

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 00153 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Tema 14(b) del programa

CX/CF 07/1/18

Enero 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 OCRATOXINA EN EL CAFÉ

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 1 de marzo de 2007**, 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 su 38ª reunión, el Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos decidió establecer un grupo de trabajo electrónico dirigido por Brasil a fin de preparar un documento de debate sobre la presencia de ocratoxina A (OTA) en el café, para someterlo a consideración en la primera reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (véase ALINORM 06/29/12 párr.15). Brasil, Canadá, la Comunidad Europea, Francia, Ghana, Indonesia, Suiza, el Reino Unido, Uganda y el IFT participaron en el grupo electrónico y elaboraron el documento.

INTRODUCCIÓN

2. La OTA es una micotoxina que se puede encontrar en diversas fuentes, como los cereales, el vino, el jugo de toronja, la fruta seca de la viña, la cerveza, el café, el cacao y las especias. Los cereales y los productos elaborados a partir de cereales (harinas, salvado, cereales para el desayuno, panes, pastas, galletas, barras de cereales y otros) representan la principal fuente de exposición alimentaria, tanto para los adultos como para los niños. Para este último grupo, muy vulnerable debido la relación entre su consumo de alimentos y su peso corporal, el jugo de uva y las uvas pasas también pueden ser otra fuente de exposición. Además de los productos antes mencionados, el vino, la cerveza, el cacao y el café pueden ser otras fuentes de exposición (CX/FAC 06/38/26).
3. Algunas especies de los hongos *Penicillium verrucosum* y *Aspergillus* producen OTA en los alimentos, tales como: *A. ochraceus*, *A. westerdijkiae*, *A. carbonarius* y *A. niger*. Ocupan diversos nichos ecológicos, se forman en diversos productos y su presencia tiene una frecuencia distinta en las diferentes regiones geográficas (OMS, 2002).

4. Un estudio realizado en Brasil investigó la distribución de hongos productores de OTA y su capacidad de producir esta toxina en 872 aislados. Las especies más comunes que se encontraron fueron *Aspergillus niger* (549 aislados), pero sólo el 3% de los aislados produjeron OTA. También se encontró comúnmente *A. ochraceus* (269 aislados), de los cuales el 75% podía producir OTA. Se encontró *A. carbonarius* (54 aislados) en una sola región, de clima caliente, y sólo en granos del patio de secado o de almacén. Sin embargo, el 77% podía producir OTA (PITT, 2001).
5. Existen dos principales especies de café, con diversas variedades, que constituyen la producción y el comercio mundial de este producto: *Coffea arabica* (café arábica), que se puede cultivar en altitudes de 600 a 2 000 metros, a una temperatura media de entre 18° y 22,5° C, en zonas tropicales húmedas, y *Coffea canephora* (café robusta), que se puede cultivar a una altitud inferior a los 600 metros y a una temperatura promedio de entre 22° y 26°C, también en las zonas tropicales húmedas.
6. De acuerdo a FAOSTAT (2006) el café es uno de los productos más importantes y valiosos que se producen en 78 países de todo el mundo, y lo producen entre 20 y 25 millones de familias (casi todas de pequeños agricultores). Representa, para muchos países en desarrollo, una parte importante del total de sus exportaciones. De estos países, 19 representaron el 90,08% del total de la producción (Anexo). De los 55 000 millones de dólares EEUU anuales correspondientes al total del mercado minorista, se estima que los países exportadores reciben alrededor del 15% de esta cantidad.
7. Este documento de debate tiene en cuenta diversos aspectos de la contaminación del café por OTA: una evaluación toxicológica, métodos de muestro y de análisis, datos sobre la presencia de la OTA, consumo estimado, y medidas para prevenir y reducir la contaminación por OTA en el café.

ESTRUCTURA QUÍMICA

8. La OTA consiste en un fragmento de dihidroisocumarina derivada de poliquétidos, enlazada a través del grupo 12 carboxilo con la fenilalanina. Debido a su estructura química (gráfico 1), es soluble casi en todos los solventes orgánicos, como los alcoholes, las quetonas, el benceno y el cloroformo, pero no es muy soluble en agua y es insoluble en los éteres de petróleo y en los hidrocarburos saturados. Se degrada en un medio alcalino. La OTA también es estable en el nivel de calor utilizado en la cocina comúnmente, y necesita temperaturas superiores a los 250°C durante varios minutos para que se reduzca su concentración. Se detecta con fluorescencia azul-verde en luz ultravioleta.

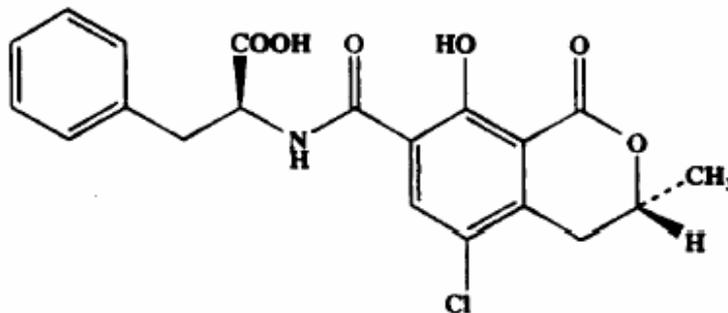


Gráfico 1. Estructura química de la ocratoxina A.

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA

9. La toxicidad de la OTA ha sido examinada por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), que ha clasificado la OTA como posible carcinógeno humano (grupo 2B), y por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA).

10. El riñón es el principal órgano que ataca la OTA, cuyas propiedades nefrotóxicas y carcinogénicas han sido el principal objeto de atención en la evaluación de la inocuidad realizada por organismos científicos. Además, la OTA también tiene propiedades teratogénicas, inmunotóxicas y posiblemente neurotóxicas.
11. El JECFA, en su 56ª reunión celebrada en febrero de 2001, consideró que los nuevos datos recopilados planteaban otras preguntas sobre los mecanismos a través de los cuales la OTA causa nefrotoxicidad y carcinogénesis renal, así como la interdependencia entre estos efectos. No se conoce el mecanismo cancerígeno de la OTA, si bien se han propuesto modalidades genotóxicas y no genotóxicas de acción. El JECFA señaló que están en marcha estudios para resolver estas cuestiones y recomendó examinar los resultados cuando estén disponibles. El JECFA mantuvo la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) previamente establecida de 100ng/kg de peso corporal, mientras se conocen los resultados de esos estudios (OMS, 2002).
12. El Grupo Científico sobre Contaminantes en la Cadena Alimentaria, de la AESA, estableció como ingesta semanal tolerable (IST) para la OTA 120ng/kg de peso corporal (EFSA, 2006).
13. En la lista de prioridades de aditivos alimentarios, contaminantes de los alimentos y sustancias tóxicas naturalmente presentes en los alimentos, propuesta por el CCFAC para evaluación del JECFA, la OTA figura con gran prioridad, para reevaluación toxicológica, exposición (con especial atención a los países en desarrollo) y efectos de la elaboración en los niveles residuales presentes en alimentos (ALINORM 05/28/12).

MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Muestreo

14. La índole aleatoria de la contaminación fúngica en las materias primas (como el café) y, en consecuencia, la distribución heterogénea de la consiguiente contaminación por OTA, expone la importancia del muestreo (EFSA, 2002).
15. El total de la varianza se puede estimar y proporcionar en el muestreo, la preparación de muestras y las varianzas analíticas. El tamaño de las muestras, submuestras, partículas y el tipo de molido influyen en la incertidumbre asociada a la medida de la concentración real del total de la contaminación.
16. Estas relaciones pueden expresarse utilizando la varianza estimada del tamaño de las muestras y las submuestras, así como el número de análisis para concentraciones específicas de OTA, como se expone a continuación:

- Varianza de muestreo:

$$S^2(s) = (1/ns) 1.35C^{1.09}$$

Donde: ns = tamaño de la muestra (kg)

C = estimación de la concentración de OTA medida en µg/kg

- Varianza de submuestreo:

$$S^2(ss) = (25/nss) 0.27C^{1.46}$$

Donde: nss = tamaño de la submuestra (g)

- Efecto del cambio del número de alícuotas:

$$S^2(a) = (1/na) 0.01 C^{1.61}$$

Donde: na = número de alícuotas cuantificadas

Total de la varianza estimada:

$$S^2(t) = S^2(s) + S^2(ss) + S^2(a) \text{ (Vargas et al., 2004)}$$

17. Según Vargas (2005), debería elegirse la distribución logarítmica normal para elaborar los resultados del análisis de la OTA porque produjo la mejor descripción.
18. No es posible elaborar el método de muestreo sin determinar el riesgo aceptable para los consumidores y los productores, y la cantidad máxima de residuos

Métodos de análisis

19. En estudios conjuntos se han convalidado oficialmente diversos métodos analíticos para la determinación de la presencia de OTA en los cereales (maíz, cebada, trigo y centeno) y en sus productos derivados (salvado de trigo y productos de harina integral), así como en bebidas (vino, cerveza y café).
20. Conviene aplicar un enfoque basado en criterios, en virtud del cual se establece un conjunto de criterios de actuación al que deberá ajustarse el método analítico utilizado. El enfoque basado en criterios tiene la ventaja de que, al evitar que se establezcan detalles específicos del método utilizado, pueden incorporarse las novedades metodológicas sin tener que volver a examinar o modificar el método especificado. Los criterios de actuación establecidos para los diferentes métodos deberían incluir todos los parámetros que deben aplicar los laboratorios, tales como: límite de detección, coeficiente de repetibilidad de la variación, coeficiente de reproducibilidad de la variación, y porcentaje de recuperación necesario para diferentes límites reglamentarios (cuadro 1). Con este enfoque, los laboratorios tendrían la libertad de utilizar el método de análisis más adecuado para sus instalaciones. Se pueden utilizar los métodos de análisis internacionalmente reconocidos. Los métodos se supervisan y mejoran con regularidad, de acuerdo a los adelantos tecnológicos (CX/FAC 06/38/18).
21. En el cuadro 1 se exponen los criterios de desempeño para los métodos de análisis establecidos por la CE

Cuadro 1- Criterios de funcionamiento para la OTA (CE n° 401/2006)

Cantidad µg/kg	RSD _r	RSD _R	Recuperación
< 1	≤ 40	≤ 60	de 50 a 120
1-10	≤ 20	≤ 30	de 70 a 110

La precisión RSD_r puede calcularse como 0,66 veces la precisión RSD_R a la concentración que interesa.

- No se indican los límites de detección de los métodos, puesto que se dan los valores de precisión para las concentraciones que presentan interés.
- Los valores de precisión se calculan a partir de la ecuación de Horwitz, a saber:

$$RSD_R = 2^{(1-0.5 \log C)}$$

siendo:

- RSD_R: la desviación estándar relativa calculada a partir de los resultados obtenidos en condiciones de reproducibilidad [(sR/ X) x 100]
- C: el cociente de concentración (a saber, 1= 100g/100g; 0.001 = 1,000 mg/kg)

PRESENCIA DE OTA EN EL CAFÉ

22. Estudios de todo el mundo han confirmado la presencia de OTA en café comercial crudo, tostado y soluble. Un amplio muestreo de café crudo de todos los orígenes y tipos (arábica, robusta) reveló que la contaminación por OTA puede ser más frecuente en algunas zonas, pero que ningún país productor está completamente libre de contaminación (Taniwaki, 2006).
23. La presencia natural de OTA en el café verde y tostado se documenta en los siguientes estudios. En los cuadros 2, 3 y 4 figura más información, incluido el origen geográfico de las muestras analizadas (Taniwaki, 2006).

