



AVANCES TÉCNICOS

317

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Noviembre de 2003

PREVENGA LA OCHRATOXINA A Y MANTENGA LA INOCUIDAD Y LA CALIDAD DEL CAFÉ

Gloria Inés Puerta Quintero¹

La calidad del café es el **resultado** de muchos procesos y operaciones realizados desde el cultivo hasta la preparación para el consumo. Además de la buena calidad organoléptica del café, debe garantizarse, su inocuidad, es decir

que los frutos, granos y la bebida no contengan sustancias de origen químico o microbiano en cantidades que causen daño a la salud del consumidor.

La **Ochratoxina A**, abreviada como **OTA** es una **micotoxina**, es

decir, una **sustancia química tóxica producida por hongos o mohos**.

Las micotoxinas son sustancias que **contaminan los alimentos** para los humanos y los animales, especialmente granos y productos almacenados, causando grandes pérdidas económicas y problemas en la salud. Estas sustancias son muy tóxicas, aún en pequeñas cantidades, y pueden causar múltiples trastornos agudos o crónicos como cáncer, mutaciones, alteraciones teratogénicas o embriotoxicidad en varios órganos como el hígado (hepatotoxina), los riñones (nefrotoxina), el sistema nervioso (neurotoxina) o los intestinos (5, 22, 23, 24)



¹ Investigador científico I. Química Industrial. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas.

Registros sobre OTA en café

En la industria de alimentos se conocen más de 50 micotoxinas como las aflatoxinas B1, B2, G1, G2, M1, la patulina, la fumonisina y las ochratoxinas A y B, entre otras, cuyos organismos productores se desarrollan en diferentes condiciones de temperatura y humedad (4, 17). Una micotoxina puede encontrarse en muchos productos y un alimento contener más de una micotoxina.

No todos los hongos producen micotoxinas, ni todos los hongos producen Ochratoxina A. La mayoría de las micotoxinas son producidas por hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. La ochratoxina A es producida por varias especies de *Aspergillus* y *Penicillium*, principalmente por ***Aspergillus ochraceus*** encontrado con mayor frecuencia en regiones tropicales y por ***Penicillium verrucosum***, hallado sólo en regiones más templadas (4, 17).

La Ochratoxina A se descubrió en 1965 en un cultivo de *Aspergillus ochraceus* aislado de harina de maíz. La OTA se ha encontrado en cereales, maíz, trigo, frutas secas, vino, cebada, arroz, centeno, **café**, cacao, uvas pasas, semillas oleaginosas, carne de cerdo y sus derivados, entre otros (5, 6, 7, 8, 18, 19, 20, 21); también se ha hallado en la sangre y el suero de humanos, y en la leche materna. La OTA se ha asociado a la enfermedad fatal de los riñones llamada nefropatía endémica de los Balcanes. En habitantes de esta región de Europa, se han encontrado concentraciones hasta de 100 nanogramos² de OTA/ml de sangre (6, 10, 22, 23, 24).

La Ochratoxina A, se encontró en café por primera vez en 1974 por Levi *et al.* (7). Desde entonces se han realizado múltiples estudios sobre sus efectos, ocurrencia y métodos de determinación en alimentos y forrajes, por diversas instituciones encargadas de velar por la seguridad de la salud de los consumidores y por institutos de investigación.

La contaminación de **OTA no se detecta por la apariencia** del grano de café, la bebida **tampoco tiene algún sabor o aroma** que indique que pueda estar contaminada. Por tanto, se requieren técnicas biológicas y químicas para determinar la presencia de la sustancia en el café y los alimentos. Aunque hay un método desarrollado por la AOAC para café tostado, soluble y verde, éste no ha sido todavía establecido como oficial (11, 16).

En investigaciones realizadas en Europa se ha encontrado OTA en café almendra, tostado y soluble con va-

lores que varían de 0,2 a 360 ppb, (es decir, mg de OTA por tonelada de café) (5, 8, 18, 20, 21).

En el X Simposio Internacional sobre Micotoxinas y Ficotoxinas (5), se presentaron resultados de estudios sobre contenidos de OTA en café tostado de 1,78 ppb; en café de venta en supermercados hasta 6,5 ppb; en café almacenado de 4 a 8,19 ppb y en café recogido del suelo de 10 a 592 ppb.

