

ID 747 CUANTIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DE OCRATOXINA A EN MUESTRAS DE CAFÉS COMERCIALIZADOS EN CHIAPAS

María Eugenia Aguilar-Álvarez ^a, Gerardo Saucedo-Castañeda ^a, Noël Durand ^b, Isabelle Gaimé-Perraud ^c, Luis V. Rodríguez-Durán ^d, Héctor Escalona-Buendía ^a, Gabriela M. Rodríguez-Serrano ^a

^aDepto. Biotecnología, Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, 09340, México. meaa66@hotmail.com, gmsr@xanum.uam.mx, ^bUMR, QUALISUD, Montpellier Cedex 5, France. ^cUMR-IMBE, Aix Marseille U., Avignon U., CNRS, IRD, Faculté de St Jérôme, Case 421, F-13397 Marseille Cedex 20, France. ^dUnidad Académica Multidisciplinaria Mante, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Resumen

El café es un cultivo de gran importancia por su actividad económica y cultural, el estado de Chiapas es el primer productor de café en México. Durante el ciclo cafetalero 2016/2017, se colectaron 112 muestras de café: tostado y molido, verde y soluble que se comercializan en mercados y comercios de diferentes localidades de Chiapas. Las muestras fueron clasificadas de acuerdo a la región de origen, tipo de café, variedad, tipo de cultivo y procesamiento. Del total de las muestras, 86 correspondieron a café tostado y molido, de las cuales el 87% (75) fueron de la variedad arábica y el 13% (11) robusta; 13 muestras fueron de café verde de las cuales el 69% (9) fueron de la variedad arábica y el 31% (4) de robusta; y 13 muestras de café soluble en donde la variedad se denominó mezcla. Se determinó el contenido de ocratoxina A (OTA) en todas las muestras por HPLC-FL. Los niveles de OTA ($\mu\text{g}/\text{kg}$) variaron en un rango entre 0 a 148.68 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y un promedio de 1.99 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Los valores promedio para las muestras de café tostados y molidos fue de 2.22 $\mu\text{g}/\text{kg}$ con un rango de 0-148.62 $\mu\text{g}/\text{kg}$; en las de café verde fue de 1.56 $\mu\text{g}/\text{kg}$ con un rango entre 0-10.277 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y de 0.898 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para las muestras de café soluble en un rango entre 0-2.37 $\mu\text{g}/\text{kg}$. En general se observó con una gran dispersión en los contenidos de OTA. El 97.3 % de las muestras de café estudiadas resultaron con contenidos dentro de los límites establecidos por la Unión Europea de 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para cafés tostados y verdes y solubles, respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede asumir que el café de Chiapas presenta baja incidencia de contaminación de OTA independientemente de su origen, tipo de café, variedad, procesamiento y tipo de cultivo.

Introducción

La ocratoxina A (OTA) ($\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{O}_6\text{NCl}$) es una toxina de bajo peso molecular (403.9 g/mol) y es producto del metabolismo secundario de hongos filamentosos, principalmente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Fue descrita por primera vez en 1965 por Van der Merwe *et al* (1). Se puede encontrar en una gran variedad de productos agrícolas como: los cereales, café, cacao, uvas, especias, papas, jugos, leche, vinos, cerveza, entre otros (2). La contaminación de OTA en café y en otros alimentos constituye una amenaza para la salud e inocuidad alimentaria, ya que presenta características nefrotóxicas, inmunosupresoras, teratogénicas y está considerada como un posible carcinogénico del grupo 2B (3, 4). Ante esta situación la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) y la Unión Europea establecieron los límites permitidos para la ingesta, la cantidad máxima de OTA en café tostado y molido es de 5 ppb y en el café soluble de 10 ppb (5).

La presencia de OTA en café verde ha sido reportada desde 1974 (6) y desde entonces, ha causado una permanente preocupación en el mercado mundial por sus implicaciones en la salud de los consumidores y por las pérdidas económicas que representa. Se ha detectado OTA en café-cereza, verde, tostado y soluble. El grado de contaminación se ve influenciado por diversos factores del cultivo como la temperatura, la humedad, la A_w , el pH, la región geográfica, las condiciones de cosecha y de procesamiento post-cosecha principalmente en el beneficio seco o secado natural (7, 8). De acuerdo con diversos reportes la cantidad reportada en muestras de café de diferentes orígenes, varía desde trazas hasta un máximo de 360 ppb (9).