Granos de café verde

24. Levi *et al.* (1974) documentaron por primera vez la presencia de OTA como contaminante en granos de café verde, en concentraciones de 20 a 360 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en 22 de 335 muestras, con un límite de detección de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
25. Posteriormente, tras revisar información diversa de la industria del café, Levi (1980) informó que no había OTA presente en 502 envíos comerciales de café verde que llegaban al puerto de Trieste (Italia). Por otra parte, en los Estados Unidos, se detectó la presencia de OTA en 2 de 201 muestras de café verde, en concentraciones de 24 y 96 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
26. Norton *et al.* (1982) encontraron una concentración de OTA de <10 a 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en 9 de 31 muestras de café.
27. Cantafora *et al.* (1983) documentaron la presencia de OTA en 9 de 40 muestras de café verde comercial, en concentraciones de 0,5 a 23 $\mu\text{g}/\text{kg}$, y Tsubouchi *et al.* (1985) documentaron concentraciones de 9,9 a 46,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en 4 de 22 muestras.
28. Micco *et al.* (1989) encontraron concentraciones de OTA de 0,2 a 15,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en 17 de 29 muestras de café verde. Studer-Rohr *et al.* (1995) las detectaron en 13 de 25 muestras, en concentraciones de 1,2 a 56,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
29. El MAFF (1996) documentó la presencia de OTA en 110 de 291 muestras de café verde de *Coffea arabica* y *C. canephora*, importadas por el Reino Unido de 27 países distintos. La concentración más alta encontrada en el *C. arabica* y el *C. canephora* fueron de 9 y 27,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente.
30. Se detectó la presencia de OTA en concentraciones de 0,1 a 17,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Nakajima *et al.*, 1997) y de 0,1 a 4,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Trucksess *et al.*, 1999).
31. Romani *et al.* (2000) documentaron resultados positivos de presencia de OTA en 106 de 162 muestras de café verde, en concentraciones de 0,1 a 48 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
32. Leoni *et al.* (2001) detectaron la presencia de OTA en 27 de 132 muestras de café verde, recogidas en puntos de venta, en concentraciones de 0,7 a 47,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
33. Los datos recogidos en países miembros de la Unión Europea sobre la presencia de de OTA en 1704 muestras de café verde documentaron un 36% de muestras positivas, con una concentración media de 3,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$. (Miraglia y Brera, 2002).
34. Taniwaki *et al.* (2003) documentaron que el contenido promedio de OTA en 135 muestras de bayas maduras tomadas de los árboles, bayas demasiado maduras tomadas de los árboles, bayas demasiado maduras recogidas del suelo, el patio de secado y almacenadas era de 0,1, < 0,2, 1,6, 2,1 y 3,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. Si bien las concentraciones de OTA variaban mucho, sólo 9 de 135 muestras superaron los 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, y 1 muestra de café de mala calidad presentó una concentración de 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
35. Batista *et al.* (2003) documentaron que el 22% de 40 muestras de café verde estaban contaminadas por OTA en concentraciones de 0,47 a 4,82 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con una contaminación media de 2,45 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
36. Martins *et al.* (2003) analizaron 60 muestras de café verde, de las cuales 20 (el 33,3%) estaban contaminadas con concentraciones de 0,2 a 7,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con una contaminación media de 2,38 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
37. Yani (2004) documentó contaminación por OTA de granos de café verde tomados de los sectores agrícola, del distrito y el municipio en Indonesia. Resultaron contaminadas por OTA 12 (40%), 8 (53,3%), y 5 (33%) de 30, 45 y 15 muestras, en concentraciones de 0,092 a 3,736 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio de 0,70 $\mu\text{g}/\text{kg}$); de 0,083 a 0,751 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio de 0,30 $\mu\text{g}/\text{kg}$) y de 0,162 a 1,027 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio de 0,38 $\mu\text{g}/\text{kg}$) en las muestras de agricultores, el distrito de recogida y el municipio, respectivamente.
38. Gollücke *et al.* (2004) documentó la presencia de OTA en 37 muestras de café verde, en niveles de <0,16 a 6,24 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio de 3,20 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Se separaron 5 muestras de granos sanos y granos defectuosos. Los granos sanos mostraron niveles de 0,22 a 0,80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio 0,46 $\mu\text{g}/\text{kg}$) y los granos defectuosos de 0,42 a 17,46 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio 4,52 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

39. Pardo *et al.* (2004) detectaron la presencia de OTA en todas las 57 muestras de café verde de diversos orígenes. La contaminación media fue de 6,7 µg/kg, con una variación de 1,3 a 31,5 µg/kg. No hubo diferencia significativa en la concentración de OTA entre el café arábica y el café robusta.
40. Moraes *et al.* (2006) analizaron 30 muestras de café verde y encontraron concentraciones de OTA de <1 a 133,7 µg/kg, con una contaminación media de 14,7 µg/kg.

Cuadro 2. Incidencia de ocratoxina A (OTA) en café verde de todo el mundo

Origen	Nº de muestras positivas/ Nº de muestras	Rango de OTA (µg/kg)	Tipo de café	Referencia
Angola	0/4	< 20 ^a	N.S. ^b	Levi <i>et al.</i> (1974)
Brasil	3/7	Indicios – 360	“	“
Colombia	17/139	Indicios – 50	“	“
Camerún	0/1	< 20 ^a	“	“
Côte d'Ivoire	1/12	Indicios	“	“
Uganda	1/ 2	Indicios	“	“
Desconocido	7/102	Indicios	“	“
Desconocido	0/502	N.D. ^c	“	Levi (1980)
Desconocido	2/201	N.D. ^c – 96	“	“
Brasil	10/14	0,2 – 3,7	Arábica	Micco <i>et al.</i> (1989)
Camerún	3/3	Indicios – 2,2	Robusta	“
Colombia	1/ 2	3,3	Arábica	“
Costa Rica	1/ 2	Indicios	Arábica	“
Côte d'Ivoire	1/2	1,3	Robusta	“
Kenya	0/2	< 0,01 ^a	Arábica	“
México	1/ 2	1,4	Arábica	“
Zaire	2/2	8,4 – 15,0	Robusta	“
Brasil	3/5	2,0 – 7,4	N.S. ^b	Studer-Rhor <i>et al.</i> (1995)
Colombia	3/5	1,2 – 9,8	“	“
América Central	0/1	< 0,5 ^a	N.S. ^b	Studer-Rhor <i>et al.</i> (1995)
Costa Rica	0/1	< 0,5 ^a	“	“
Guatemala	0/1	< 0,5 ^a	“	“
Côte d'Ivoire	2/2	9,9 – 56,0	“	“

^a Corresponde al límite de detección del método; ^b No especificado; ^c No detectado (límite no especificado).

Cuadro 2. Incidencia de ocratoxina A (OTA) en café verde de todo el mundo

Origen	Nº de muestras positivas/ Nº de muestras	Rango de OTA (µg/kg)	Tipo de café	Referencia
Kenya	0/3	< 0,5 ^a	“	“
Nueva Guinea	0/1	< 0,5 ^a	“	“
Tanzanía	1/1	2,2	“	“
Zaire	1/1	17,3	“	“
Desconocido	2/4	2,2 – 11,8	“	“
América, África, Papua Nueva Guinea	31/153	0,2 – 9,0	Arábica	MAFF, 1996
América, África, Asia	55/75	0,2 – 27,3	Robusta	“
Desconocido	24/63	0,2 – 7,7	N.S. ^b	“
Yemen	7/10	0,7 – 17,4	Arábica	Nakajima <i>et al.</i> (1997)
Tanzanía	5/9	0,1 – 7,2	Arábica	“
Indonesia	2/9	0,2 – 1,0	Robusta	“
Etiopía	0/1	< 0,1 ^a	Arábica	“
América Central	0/6	< 0,1 ^a	Arábica	“
América del Sur	0/12	< 0,1 ^a	Arábica	“
África oriental	42/33	0,2 – 62,0	N.S. ^b	Heilmann <i>et al.</i> (1999)
África occidental	9/9	0,3 – 5,0	“	“
Asia	20/29	0,2 – 4,9	“	“
América Central	6/15	0,2 – 0,8	“	“
América del Sur	5/17	0,2 – 1,0	“	“
América del Sur	9/19	0,1 – 4,9	N.S. ^b	Trucksess <i>et al.</i> (1999)
África	76/84	0,5 – 48,0	N.S. ^b	Romani <i>et al.</i> (2000)
América Latina	19/60	0,1 – 7,7	“	“
Asia	11/18	0,2 – 4,9	“	“
Brasil	27/132	0,7 – 47,8	Arábica	Leoni <i>et al.</i> (2001)
Desconocido	374/1704	0,2 – 80,0	N.S. ^b	EU (2002)
Brasil	9/135	< 0,2 - 100	Arábica	Taniwaki <i>et al.</i> (2003)
Brasil	5/40	0,4 – 4,82	Arábica	Batista <i>et al.</i> (2003)
Brasil	20/60	0,2 – 7,3	Arábica	Martins <i>et al.</i> (2003)
Brasil	22/54	0,3 – 160	Arábica	Moraes y Luchese (2003)
Indonesia	25/60	N.D. ^c – 3,7	Robusta	Yani, 2004
Brasil	17/37	0,2 – 6,2	Arábica	Gollücke <i>et al.</i> (2004)
África	12/12	2,4 – 23,3	Robusta	Pardo <i>et al.</i> (2004)
América	31/31	1,3 – 27,7	Arábica	“
Asia	14/14	1,6 – 31,5	Arábica y Robusta	“
Brasil	15/30	< 1 – 133,7	Arábica	Moraes <i>et al.</i> (2006)