Walker (21) presentó al Instituto de Información Científica del Café (ISIC), los resultados de análisis de OTA en café almendra en 520 muestras de café arábica y robusta provenientes de 30 países, en las cuales se encontraron contenidos superiores a 2 ppb en el 13% de las muestras de café robusta y 9% de las muestras de arábica. De 34 muestras de café colombiano analizadas en este estudio, una de las muestras presentó valores por encima de 2 ppb con contenido de 11,2 ppb.

Factores que favorecen la producción de OTA en café

Las condiciones que favorecen la producción de OTA en café son:

- Daños mecánicos y de insectos en el grano.
- Contaminación del café con los hongos toxigénicos productores de OTA, en cualquier etapa del proceso (desde el cultivo hasta el consumo), a través de **resi-**

² nanogramo abreviado ng, equivale a 1x10⁻⁹ gramos, una mil millonésima de gramo

duos y materiales contaminados, como por ejemplo, **pulpa, tierra y granos deteriorados**.

- Almacenamiento inadecuado: granos con humedad mayor a 12%, en sitios no ventilados, con temperatura mayor a 23°C y humedad relativa mayor al 80%.
- Rehumedecimiento y contaminación de los granos de café durante el transporte.

Es importante resaltar que al analizar un grano de café, éste puede

presentar algún contenido de OTA, pero no mostrar ya el hongo *Aspergillus ochraceus*, lo mismo que un grano puede presentar hongos conocidos como productores de OTA y no desarrollar esta sustancia, bien porque no se dan las condiciones apropiadas o porque la cepa no sea toxigénica.

Varios autores como Pitt and Hocking citados por la OMS y la FAO (24), y Frisvad y Samson (4), han registrado que el hongo *Aspergillus ochraceus* crece entre 8 y 37°C, y valores de actividad del agua (aw) entre 0,76 y 0,99. Las

condiciones óptimas de crecimiento del hongo son 24 a 31°C, 0,95 y 0,99 de aw, y pH entre 3 y 10. De otra parte, la Ochratoxina A es producida por *Aspergillus ochraceus* aun para valores de actividad del agua aw entre 0,83 y 0,87, y en algunos casos, para valores cercanos a 0,8 (4).

Por tanto, **la mejor forma de prevenir la OTA en el café es controlando las condiciones de cultivo, beneficio, secado, almacenamiento, transporte y procesamiento, es decir, todos los procesos en los cuales se manipula el café.**

Investigaciones sobre la OTA en café realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

Archila y Moreno (1), en 1988, aislaron de granos de café almacenado cepas toxigénicas de *Aspergillus ochraceus*, que al inocularse de nuevo en granos de café produjeron OTA en condiciones específicas de temperatura y humedad relativa del sitio de almacenamiento del café.

En 1997 se inició en Cenicafé un estudio sobre la Ochratoxina A en café verde y café tostado, en el cual se evaluaron: las condiciones de proliferación de *Aspergillus ochraceus* en el café almacenado; la presencia y desarrollo de OTA en café almacenado de diferentes calidades; y el efecto de la tostación

del café sobre la OTA. De estos estudios se concluyó que los granos deteriorados y dañados por insectos y los valores altos de humedad y temperatura y el tiempo prolongado de almacenamiento, favorecen la proliferación de *Aspergillus ochraceus* y la producción de OTA. En el mismo estudio se adicionaron intencionalmente cantidades conocidas de OTA a granos de café almendra, los cuales después de tostados presentaron la Ochratoxina A, aunque reducida en un 20 a 30% (13, 14).

Desde finales de 2001, en Cenicafé se desarrolla un proyecto internacional de investigación para el me-

joramiento de la calidad del café previniendo la formación de mohos en el café, con apoyo financiero del Fondo Común de Productos Básicos (CFC), y otras entidades, y la participación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En este proyecto, entre otros aspectos, se estudian los riesgos en la calidad y en cuanto a la producción de OTA en el café, y los métodos para mejorar las prácticas durante los procesos del café incluidos los que se realizan en la finca. En este estudio se ha encontrado *Aspergillus ochraceus* en los beneficiaderos y en algunos casos, en los granos de café (15).

Límites máximos de exposición de OTA, normas, regulaciones

Es importante destacar que **una regulación de una sustancia contaminante** para un producto para el consumo humano, busca ante **todo, proteger la salud de las personas** y por consiguiente, brindar la seguridad al consumidor de que no ingiere niveles superiores a los máximos tolerables diarios para esta sustancia.