A nivel mundial las especies más comercializadas son: *Coffea arabica* (arabica) y *Coffea canephora* (robusta) con una producción del 67% y 37% respectivamente (10). En México el 98% del cultivo de café corresponde a la variedad arabica y es el segundo productor de café orgánico y el onceavo lugar en producción a nivel mundial. En el ciclo 2016/17 se produjeron 824,000 toneladas. El cultivo de café en nuestro país se realiza en 10 estados principalmente. El 88.4% de la producción nacional se concentra en los estados de Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca, lo que representa el 85% de la superficie cosechada. En este contexto Chiapas ocupa el primer lugar en la producción de café convencional y orgánico; durante el ciclo 2016/17 produjo un volumen de 357,734 toneladas (11). Según el reporte del análisis de mercado del consumo de café en México realizado por Monitor Consulting, el volumen per cápita anual de consumo de café es de 1.41 kg/persona (12).

Aunque se han realizado estudios sobre la cuantificación de la micotoxina en café en distintos países, hasta el momento no se tienen reportes del café mexicano, específicamente del estado de Chiapas, que permita conocer la distribución y presencia de la OTA. El objetivo de este estudio fue evaluar la presencia de OTA en muestras de café comercializadas en el estado de Chiapas tomando en consideración las variedades: robusta (*Coffea canephora*) y arábica (*Coffea arabica*), región de origen, tipo de café, tipo de cultivo y de procesamiento.

Metodología

Muestreo:

Se realizó durante el ciclo cafetalero 2016/2017, 112 muestras se compraron en tiendas y mercados locales en distintas localidades y zonas cafetaleras en el estado de Chiapas. Se adquirieron cafés tostado y molido, verde y de las variedades robusta y arábica (Figura 1).

Extracción y cuantificación de OTA:

Para la extracción se utilizaron 10 g de muestra de café, al cual se le adicionaron 100 mL de una solución alcalina consistente en metanol y bicarbonato de sodio al 3% (50:50), y se agitó (150 rpm) por 30 min a temperatura de 30°C. El extracto fue centrifugado a 5000 rpm y el sobrenadante fue diluido con 30 mL de buffer de fosfatos y purificado en una columna de inmunoafinidad (Puri-Fast® OTA HCS IAC), la OTA fue eludida con 3 mL de metanol grado HPLC, posteriormente el líquido obtenido se evaporó y el residuo fue re-disuelto con 1 mL de fase móvil de HPLC (12).

La OTA se cuantificó en un HPLC (UFCL-XR SHIMADZU) con un detector de fluorescencia, con columna de fase reversa Hypersil ODS-2 (C-18, 250 x 4.6 mm, 5µm, Thermo Fisher Scientific). Condiciones: volumen de inyección de 50 µl, temperatura de columna a 30°C, longitud de onda de excitación de 333 nm y de emisión de 460 nm. La fase móvil fue una mezcla de metanol, agua y ácido acético glacial (69:30:1 v/v/v) en flujo isocrático de 1 ml/min, con un tiempo de retención entre 6.6-7.683 min. Se utilizó Ocratoxina A (Sigma-Aldrich 34037, pureza ≥98%) como estándar (12,13).

El análisis estadístico se realizó con el paquete NCSS® mediante un análisis descriptivo de comparación de variables y frecuencias.

Resultados

En la Figura 1 se presentan las zonas cafetaleras muestreadas. Como puede observarse, el muestreo se realizó principalmente de café arábica ya que es el que más se produce de forma convencional y orgánica mediante el beneficio húmedo. La variedad robusta se cultiva principalmente en la región X (Soconusco) por la baja altitud que requiere para el desarrollo del cultivo y su procesamiento se realiza por la vía seca o secado natural al sol.

Los resultados de la cuantificación de OTA de las 112 muestras de café de Chiapas se muestran en la Tabla 1. Como se observa, del total de la muestras analizadas, el 50 % (56 muestras) se encuentran contaminadas por OTA en un rango entre 0.008-148.62 $\mu\text{g}/\text{kg}$; de las cuales, 53 muestras positivas cumplen con lo establecido por norma que establece la Regulación Europea; que indica que para café tostado y molido el límite máximo de OTA es de 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$. En el café soluble aun cuando el 76.9% de las muestras arrojaron valores positivos de OTA (0.089-2.371 $\mu\text{g}/\text{kg}$), todas las muestras se encuentran dentro del rango permitido para cafés de este tipo, cuyo límite máximo es de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Tabla 21 Porcentaje de muestras positivas de OTA por tipo y variedad de café.