^a Corresponde al límite de detección del método; ^b No especificado; ^c No detectado (límite no especificado).

Café tostado y soluble

41. Tsubouchi *et al.* (1985) documentaron por primera vez la presencia de OTA en granos de café tostado comercial en 5 de 68 muestras, en concentraciones de 3,2 a 17,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, a consecuencia de la introducción de un método de cromatografía líquida de alta resolución para determinar la presencia de OTA en los granos de café y en los productos de café.
42. Se detectó la presencia de OTA en 16 de 40 infusiones de café, preparadas con muestras de café tostado. Las concentraciones de contaminación oscilaban de 1,0 a 7,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Studer-Rohr *et al.*, 1994a, 1994b). En estos estudios se obtuvo una destrucción parcial de la OTA después del tostado.
43. Koch *et al.* (1996) documentaron la presencia de OTA en 20 de 30 muestras de café tostado comercial, con un rango de 0,3 a 7,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
44. Pittet *et al.* (1996) estudiaron 116 muestras de café soluble de diversos países y distintos fabricantes. Las concentraciones de contaminación encontradas oscilaban de <0, a 15,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Se detectaron las concentraciones más altas de OTA en muestras de café soluble adulterado con cáscaras de café o pergamino de café (promedio medio de contaminación: 5,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$). En comparación, las concentraciones de OTA en las muestras de café soluble puro resultaron mucho más bajas, con una concentración media de contaminación de 1,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
45. Patel *et al.* (1997) detectaron la presencia de OTA en 17 d 20 muestras de café tostado, con una concentración de 0,2 a 2,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
46. Trucksess *et al.* (1999) detectaron la presencia de OTA en 9 de 13 muestras de café tostado y molido en los Estados Unidos. Las concentraciones de contaminación eran de 0,1 a 1,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y el promedio de 0,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
47. Van der Stegen *et al.* (1997) analizaron 633 muestras de productos de café. Las concentraciones de OTA en el café tostado eran de <0,5 a 8,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con un promedio de 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$. De 149 muestras de café soluble, sólo 4 presentaron más de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con un promedio de 1,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
48. Jorgensen (1998) detectó la presencia de OTA en un total de 11 muestras de granos de café tostado en concentraciones de 0,1 a 3,20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con un promedio de 0,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
49. Prado *et al.* (2000) detectaron la presencia de OTA en muestras de café soluble y café tostado molido. Las muestras de café soluble y café tostado molido mostraron concentraciones de 0,31 a 1,78 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio de 0,73 $\mu\text{g}/\text{kg}$) y de 0,99 a 5,87 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (promedio de 1,75 $\mu\text{g}/\text{kg}$), respectivamente.
50. En un estudio realizado por Fazenkas *et al.* (2002), en 50 muestras de café comercial, el 66% presentó contaminación por OTA, de 0,17 a 1,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con una media de 0,57 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
51. Lin *et al.* (2005) analizaron 51 muestras de café y detectaron la presencia de OTA en 13 de ellas (25%), con una contaminación de <0,1 a 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$.
52. Los datos recopilados de países miembros de la UE sobre la presencia de OTA en 1184 muestras de café elaborado revelaron que el 46% de las muestras eran positivas y la concentración media fue de 1,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$. (Miraglia y Brera, 2002).
53. Moraes *et al.* (2006) analizaron 33 muestras comerciales de café tostado, incluidas marcas de bajo costo, y encontraron OTA presente de < 1 a 13 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con una media de 1,49 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Cuadro 3. Incidencia de ocratoxina A (OTA) en café tostado comercial de todo el mundo

País minorista	Nº de muestras positivas/ Nº de muestras	Rango de OTA ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Referencia
Japón	5/68	3,2 – 17,0	Tsubouchi <i>et al.</i> (1988)
Reino Unido	17/20	0,2 – 2,1	Patel <i>et al.</i> (1997)
Europa	?/484	< 0,5 ^a – 8,2	Van der Stegen <i>et al.</i> (1997)
Dinamarca	11/11	0,1 – 3,2	Jorgensen (1998)
España	29/29	0,22 – 5,64	Burdespal y Legarda (1998)
Estados Unidos	9/13	0,1 – 1,2	Trucksess <i>et al.</i> (1999)
Brasil	23/34	0,3 – 6,5	Leoni <i>et al.</i> (2000)
Brasil	41/47	0,99 – 5,87	Prado <i>et al.</i> (2000)
Alemania	22/67	0,3 – 3,3	Wolff (2000)
Alemania	273/490	0,21 – 12,1	Otteneder y Majerus (2001)
Canadá	42/71	0,1 – 2,3	Lombaert <i>et al.</i> (2002)
Hungría	33/50	0,17 – 1,3	Fazekas <i>et al.</i> (2002)
Brasil	17/33	< 1 – 13,2	Moraes <i>et al.</i> (2006)

^aCorresponde al límite de detección del método.

Cuadro 4. Incidencia de ocratoxina A (OTA) en café soluble de todo el mundo

País minorista	Nº de positivas/ Nº de muestras	Rango de OTA ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Referencia
Australia	7/22	0,2 – 4,0	Pittet <i>et al.</i> (1996)
Estados Unidos	3/6	1,5 – 2,1	“
Alemania	5/9	0,3 – 2,2	“
Reino Unido	64/80	0,1 – 8,0	Patel <i>et al.</i> (1997)
Europa	?/149	< 0,5 ^a – 27,2	Van der Stegen <i>et al.</i> (1997)
España	9/9	0,19 – 1,08	Burdaspal y Legarda (1998)
Brasil	8/10	0,31 – 1,78	Prado <i>et al.</i> (2000)
Brasil	16/16	0,5 – 5,1	Leoni <i>et al.</i> (2000)
Alemania	23/52	0,3 – 9,5	Wolff (2000)
Alemania	12/41	0,28 – 4,8	Otteneder y Majerus (2001)
Canadá	20/30	0,1 – 3,1	Lombaert <i>et al.</i> (2002)

^aCorresponde al límite de detección del método.