El Comité conjunto de la FAO y la OMS sobre aditivos de los alimentos (JEFCA), con base en la nefrotoxicidad de OTA propuso una ingesta tolerable diaria de 14 nanogramos de OTA por kg de peso corporal. Sin embargo, con base en los datos de carcinogenicidad de la sustancia, el Grupo del Consejo Nórdico de Ministerios propuso un máximo diario de 5 ng/kg de peso corporal; las autoridades canadienses establecieron límites de 1,2 a 5,7 ng de OTA/kg peso corporal (2, 5, 21, 22, 23, 24).

En 1998 teniendo en cuenta los datos del Comité Científico para Alimentos de la Comisión Europea (SCOOP), se sugirió reducir la exposición de las personas, asegurando valores diarios de consumo inferiores al rango de 1,2 a 5 ng de OTA/kg de peso corporal (5).

En el año 2002 nueve países de la Comunidad Europea habían fijado regulaciones para OTA en varios productos en niveles que varían de 1 a 50 microgramos/kg para alimentos, y de 5 a 300 microgramos/kg para forrajes. Productos como la carne de cerdo, los cereales, los alimentos para bebés, los productos derivados del cacao, la cerveza y algunos frutos secos, han sido regulados por su contenido de OTA en países como Dinamarca, Francia, Italia, Suecia y la Unión Europea (5).

Se tiene previsto que en la Unión Europea se fijen límites o se llegue

a acuerdos sobre regulaciones de OTA en café lo más pronto posible. No obstante, en algunos países se han establecido desde 1999 límites temporales u oficiales de OTA en varios productos incluyendo al café. Se destacan Finlandia con 5 ppb para todo tipo de café, Grecia 20 ppb para todo tipo de café, Italia con 8 ppb para café verde, y 4 ppb para café tostado y soluble (5). Alemania presentó un proyecto de regulación para café tostado y soluble donde se establecieron límites de 3 y 6 ppb, respectivamente, a partir de septiembre de 2003.

Desde hace algunos años varios importadores europeos exigen análisis de OTA para café tostado y soluble principalmente, con límites muy variables dependiendo del comprador. Una regulación sobre OTA en la Unión Europea podría afectar a muchos países exportadores de café.

¿Por qué se debe estar atento a las regulaciones?

La fijación de los límites de OTA en los alimentos y en el café presenta los siguientes problemas:

- La contaminación por mohos y OTA no es uniforme en los productos.
- Se trata de valores de OTA muy bajos, expresados en partes por

billón (ppb), que significa 1 gramo en 1.000 millones de gramos de café; o sea, un miligramo en una tonelada.

- Para obtener valores de OTA de 2 a 6 ppb previstos como límites en café, será suficiente con **menos de un grano** contamina-

do con la sustancia en una tonelada de granos de café.

- Colombia no dispone de laboratorios para el análisis rutinario de OTA en café exportable y consumido (sólo se cuenta con laboratorios en la industria privada o en algunas universidades).

¿Cómo prevenir la OTA en café?

La mejor forma de prevenir la Ochratoxina A en café es **controlando la presencia de mohos, la humedad y la actividad del agua** en los granos; y sobre todo, controlar las condiciones de manejo del café durante el proceso. Es necesario entonces realizar los procesos del café desde el cultivo hasta la exportación y consumo con **Buenas Prácticas de Higiene (BPH), Buenas Prácticas Agronómicas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura o Proceso (BPM)** (2, 3, 9, 12, 13).