TIPO CAFÉ	TOSTADO Y MOLIDO ORGÁNICO	TOSTADO Y MOLIDO CONVENCIONAL	VERDE ORGÁNICO	VERDE CONVENCIONAL	SOLUBLE (MEZCLA)	TOTAL MUESTRAS
ARABICA (OTA $\mu\text{g}/\text{kg}$)	35.7% (5/14) (0.84-2.287)	36.06% (21/61) (0.008-148.62)	66.67%(4/6) (0.89-10.28)	66.7%(2/3) (1.0-1.10)	--	
ROBUSTA (OTA $\mu\text{g}/\text{kg}$)	--	81.82%(9/11) (0.008-1.06)		100%(4/4) (0.996-1.829)	--	
SOLUBLE (OTA $\mu\text{g}/\text{kg}$)					76.9%(10/13) (0.089-2.371)	
TOTAL DE MUESTRAS (POSITIVAS/TOTAL)						50%(56/112) (0.008-148.62)

En las Figuras 2 y 3 se presentan el diagrama de caja y bigotes e histograma de las muestras analizadas. Únicamente 3 muestras estuvieron fuera de los límites señalados por la regulación europea, de las cuales todas correspondieron a la variedad arábica y procesadas por la vía húmeda también conocida como beneficiado húmedo; dos de ellas fueron muestras de café tostado y cultivadas convencionalmente en las regiones Sierra y Selva Lacandona, zonas XI y XII de la Figura 1, respectivamente, y una del tipo verde orgánica de la región Meseta Comiteca Tojolabal (zona XV de la Figura 1). En los diferentes reportes bibliográficos, la presencia de OTA está principalmente vinculada con la variedad robusta y el secado natural o al sol, derivado de las condiciones en las que se realiza el tipo de secado. La presencia de OTA fuera de los límites de la norma se puede explicar, debido a casos aislados derivados de un manejo post cosecha inadecuado durante el procesamiento o el almacenamiento, dado que el 97.3% de las muestras cumplen con la regulación europea.

Figura 30. Regiones cafetaleras muestreadas. II (Valle Zoque), V (Altos Tzotzil-Tzeltal), VI (Frailesca), X (Soconusco), XI (Sierra Mariscal), XII (Selva Lacandona), XIII (Maya), XIV (Tulijá Tzeltal-Chol), XV (Meseta Comiteca Tojolabal).



ingeniería química
desarrollo nacional



Figura 2. Diagrama de caja y bigotes de las muestras analizadas

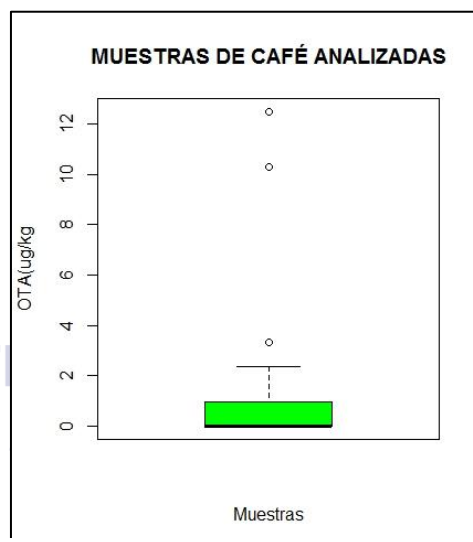


Figura 3. Histograma de las muestras analizadas

Estos resultados nos permiten aseverar que en los diferentes tipos de cultivo y procesamientos se encuentra la presencia de hongos ocratoxigénicos productores de esta micotoxina. Sin embargo, la concentración de OTA es nula o está dentro del rango establecido por la Unión Europea. Lo que impacta positivamente en la salud e inocuidad alimentaria de los consumidores y en la economía del sector cafetalero de Chiapas en particular.

Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permiten asumir que el café de Chiapas presenta muy baja incidencia de contaminación de OTA independientemente de su origen, tipo de café, variedad, procesamiento y tipo de cultivo. Cabe señalar que las condiciones de humedad, temperatura así como las buenas prácticas de manufactura pueden tener una estrecha relación con este resultado. La información mostrada en este trabajo, sugiere que el café analizado es confiable en términos de seguridad e inocuidad alimentaria y es un indicador para su aceptación en el mercado. Este estudio es pionero en relación a la cuantificación de OTA en café mexicano, específicamente del estado de Chiapas y es favorecedor de la actividad económica del café en este Estado del país.

Agradecimientos

M. E. Aguilar-Álvarez agradece el apoyo de UEMSTAyCM y la COSDAC para realizar estudios de doctorado. Los autores agradecen el apoyo del proyecto FONCICYT 273656 Use of lactic acid bacteria for the control of level of ochratoxin in coffee beans.