FACTORES QUE REPERCUTEN EN LA PRESENCIA DE OTA EN EL CAFÉ

54. Dado que la contaminación por OTA en los granos de café es resultado de la contaminación por unas cuantas especies de hongos, principalmente *A. ochraceus*, *A. westerdijkiae*, *A. niger* y *A. carbonarius* (Urbano *et al.*, 2001a; Taniwaki *et al.*, 2003; Batista *et al.*, 2003; Suarez-Quiroz *et al.*, 2004), se deben adoptar prácticas que limitan la formación de hongos a lo largo de la cadena de producción, a fin de evitar la presencia de OTA y conservar la calidad final del café.
55. Análisis micológicos de bayas de café recogidas de los árboles no han demostrado la presencia de estos hongos ocratoxigénicos, lo que indica que la contaminación por OTA del café verde es un problema postcosecha. Las fuentes principales de estos hongos parecen encontrarse en el suelo, el equipo y las superficies del patio de secado (Taniwaki *et al.*, 2003).
56. Cuando se trata de un exceso de maduración, la fruta por lo general se seca en el árbol y cae al suelo. Si estos granos permanecen durante un largo período en el suelo, puede aumentar la infección con especies ocratoxigénicas. Si se mezclan los granos infectados con otros sanos, se propaga la contaminación por hongos. (Taniwaki *et al.*, 2003).
57. Se evaluó la influencia del procedimiento de cosecha, la maduración del fruto y el procedimiento de secado en el riesgo de contaminación. Se concluyó que las fuentes de mayor contaminación son la recogida de café y el secado directamente en el suelo descubierto (Moraes y Luchese, 2003).
58. El contenido de humedad y la actividad del agua (a_w) son los factores más importantes que repercuten en la formación de hongos. Para evitar la formación de hongos toxigénicos en el café, se debe mantener bajo control la actividad del agua, desde la postcosecha hasta la elaboración final (Palacios-Cabrera *et al.*, 2004).
59. Secar el café hasta obtener un contenido de humedad del 11% al 12%, que corresponde a una actividad del agua de 0,60, evita la formación de hongos y, por consiguiente, la producción de OTA. Estudios de laboratorio han revelado que la a_w límite para la formación de *A. ochraceus* y *A. niger* es de 0,79 y 0,77, respectivamente (Palacios-Cabrera *et al.*, 2004).
60. Los diferentes climas y sistemas de producción representan riesgos diferentes de formación de hongos productores de OTA. En las plantaciones con sombra, el suelo se mantiene relativamente húmedo aun en la estación seca. En algunas regiones, el período de la cosecha (que suele durar más de tres meses) coincide con una temporada de lluvias o condiciones de humedad. Estas situaciones representan el mayor riesgo de que la fruta del café que cae al suelo se contamine excesivamente. En los sistemas de producción sin sombra, donde la cosecha se realiza en temporada seca, se reduce el riesgo (FAO, 2005).
61. Tostar el café puede eliminar un porcentaje muy significativo de OTA, según se expone en el cuadro 5. Sin embargo, la bibliografía presenta datos contradictorios sobre la influencia del tostado, el molido y la preparación de la bebida en la concentración de residuos de OTA.

Cuadro 5. Efecto de la torrefacción en la reducción de la ocratoxina A (OTA)

Número de muestras	Origen de la toxina	Condiciones de tostado	% de reducción	Referencias
4	Inoculación ^a	200°C/10-20 min	0 – 12	Tsubouchi <i>et al.</i> (1988)
2	Natural ^b	5 – 6 min/tostado oscuro	90 – 100	Micco <i>et al.</i> (1989)
3	Natural ^b	252°C/100-190 seg	14 – 62	Studer-Rohr <i>et al.</i> (1995)
2	Inoculación ^a	252°C/100-190 seg	2 – 28	“
6	Natural ^b	223°C / 14 min	84	Blanc <i>et al.</i> (1998)
3	Inoculación ^a	200°C/10 min (tostado medio)	22,5	Urbano <i>et al.</i> (2001b)
3	“	200°C/15 min (tostado medio)	48,1	“
3	“	210°C/10 min (oscuro medio)	39,2	“
3	“	210°C/15 min (oscuro medio)	65,6	“
3	“	220°C/10 min (oscuro)	88,4	“
3	“	220°C/15 min (oscuro)	93,9	“

^a Granos de café inoculados con esporas toxigénicas de *Aspergillus ochraceus*; ^b Granos contaminados naturalmente.

Fuente: (Taniwaki, 2006).

EXPOSICIÓN ALIMENTARIA

62. Se ha asociado la exposición a micotoxinas con la observación de efectos nocivos en las personas y el ganado. Los aspectos preocupantes de la exposición alimentaria a micotoxinas respecto a la salud dependen de: las concentraciones de micotoxinas presentes en los alimentos tal como se consumen, la cantidad del alimento consumido, el peso corporal y el estado fisiológico del individuo, y la biodisponibilidad y toxicidad del compuesto para las personas. Otros factores alimentarios pueden incrementar o disminuir la toxicidad (Kuiper-Goodman, 1994).
63. En la evaluación que hizo de la OTA en 2001, el JECFA calculó la exposición humana a la OTA a partir de diversos alimentos. El enfoque adoptado produjo una ingesta media total de OTA de cerca de 45 ng/kg a la semana, suponiendo un peso corporal de 60 kg. Los cereales y el vino aportaban a la ingesta media entre 25 y 10 45 ng/kg de peso corporal a la semana, respectivamente, mientras que el jugo de toronja y el café aportaban cada uno de 2 a 3 ng/kg a la semana. Otros productos alimentarios (fruta seca, cerveza, té, leche, cacao, aves de corral y legumbres) aportaban menos de 1 ng/kg a la semana (OMS, 2002).
64. En la evaluación de la exposición a la OTA, que figura en el documento de posición preparado por Suecia para la 31^a reunión del CCFAC, los valores medios utilizados para el café corresponden a países donde hay un elevado índice de consumo. En este cálculo el café representó el 12% de la ingesta total, y 8,6% o 3,6% de la ingesta diaria tolerable (IDT) establecida por el grupo nórdico del JECFA, respectivamente (CX/FAC99/14).