Para lograr las **Buenas Prácticas de Higiene en los procesos del café** tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- **Capacite** en higiene y procesos a todo el personal.
- Tenga un **programa de higiene** y realice los procesos de **limpieza y desinfestación** para el personal, las instalaciones, los equipos y utensilios utilizados para el manejo del café en la finca, cooperativas, trilladoras, bodegas, medios de transporte, etc.
- **Evite la contaminación del café cereza cosechado** con tierra, frutos o granos del suelo.
- **Evite la contaminación cruzada del café pergamino y almendra** con pulpas, pasillas, agua contaminada, cisco o cualquier residuo de origen animal o vegetal.
- Asegúrese de que los **sitios y fosas** para el manejo de los residuos del café como pulpas, mucílago, pasillas y aguas residuales, estén **alejados de los secadores y sitios de almacenamiento del café**.
- Disponga todos los residuos de clasificación del café durante el proceso, tales como **frutos deteriorados, pulpas, pasillas, flotes**, etc. en las fosas de descomposición para pulpas.
- **No pise** el café durante el secado, clasificación y el empaque. No permita que los **animales** entren en contacto con el producto.
- **Lave las manos** o los guantes después de manipular pulpas, residuos, animales y otras sustancias.
- **No almacene café pergamino húmedo**, ni lo amontone durante el proceso de secado. Tampoco mezcle cafés en diferentes estados de humedad.
- Utilice **empaques limpios y secos** para el café.
- Asegúrese de que el sitio de **almacenamiento sea ventilado, fresco, seco**, y que no haya humedad, ni superficies o espacios que permitan el refugio de plagas o insectos.
- Coloque el café empacado sobre **estibas limpias**, asegurándose de que el café quede **retirado de las paredes** y techos al menos 30 cm para lograr una buena ventilación.
- Para garantizar que no ocurra contaminación báñese y cámbiese de ropa y guantes después de manejar sustancias químicas en el cultivo y antes de manipular el café en el beneficio o en el almacenamiento.



- Almacene fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas, combustibles, pinturas, solventes, pegantes en sitios **separados del café almacenado**.
- **No permita** que el café se **rehumedezca** o se contamine durante el transporte.

Como **Buenas Prácticas Agronómicas y de Proceso** para prevenir el deterioro por mohos y OTA en el café:

- Realice un cuidadoso y efectivo control de la broca del café.
- No junte los granos y frutos recogidos del suelo (tierra) con el café cosechado. Descompóngalos en las fosas de pulpa.
- Permita el compostaje **completo** de la pulpa antes de usarla para sus cultivos.
- Evalúe la calidad del café cereza al recibirlo y luego de retirar los frutos dañados y negros.
- Verifique que los granos despulpados que deja en el tan-



que para el proceso de fermentación, así como los granos ya desmucilaginosos **estén libres tanto de pulpas como de granos que aún tengan restos de pulpa adherida**. Use zarandas para la separación de estos residuos.

- Utilice agua limpia para el lavado del café.
- No seque el café sobre pisos de suelo.

- Inicie el secado del café inmediatamente después de lavarlo.
- Utilice capas menores de 3 cm en secado al sol, y menores de 40 cm en secado mecánico.
- Revuelva el café de 3 a 4 veces diarias durante el secado al sol.
- La humedad final de secado del grano de café debe ser de 10 a 12%.

CAFICULTORES, COMERCIALIZADORES Y EXPORTADORES

Aplicar Buenas Prácticas de Higiene como principio de calidad en todos los procesos del café, permitirá proteger y asegurar la inocuidad y buena calidad del producto