Referencias

1. Van der Merwe, K., Fourie, L., Scott, P.M., Theron, J.J. Ochratoxin A, a toxic metabolite produced by *Aspergillus ochraceus* Wilh. *Nature*, 205. 1112-1113. 1965.
2. Benites, A.J., Fernandes, M., Boleto, A.R., Azevedo, S., Silva, S., Leitao, A.L. Occurrence of Ochratoxin A in roasted coffee samples commercialized in Portugal. *Food Control*, 73:1223-1228. 2017.
3. Heussner, A. H., Bingle, L. E. H. Comparative ochratoxin toxicity: A review of the available data. *Toxins*, 7(10), 4253-4282 IARC, 2002.
4. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. *IARC Press*, 82, 1-556. 2002

5. European Union. "Commission Regulation" E.C. 594/2012.
6. Castellanos-Onorio, O., González-Rios, O., Guyot, B., Fontana, T.A., Guiraud, J.P., Schorr-Galindo, S., Durand, N., Suárez-Quiroz, M. Effect of two different roasting techniques on the Ochratoxin A (OTA) reduction. *Food Control* 22, 1184-1188.
7. Batista, L. R., Chalfoun, S. M., Silva, C. F., Cirillo, M., Varga, E. A., Schwan, R. F. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. *Food Control*, 20(9), 784-790. 2009.
8. Durand, N., Duris, D., Fontana, A., Castellanos-Onorio, O., Suárez-Quiroz, M., Schorr-Galindo, S. Effects of post-harvest and roasting treatments on Ochratoxin A levels in coffee: A review paper. *Cahiers Agricultures*, 22(3), 2013.
9. Castellanos-Onorio, O. *Estudio de la Estabilidad térmica de la Ocratoxina durante el tostado de café (Coffea arabica)*. Veracruz, Ver. 2011.
10. Batista, L., Chalfoun de Souza, S., Silva e Batista, C., Schwan, R. Coffee: Types and Production. In *Encyclopedia of Food and Health* (244-251). Elsevier Ltd. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00184-7>, 2016.
11. SAGARPA. Café Cereza. En Atlas Agroalimentario. Ciudad de México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 48, 49.2017.
12. Euromonitor Consulting International ©. Análisis del mercado de consumo de café en México 2016. Estudio realizado para AMECAFE. 2017. En https://amecafe.org.mx/wp-content/uploads/2017/08/Euromonitor_Informe_An%C3%A1lisis-de-consumo-2016-AMECAFE-Final.pdf
13. Suárez-Quiroz, M., De Louise, B., Gonzalez-Rios, O., Barel, M., Guyot, B., Schorr-Galindo, S., Guiraud, J. P. The impact of roasting on the ochratoxin a content of coffee. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(6), 605-611. 2005.
14. 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.



Retos de la ingeniería química para el desarrollo nacional

AMIDIQ

Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C.

AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA

Vol.1, No. 1



**Retos de la ingeniería química
para el desarrollo nacional**

7 al 10 de mayo de 2019, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México.

MEMORIAS DEL XL ENCUENTRO NACIONAL DE LA AMIDIQ

AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA

Vol. 1, No. 1

XL ENCUENTRO NACIONAL
DE LA AMIDIQ



**“RETOS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA PARA
EL DESARROLLO NACIONAL”**

Retos de la ingeniería química
para el desarrollo nacional

Memorias del XL Encuentro Nacional de la AMIDIQ

Bahías de Huatulco, Oaxaca, México

07 al 10 de Mayo de 2019

AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA, Vol. 1. No. 1, octubre 2020, es una publicación anual de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. Canarias 704, Col. Portales, Delegación Benito Juárez, C.P. 03300, Ciudad de México, México. Tel. 3338464060. Página electrónica de la publicación: <https://amidiq.com/avances-en-ingenieria-quimica/> y dirección electrónica: avancesiq@amidiq.com. Editor responsable: Dr. Jorge Ramón Robledo Ortiz. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título *En Proceso*, ISSN *En Proceso*, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número: Dr. Miguel Ángel Morales Cabrera, Dra. María del Rosario Enríquez Rosado, Dr. Jorge Ramón Robledo Ortiz, Dra. Nelly Ramírez Corona, Dr. Adrián Bonilla Petriciolet, Dr. Fernando Israel Gómez Castro, Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. Canarias 704, Col. Portales, Delegación Benito Juárez, C.P. 03300, Ciudad de México, México. Fecha de última actualización: 31 de octubre de 2020. Tamaño del archivo: 138 MB.