65. En 2002, se publicó una evaluación de la ingesta alimentaria de OTA en la población de la Unión Europea. El café representaba el 10% de la ingesta total, mientras que los cereales y sus productos derivados aportaban la mayor parte (50%) a la media del total de la exposición humana europea a la OTA. Para la población general, la ingesta de OTA en el café oscilaba entre 0,06 y 0,42 ng/kg de peso corporal al día. Casi en ningún país se encontraron diferencias significativas en los valores de la ingesta alimentaria entre los distintos grupos de la población (Miraglia y Brera, 2002).
66. Un estudio de la alimentación completa realizado en Francia reveló que el promedio estimado de ingesta de OTA de la población francesa era de 2,2 ng/kg de peso corporal al día para los adultos, y 7,8 ng/kg de peso corporal al día para los niños. El grupo de alimentos que más contribuía (>70%) a la exposición para ambos grupos de la población fueron los cereales y sus productos derivados. Los productos elaborados con uvas (pasas, uvas de mesa, jugo y vino), el café, las nueces y las oleaginosas aportaron menos del 5% a la exposición total.

PREVENCIÓN DE LA FORMACIÓN DE OTA EN EL CAFÉ

67. Se han llevado a cabo algunos proyectos de investigación con la finalidad de determinar los factores relacionados con la formación de OTA en el café. La iniciativa más reciente y amplia es de los gobiernos de los países productores, con la colaboración de la FAO, la Organización Internacional del Café (OIC) y la Industria Europea del Café. El producto fue el proyecto "Mejora de la calidad del café mediante la prevención de la formación de mohos".
68. En todas las etapas de la producción de café pueden utilizarse buenas prácticas a fin de reducir la contaminación por OTA, según se expone a continuación:
69. Durante la cosecha el suelo que está debajo de los cafetos se debe cubrir con una lona o tela de plástico limpia, a fin de evitar el contacto de las bayas recién recogidas de la planta con el suelo, materia extraña y bayas caídas durante la temporada agrícola. Estas últimas pueden estar muy contaminadas con esporas de hongos, y plantear un elevado riesgo de contaminación por OTA. Además, las bayas demasiado maduras no se deben mezclar con las que se acaba de recoger de la planta.
70. Después de la cosecha las bayas frescas se deben elaborar con la mayor rapidez posible, para beneficiarlas en seco o en húmedo, de preferencia en el mismo día.
71. Las instalaciones de elaboración deberían estar en un lugar seco, y el equipo y las instalaciones deben mantenerse siempre muy limpios. Los productos secundarios (cáscaras, pulpa) obtenidos durante la elaboración se deben desechar en una zona separada y elaborarse en composta antes de aplicarlos en el huerto.
72. Los materiales no necesarios que representan un riesgo, como las cáscaras, los granos vanos, las bayas a las que no se haya retirado la cáscara o los granos que tengan moho, se deben separar de las bayas de buena calidad.
73. El agua utilizada en el beneficiado en húmedo debe ser de buena calidad.
74. El equipo utilizado se debe limpiar bien después de utilizarlo.
75. El secado se debe llevar a cabo con la mayor rapidez posible para evitar la formación de hongos y la producción de OTA. Las bayas y los granos deben secarse sobre superficies limpias, disponerse en capas de secado de un máximo de 4 centímetros de espesor; protegerse para evitar que se humedezcan de nuevo y removerse constantemente para propiciar un secado uniforme, a fin de llegar al contenido de humedad máximo aceptable de 12,5%.
76. Sólo se deben utilizar costales limpios para almacenar y transportar el café seco.
77. Los costales se deben transportar y cargar o descargar sólo cuando el clima es seco o en un espacio cubierto, a fin de evitar que el café se humedezca de nuevo.

78. Los almacenes deben estar protegidos contra la lluvia, tener buena ventilación, el piso, los muros y el techo deben estar aislados contra la humedad. El café verde seco se debe almacenar en sacos o recipientes limpios; disponer en plataformas, levantadas del suelo y alejadas de los muros.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

79. El presente documento de debate sobre la formación de OTA en el café conduce a las siguientes conclusiones generales y recomendaciones para someter a consideración en la 1ª reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos:
- I Se recomienda que se establezca un Código de prácticas del Codex para la prevención y reducción de la OTA en el café, basado en las Directrices de la FAO para prevenir la formación de moho en el café.
 - II Para asegurar que se tengan en cuenta todas las condiciones climáticas y agrícolas, conviene que todos los países productores de café participen en el proyecto de código de prácticas del Codex.
 - III Debería evaluarse la necesidad de establecer una concentración máxima de OTA en el café una vez elaborado el código de prácticas, teniendo en cuenta que:
 - Existe una considerable diferencia entre la concentración de la contaminación por OTA en el café verde, tostado y soluble.
 - Hay variaciones significativas en la reducción de la OTA, de acuerdo al procedimiento tecnológico al que se somete el café.
 - Es necesario tener datos fidedignos sobre la exposición y la presencia en todo el mundo una vez que se haya ejecutado el código de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Pittet, *Revue Med. Vet.* 149 479, 1998.
2. Batista, L R., Chalfoun, S M, Prado, G, Schwan, R F, Wheals, A E. 2003. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.) *International Journal of Food Microbiology* 85 (2003) 293– 300
- Commission Regulation (EC) 466/2001 of 8 march 2001 (Official Journal of European Communities, L77, 16.3.2001, p. 1) as amended by Commission Regulation (EC) N° 123/2005 of 26 January 2005 (Official Journal of European Communities, L25, 28.1.2005, p. 3-5).
3. Bresch, H., Urbanek, M., Hell, K. Ochratoxin A in coffee, tea and beer. *Ach. Lebensmittelhyg.* 51, 89–94., 2000.
4. Cantafora, A., Grossi, M., Miraglia, M., Benelli, L. Determination of ochratoxin A in coffee beans using reversed-phase high performance liquid chromatography. *La Rivista della Societa Italiana di Scienza dell'Alimentazione* 12, 103–108, 1983.
5. CODEX. ALINORM, 05/28/12, Appendix XXIX
6. Committee on Food Additives (JECFA), Safety Evaluation of certain Mycotoxins in Food, Food and Agriculture Organization, Rome, 2001, 281.
7. Commission Regulation (EC) N° 401/2006-23/2/2006- laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs.
8. CX/FAC 99/14
9. Declaration on Ochratoxin A by coffee producing countries within ICO. 16 February 2006. <http://www.ico.org/documents/eb3909e.pdf>
10. D.B.Pitt, J.I.Plestina, R.Shepard, G.Solfrizzo, M.Verger, P.J.P.Walker, in: Joint FAO/WHO Expert
11. [ESFA - www.efsa.eu.int](http://www.efsa.eu.int) - The EFSA Journal (2006) 365, 1 - 56 - www.efsa.eu.int Page 1 of Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission Related to Ochratoxin a in Food. Report on tasks for scientific co-operation "Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU Member States", January 2002. http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/task_3-2-7_en.pdf
12. FAO (Food and Agriculture Organization). Worldwide Regulations for Mycotoxins in food and feed in 2003. A compendium. FAO Food and Nutrition Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2004
13. FAO (Food and Agriculture Organization. Good Hygiene Practices along the coffee chain: a training resource for coffee producing countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2005.
14. Fazenkas B., Tar, A. K, Zomborszky-Kováč M. Ochratoxin A contamination of cereal grains and coffee in Hungary in the year 2001 *Acta Veterinaria Hungarica*. Volume 50, Number 2:177–188, 2002.
15. FAOSTAT 2006. [http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org)
16. [Fujii S](#), [Ribeiro RM](#), [Scholz MB](#), [Ono EY](#), [Prete CE](#), [Itano EN](#), [Ueno Y](#), [Kawamura O](#), [Hirooka EY](#). Reliable indirect competitive ELISA used for a survey of ochratoxin A in green coffee from the North of Parana State, Brazil. [Food Addit Contam.](#), 9:902-909, 2006.
17. Gollücke, A. P. B., Taniwaki, M. H., Tavares, D. Q, 2004. Survey on Ochratoxin A in Brazilian Green Coffee Destined for Exports. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 24(4): 641-645, 2004.
18. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Some Naturally occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins, Vol 56, International Agency for Research on cancer, Lyon, 489-521, 1993.
19. Jorgensen, K. Survey of pork, poultry, coffee, beer and pulses for ochratoxin A. *Food Addit. Contam.*, 15(5), 550-554, 1998.
20. K.Jorgensen, *Food Addit.Contam.*15, 550, 1998.
21. Koch, M.; Steinmeyer, S.; Tiebach, R.; Weber, R.; Weyerstahl, P. Bestimmung von Ochratoxin A in Ro'stkaffee. (Determination of ochratoxin A in roasted coffee.) *Dtsch. Lebensm.- Rundsch.* 2, 48-51, 1996.