LITERATURA CITADA

1. ARCHILA G., M.; MORENO, G.E. Ochratoxina A en café verde. *In: Colloque Scientifique Internationale sur le Café*, 13 Paipa, Agosto 21-25, 1989. Resúmenes. París, ASIC, 1989. p. 40
2. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. ROMA. ITALIA; WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Codex alimentarius food hygiene. Joint FAO-WHO food standards programme Codex Alimentarius Commission. Roma, 2001. [On line internet]. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net/>.(Consultado en Septiembre de 2001).
3. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. Título 21. Código de Regulación Federal. Análisis de riesgos para los productos de la pesca. Estados Unidos. Registro Federal. Vol.60(242): 1-19. 1995. (CETI Translation & Publication services de “21 code of Federal Regulations, Part 123- Fish and fishery products (Seafood HACCP regulation)”. 1996. Número de catálogo 961101).
4. FRISVAD, J.C.; SAMSON, R.A. Filamentous fungi in foods and feeds: ecology, spoilage, and mycotoxin production. *In: Arora D.K; Mukerji K.G.; Marth, E.H. Eds. Handbook of applied mycology. V.3. Foods and feeds. New York, Marcel Dekker, 1991. p. 31-68.*
5. ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ. Task 3.2.7. Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU member States. Roma, Directorate General Health and Consumer Protection, 2002. 153p. (Report on tasks for scientific cooperation).[On line Internet]. Disponible en: http://europa.eu.int/comn/food/fs/scoop/3.2.7_en.pdf (Consultado en Junio de 2003)
6. INTERNATIONAL IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins, 10. Guaruja, May 21-25, 2000. Official program and abstract book. Sao Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2000. 208 p.
7. LEVI, C.P.; TRENK, H.L.; YERANSIAN, J.A.. Investigations of mycotoxins relative to coffee. *In: Colloque Scientifique Internationale sur le Café*, 7. Hamburgo, Juin 9 - 14, 1975. París, ASIC, 1975. p. 287 - 294.
8. MICCO, C.; 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 (3): 333 - 339. 1989.
9. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD - OMS. GINEBRA. SUIZA. Buenas prácticas de manufactura vigentes. Ginebra, OMS, 1996. 128 p. (Serie de Informes Técnicos de la OMS (823). Informe 32).
10. PEPELJNJAK, S.; CVENIC, Z. The mycotoxicological chain and contamination of food by ochratoxin A in nephropathic and non-nephropathic areas in Yugoslavia. *Mycopathologia* 90: 147-153. 1985.
11. PITTET, A.; TORNARE, D.; HUGGET, A.; VIANI, R. Liquid chromatographic determination of ochratoxin A in pure and adulterated soluble coffee using an immunoaffinity column cleanup procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 3564-3569. 1996.
12. PUERTA Q., G.I. Cómo garantizar la buena calidad de la bebida y evitar los defectos. *Avances Técnicos Cenicafé No 284: 1-8. 2001.*
13. PUERTA Q., G.I. Strategies to guarantee the quality of the beverage in Colombian coffees. *In: Colloque Scientifique sur le Café*, 19. Trieste, Mayo 14-18. 2001. París, ASIC, 2001. 11 p.
14. PUERTA Q.,G.I; ACEVEDO N.,M.; ARANGO G.; A.M. Informes de resultados del proyecto cuantificación de ochratoxina A en café verde

- y café tostado. *In:* Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná. Colombia. Informe anual de actividades de investigación de la Disciplina de Química Industrial, 1997 - 1999. Chinchiná, Cenicafé, 1999. p.v.
15. PUERTA Q., G.I.; GÓMEZ C. F.A.; GALLEGU A., C.P. Informes del proyecto mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de formación de mohos. *In:* Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná. Colombia. Informe anual de actividades de investigación de la Disciplina de Química Industrial, 2001-2003. Chinchiná, Cenicafé, 2003. p.v.
 16. SANTOS, E.A.; VARGAS, E. A. Immunoaffinity column clean-up and thin layer chromatography for determination of ochratoxin A in green coffee. *Food Additives and Contaminants* 19 (5): 447-458. 2002.
 17. SMITH, J.E.; MOSS, M.O. Mycotoxins, formation, analysis and significance. Chichester, John Wiley and Sons, 1985. 148 p.
 18. STACK, M.E.; MISLIVEC, P.B.; DENIZEL, T.; GIBSON, R.; POHLAND, A. Ochratoxins A and B, Xanthomegnin, Viomellein and ViOXanthin production by isolates of *Aspergillus ochraceus* from green coffee beans. *Journal of Food Protection* 46 (11): 965-968. 1983.
 19. STUDER-ROHR, I.; DIETRICH, D.R.; SCHLATTER, CH.; SCHLATTER, CH. OTA and coffee. *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 85 (6): 719 - 727. 1994.
 20. VAN DER STEGEN, G.; JORISSEN, U.; PITTET, A.; SACCON, M.; STEINER, W.; VINCENZI, M.; WINKLER, M.; ZAPP, J., SCHLATTER, C. Screening of european coffee final products for occurrence of ochratoxin A (OTA). *Food Additives and Contaminants* 14 (3): 211-216. 1997.
 21. WALKER, R. Ochratoxin A in coffee: a risk assessment. *In:* Institute for Scientific Information on Coffee - ISIC. Londres. Inglaterra. Coffee dossier. Londres, ISIC, 1996. s.p.
 22. WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO; INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 51. Coffee, tea, mate, methylxantines and methylglyoxal. Lyon, IARC, 1991. 513 p.
 23. WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO; INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 56. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Lyon, IARC, 1993. 599 p.
 24. WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO; INTERNATIONAL FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Ochratoxin A. *In:* World Health Organization International; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Safety evaluation of certain mycotoxins in food. Ginebra, OMS – FAO, 2001. p. 327 – 415. (Food Additives Series 47).

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé

Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
cenicafé@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: Olga Lucía Henao Lema