservación de la selva tropical.

II) Si bien el consumo de nueces de Brasil conduce a una ingestión diaria baja de aflatoxinas a través de la alimentación, en algunos países se han reglamentado límites restrictivos. Además, es necesario reglamentar el contenido de aflatoxinas, con base en información científica, para proteger la salud humana y que las repercusiones económicas en el comercio internacional sean mínimas.

III) En su 28ª reunión, el CAC adoptó un Código de prácticas para la prevención y la reducción de la contaminación de nueces de árbol por aflatoxinas, y en su 29ª reunión el CAC adoptó un apéndice específico para las nueces de Brasil. Los resultados de la aplicación de las medidas recomendadas estarán disponibles en los próximos años.

IV) Antes de establecer un límite para el contenido de aflatoxinas en las nueces de Brasil, se recomienda que el CCCF tenga en cuenta:

- a) Los resultados de la evaluación del JECFA sobre la exposición alimentaria a través de las nueces de árbol (listas para el consumo), incluidas las nueces de Brasil, y las repercusiones de la exposición en la salud humana, teniendo en cuenta normas hipotéticas para la contaminación por aflatoxinas.
- b) Esta evaluación también debería incluir la norma hipotética de 20µg/kg, teniendo en cuenta el bajo consumo de nueces de Brasil y la importancia social y económica de este producto para los países productores.
- c) Existe una considerable diferencia entre el grado de contaminación por aflatoxinas en las nueces sin cáscara y con cáscara. De acuerdo a la norma del Codex 193, los límites máximos deberían basarse, preferiblemente, en la parte comestible.
- d) Se necesita más información para aclarar la influencia de la cáscara en el contenido final de contaminación por aflatoxinas en la parte comestible de las nueces de Brasil.

BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC – Association of Official Analytical Chemist. Natural Toxins. Official Methods of AOAC International. 17th Edition. Edited by William Horwitz. 2(49): 1-64. 2000.
2. AOAC International. Available in: <http://www.aoac.org>. Access at: Sep. 6, 2005.
3. Arrus. K.; Blank, G.; 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. BRAZIL – MINISTRY OF AGRICULTURE, National Department of Vegetal Defense, Laboratory for Quality Control and Food Safety/ LACQSA, Data on Brazil nuts. 2003 (unpublished data).
BRAZIL – MINISTRY OF AGRICULTURE. Data on Brazil nuts. 2005 (unpublished data).
5. Cartaxo, C. B. C.; Souza, J. M. L.; Corrêa, T. B.; Costa, P.; Freitas-Silva, O. 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. EC – Commission Regulation (EC) No 401/2006 of 23 February 2006. Methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs. Official Journal of the European Union.
7. CAC - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. 24th Session of Codex Commission. Alinorm 01/41, paragraph 138. 2001.
8. CAC - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Codex Committee on Food Additives and Contaminants, 37th Session. Discussion Paper on aflatoxins in Brazil nuts. CX/FAC 05/37/24, December 2004, The Hague, the Netherlands, 25-29, April, 2005a.
9. CAC - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Codex Committee on Food Additives and Contaminants, 37th Session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants CRD 17, Data on the occurrence of aflatoxins in Brazil nuts, in Brazil, from 1998-2004, 2005b.
10. CAC - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Codex Committee on Food Additives and Contaminants, 37th Session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants, ALINORM 05/28/12, 2005c.
11. EUROPEAN COMMISSION. Directive 98/53/EEC of 16th July laying down the sampling methods and the methods of analysis of the official control of the levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Communities L201/93.
12. FAO – Food and Agriculture Organization/ World Health Organization. Sampling plans for aflatoxin analysis in peanuts and corn. FAO Food and Nutrition Paper, 55, Rome, Italy, 75p. 1993.
13. Food Standards Agency. 2004. Survey of Edible Nuts for Aflatoxins. Available in: <http://www.foodstandards.gov.uk>. Access at: Sep. 6, 2005.
14. Gilbert J. Quality assurance in mycotoxin analysis. *Food Nutr. Aric.*, 23: 33-36. 1999.
15. 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)*, 22(2&3): 381-422. 2003.
16. Ito, Y.; Peterson, S.; Wicklow, D.T.; Goto, T. *Aspergillus pseudotamarii*, a new aflatoxin producing species in *Aspergillus* section flav. *Mycological Research*, 105(2): 233-239. 2001.
17. Ioannov-Kakari *et al.*. Surveillance and Control of Aflatoxins B1, B2, G1, G2 and M1 in Foodstuffs in the Republic of Cyprus: 1992-1996. *Journal of AOAC International.*, 82(4): 883 – 892. 1999.
18. JECFA. Forty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 1998.
19. Marklinder, I.; Lindblad, M.; Gidlund, A.; Olsen, M. Consumers' ability to discriminate aflatoxincontaminated Brazil nuts. *Food Add. Cont.* 22 (1): 56-64. 2005.

20. Pacheco A., Robert F.; Scussel V.. Detecção de aflatoxinas em castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) na safra de 2005. *Revista analítica*, 22: 64-65. 2006.
21. Pohland A. E. Mycotoxins in review. *Food Add. Cont.*, 10: 17-28. 1993.
22. 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.
23. Schade J. E.; McGreevy K.; King A. D. Jr.; Mackey B.; Fuller G. Incidence of aflatoxin in California almonds. *Appl. Microbiol.*, 29 (1): 48-53. 1975.
24. Schatzki T. F. Distribution of Aflatoxin in pistachios. 2. Distribution in freshly harvested pistachios. *J. Agric. Food. Chem.*, 43: 1566-1569. 1995.
25. Schatzki T. F. Distribution of aflatoxin in almonds. *J. Agric. Food Chem.*, 44 (11): 3595-3597. 1996.
26. 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, p. 201 (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 67). 2003.
27. Thuvander, A.; Möller, T.; Enghardt Barbieri, H.; Jansson, A.; Salomonsson, A.-C.; Olsen, M. Dietary intake of some important mycotoxins by the Swedish population. *Food Add. Cont.* 18 (8): 696-706. 2001.
28. Wadt., L. H. O.; Kainer, K. A.; Gomes-Silva, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 211: 371-384. 2005.
29. WHO – World Health Organization. GEMS/Food Custers Diet (Global Environment Monitoring System/ Food Contamination Monitoring and Assessment Program). 2006.