22. Kuiper-Goodman, T. Prevention of Human Mycotoxicoses Through Risk Assessment and Risk Management. In: *Mycotoxins in grains – Compounds other than aflatoxins*. J.D.Miller and H.L.Trenholm (eds), 439-469, 1994.
23. Leoni, L. A. B., Valente Soares, L. M., and Oliveira, P. L. C. Ochratoxin A in Brazilian roasted and instant coffees, *Food Addit. Contam.*, 17:867-870, 2000.
24. Leoni, L.A.B.; Furlani, R.P.Z.; Valente Soares, L.M.; Oliveira, P.L.C. Ochratoxin A in Brazilian Green Coffee. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*. Campinas, v. 21, n. 1, p.105-107, 2001.
25. Levi, C.P., Trenk, H.L., Mohr, H.K., 1974. Study of the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 57, 866– 870.
26. Levi, C. P. Mycotoxins in coffee. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 63, 1282-1285, 1980.
27. [Lin LC](#), [Chen PC](#), [Fu YM](#), [Shih DYC](#). Ochratoxin A contamination in coffees, cereals, red wines and beers in Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis* 13 (1): 84-92, 2005.
28. Martins, M. L., Martins, H. M., Gimeno, A. Incidence of microflora and of ochratoxin A in green coffee beans (*Coffea arabica*). *Food Additives & Contaminants* , 20 (12): 1127 – 1131. 2003
29. Micco, M., Grossi, M., Miraglia, M., Brera, C.. A study of the contamination by ochratoxin A of green and roasted coffee beans. *Food Additives and Contaminants* 6, 333– 339, 1989.
30. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). Surveillance of ochratoxin A in green (unroasted) coffee beans. *Food Surveillance Information Sheet* 80. 1996.
31. Miraglia, M.; Brera, C. Report on tasks for scientific co-operation “Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU Members States”, January 2002. http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/task_3_2_7en.pdf
32. Moraes, M.H.P., Luchese, R.H. Ochratoxin A on Green Coffee: Influence of Harvest and Drying Processing Procedures *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5824-5828. 2003.
33. Moraes, M.H.P.; Santos, R.B.; Cavalcante, J.P. Micotoxinas e Legislação. Proceedings of Simpósio Brasileiro de Vigilância Sanitária, 3 – SIMBRAVISA. Florianópolis, Brasil. nov. 2006.
34. Nakajima, M., Tsubouchi, H., Miyabe, M., Ueno, Y.. Survey of aflatoxin B1 and ochratoxin A in commercial green coffee beans by high-performance liquid chromatography linked with immunoaffinity chromatography. *Food and Agricultural Immunology*. 9, 77– 83, 1997.
35. Norton, D. M.; Toule, G. M.; Cooper, S. J.; Partington, S. R.; Chapman, W. B. The Surveillance of Mycotoxins in Human Food. In *Proceedings, Fourth Meeting on Mycotoxins in Animal Disease*; Pepin, G. A., Patterson, D. S. P., Gray, D. E., Eds.; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: Alnwick, Northumberland. 77-81. 1982.
36. Palacios-Cabrera, H.; Taniwaki, M.H.; Menezes, H.C. & Iamanaka, B.T. The production of ochratoxin A by *Aspergillus ochraceus* in raw coffee at different equilibrium relative humidity and under alternating temperatures. *Food Control* 15 (7): 531-535. 2004.
37. Pardo, E.; Marim, S.; Ramos, A. J.; Sanchis, V. Occurrence of Ochratoxigenic Fungi and Ochratoxin A in Green Coffee from Different Origins. *Food Sci Tech Int*, 10(1):0045–5. 2004.
38. Patel, S.; Hazel, C.M.; Winterton, A.G.M.; Gleadle, A.E. Survey of ochratoxin A in UK retail coffees. *Food Addit. Contam.* 14 (3). 217-222, 1997.
39. Pittet, A., Tornare, D., Huggett, A., Viani, R. Liquid chromatographic determination of ochratoxin A in pure and adulterated soluble coffee using an immunoaffinity column cleanup procedure. *J. Agric. Food Chem.* 44, 3564–3569, 1996.
40. Prado, G., Oliveira, M.S., Abrantes, F M, Santos, L.G., Thaís Veloso, T., Barroso, R.E.S. 2000. Incidência de Ocratoxina A em Café Torrado e Moído em Café Solúvel Consumido na Cidade de Belo Horizonte, MG *Cienc. Tecnol Aliment. Campinas.* 20 (2), 2000.
41. OTA risk management: Guidelines for green coffee buying. Rev 1 – 1 March 2005. <http://www.ecf-coffee.org/files/GuidelinesGreenCoffeeBuyingDef110105.pdf>
42. R.Battaglia, T. Hatzold, R. Kroes, *Food Addit, Contam.* 13 (1), 1996.
43. Romani, S., Sacchetti, G., López, C.C., Pinnavaia, G.G., Rosa, M.D. Screening on the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans of different origins and types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 3616–3619. 2000.

44. Studer-Rohr, I.; Dietrich, D. R.; Schlatter, J.; Schlatter, Ch. Ochratoxin A im Kaffee: Neue Erkenntnisse und Toxikologie (Ochratoxin A in coffee: new evidence and toxicology). *Lebensm. Technol.*, 27, 435-441, 1994a
45. Studer-Rohr, I.; Dietrich, D. R.; Schlatter, J.; Schlatter, Ch. Ochratoxin A and Coffee. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.* 85, 719-727, 1994b.
46. Studer-Rohr, I.; Dietrich, D. R.; Schlatter, J.; Schlatter, Ch. The Occurrence of Ochratoxin A in Coffee. *Food Chem. Toxicol.*, 33, 341-355, 1995.
47. Taniwaki M.H. An update on ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in coffee. In: *Advances in Food Mycology*. Hocking, A.D., Pitt, J.I., Samson, R.A. and Thrane, U. (eds). Springer, New York, 189-202, 2006.
48. Taniwaki, M.H.; Pitt, J.I.; Teixeira, A.A. & Iamanaka, B.T. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. *International Journal of Food Microbiology*, 82, 173-179, 2003.
49. Trucksess, M.W., Giler, J, Young, K., White, K.D and Page, S.W. Determination and survey of ochratoxin A in wheat, barley and coffee – 1997. *J.Assoc.Off.Anal.Chem.Int.*82: 85-89, 1999.
50. Tsubouchi, H., Yamamoto, K., Hisada, K., Sakabe, A., A survey of occurrence of mycotoxins and toxigenic fungi in imported green coffee beans. *Proceedings of the Japanese Association of Mycotoxicology* 19, 16–21, 1985.
51. Tsubouchi, H., Terada, H., Yamamoto, K., Hisada, K., and Sakabe, Y. Ochratoxin A found in commercial roast coffee, *J. Agric. Food Chem.*, 36:540-542, 1988.
52. Trucksess, M.W., Giler, J., Young, K., White, K.D., Page, S.W., 1999. Determination and survey of ochratoxin A in wheat, barley, and coffee. *Journal of AOAC International* 82, 85– 89. 1997
53. Urbano, G.R.; Taniwaki, M.H.; Leitão, M.F.F. & Vicentini, M.C.. Occurrence of ochratoxin A producing fungi in raw Brazilian Coffee. *Journal of Food Protection*, 64. 1226-1230. 2001a.
54. Urbano, G.R.; Leitão, M.F.F.; Vicentini, M.C. & Taniwaki, M.H. Preliminary studies on destruction of ochratoxin A in coffee during roasting. *Proceedings of the 19th International Scientific Colloquium on Coffee, Trieste- Italy, May 14 – 18th 2001*. CD room 5p, 2001b.
55. VAN DER Stegen, G. ; Jorissen, U.; Pittet, A.; Saccon, M.; Stiner, W.; Vincenzi, M.; Winkler, M.; Zapp, J.; Sschlatter, C. Screening of European coffee final products for occurrence of ochratoxin A (OTA). *Food Addit. Contam.*, 14(3), 211-216, 1997.
56. WHO Technical Report Series 906 Evaluation of Certain Mycotoxins in Food, 2002.
57. Yani, A. Serangan cendawan pascapanen dan kontaminasi okratoksin pada biji kopi di tingkat petani dan pedagang pengumpul di Propinsi Bengkulu [Fungal infection and ochratoxin contamination in green coffee beans collected from farmers and collectors in Bengkulu province]. Thesis. Postgraduate Study. Bogor Agricultural University, Bogor, 2004.

Principales países productores de café verde (años 2000 a 2004) (Fuente: FAOSTAT)

Producción de café verde (toneladas)	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Brasil	1 903 562	1 819 569	2 649 610	1 996 850	2 475 780	10 845 371
Viet Nam	802 500	840 600	699 500	793 700	834 600	3 970 900
Colombia	636 000	656 160	690 840	694 080	663 660	3 340 740
Indonesia	625 009	575 160	698 589	702 274	702 274	3 303 306
México	338 170	302 996	313 027	310 861	310 861	1 575 915
India	292 000	301 000	301 000	275 000	275 000	1 444 000
Guatemala	312 060	275 700	221 820	244 200	216 600	1 270 380
Etiopía	229 980	228 000	225 360	221 580	259 980	1 164 900
Côte d'Ivoire	336 273	209 000	182 001	140 027	159 769	1 027 070
Honduras	193 309	205 545	182 160	152 040	178 140	911 194
Uganda	143 475	197 410	189 000	150 871	186 000	866 756
Perú	158 283	159 936	178 285	169 548	176 137	842 189
Costa Rica	161 395	150 289	140 874	132 259	126 000	710 817
Ecuador	138 030	164 790	79 149	82 720	83 000	547 689
Filipinas	107 557	112 271	107 080	106 388	100 911	534 207
El Salvador	114 087	112 201	91 513	91 513	78 510	487 824
Venezuela	78 440	91 877	76 946	64 265	65 559	377 087
Papua Nueva Guinea	83 000	62 500	66 000	69 000	60 000	340 500
Nicaragua	82 206	66 799	60 235	59 659	70 909	339 808

De acuerdo a los datos de FAOSTAT, existen 78 países productores de café verde, teniendo en cuenta los años de 2000 a 2004. De estos 78 países, 19 productores representaron el 90,08% del total de la producción mundial de café verde. Los otros 59 países, citados a continuación, representaron el restante 9,92% del total de la producción mundial de café verde.

- **África** - Santo Tomé y Príncipe, Gabón, Benin, Comoros, Angola, República del Congo, Ghana, Mozambique, Liberia, Nigeria, Guinea Ecuatorial, Zimbabwe, Zambia, Malawi, República Centroatricana, Togo, Sierra Leona, Guinea, Rwanda, Burundi, Camerún, Tanzania, República Democrática del Congo, Madagascar, Kenya
- **América** - Suriname, Guadalupe, Martinica, Belice, Guyana, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago, Dominica, Jamaica, Paraguay, Estados Unidos de América, Puerto Rico, Panamá, Cuba, Bolivia, Haití, República Dominicana
- **Asia** - Nepal, Camboya, Myanmar, Sri Lanka, Yemen, Timor-Leste, China, Malasia, Laos, Tailandia
- **Oceanía** - Islas Cook, Samoa, Vanuatu, Tonga, Islas Fiji, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia.