



## La ocratoxina A, una micotoxina de amplia distribución

La ocratoxina A (OTA) es una micotoxina producida por el metabolismo secundario de muchas especies de hongos filamentosos, especialmente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. La presencia de estos dos géneros es ubicuitaria (vegetación, agua, suelo, etc.), lo que explica su presencia en numerosos alimentos de origen vegetal. La OTA se acumula en riñones e hígado de animales alimentados con productos contaminados (Marin *et al.*, 2013).

Químicamente, presenta una estructura pentacétida, derivada de la familia de las dihidrocoumarinas, acoplada a una fenilalanina. La OTA es un ácido orgánico débil con un valor de pKa de 7.1 y una masa molar de 403,8 g/mol. Presenta una elevada estabilidad, mostrando una gran resistencia a la acidez y a temperaturas elevadas.

### Efectos adversos

La OTA es nefrotóxica, inmunosupresora, genotóxica, carcinógena, teratógena y neurotóxica. El perfil toxicológico de la OTA se ha descrito principalmente a partir de su efecto nefrotóxico. Distintos estudios epidemiológicos realizados en Dinamarca, Hungría, Escandinavia y Polonia han demostrado que desempeña un papel importante en la etiología de la nefropatía porcina. También se ha asociado con la nefropatía humana, concretamente con la nefropatía endémica balcánica y la nefropatía tunecina. En animales de laboratorio, se ha demostrado que posee efectos neurotóxicos, teratógenos y, en dosis bajas, efectos inmunosupresores. La OTA puede atravesar la placenta y acumularse en el tejido fetal y causar diferentes anomalías morfológicas.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) estableció en el año 2006 una ingesta semanal tolerable (IST) para la OTA de 120 µg/kg de peso corporal. Este valor de seguridad se confirmó en el año 2010. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado esta micotoxina como posible carcinógeno humano (categoría 2 B).

### Presencia en alimentos

Las ocratoxinas se encuentran principalmente en cereales y legumbres de regiones geográficas húmedas, tanto templadas como frías. También se encuentran en alimentos a base de granos o fruta almacenada en silos durante mucho tiempo, como el café, el cacao y derivados, la fruta seca, las pasas y los higos secos y el zumo de uva y el vino. Se ha detectado también en productos de origen animal, como los riñones y el hígado de cerdo y de aves de corral alimentados con piensos, muy contaminados por esta micotoxina. De hecho, la OTA se considera una "micotoxina de almacenaje" para los cereales y los granos, y una "micotoxina de los cultivos" para la viña. En climas fríos y templados se encuentran las especies *P. verrucosum* (cereales) y *A. carbonarius* (viña) y, en regiones tropicales y cálidas, *A. ochraceus* (café, cacao, soja y otras semillas oleaginosas). Los mohos tienen lugar en la periferia del grano y, por lo tanto, las capas exteriores de los cereales son las más contaminadas. La producción de OTA empieza entre los tres días y una semana después de la germinación de las esporas, en función de las condiciones de humedad. Las características de crecimiento y toxigenesis de estas tres especies se pueden ver en la tabla 1.





Tabla 1. Características de crecimiento y toxigenesis de Aspergilli y Penicillia productores de ocratoxina A

Crecimiento	<i>A. carbonarius</i>			<i>A. ochraceus</i>			<i>P. verrucosum</i>		
	Mínimo	Óptimo	Máximo	Mínimo	Óptimo	Máximo	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura (°C)	10	30	41	8	24-31	41	0	20	31
pH	2	5,6	10	2,2	5,6	10	2,1	5,6	10
a <sub>w</sub>	0,85	0,96-0,99	—	0,77	0,95-0,99	—	0,80	0,95	—
% CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	80%	—	—	—
Toxigenesis	Mínimo	Óptimo	Máximo	Mínimo	Óptimo	Máximo	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura (°C)	—	15-30	—	—	25-30	—	0	20	31
pH	—	—	—	—	—	—	—	5,6	—
a <sub>w</sub>	0,87	0,93-0,98	—	0,85	0,95	—	0,85	0,92	—
% CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	30%	—	—	—

Fuente: ANSES Fiches de description de danger biologique transmissible par les aliments / Aspergilli et Penicillia producteurs d'ochratoxine A (OTA).

### Estabilidad en alimentos

La OTA es una molécula relativamente resistente al calor y sobrevive a la mayoría de los procesos térmicos de la industria alimentaria, aunque se observa una reducción en la concentración dependiendo de factores como la temperatura, pH y otros componentes del producto. Por ejemplo, cuando se calienta trigo húmedo a 100 °C durante 2-3 horas se observa una disminución del 50% de la concentración, pero cuando el trigo es seco se necesitan 12 horas para obtener la misma reducción. Procesos como el tostado del café y del pan disminuye bastante su concentración. En cambio, la disminución es mínima en la elaboración de pasta. La OTA sobrevive a los procesos de elaboración de vino y cerveza.

### Controles en la producción primaria

Es importante recoger los cereales cuando tienen una cantidad de humedad y un estado de madurez óptimos. Si el grano es demasiado húmedo, debe secarse antes de almacenarse. En climas tropicales y subtropicales, el a<sub>w</sub> del grano ha de ser inferior a 0,8, y en climas templados se recomienda que se almacene el grano con

un contenido de humedad inferior al 18% y, si se seca con aire caliente, el grano se debe enfriar rápidamente.

Los silos de cereales y los almacenes de fruta seca se tienen que limpiar, desinfectar y desinsectar después de cada vaciado. El ambiente de los silos y de los almacenes debe controlarse para que la entrada de humedad o una temperatura elevada no afecte a los productos. Se debe establecer un sistema de vigilancia del estado del grano y de la fruta seca durante todo el período de almacenaje, con el fin de no entregar en el mercado materias primas contaminadas, tanto para hacer piensos como alimentos.

La legislación europea no permite que se apliquen tratamientos químicos de detoxificación a los productos alimenticios que contengan micotoxinas. No obstante, se investigan tratamientos de hidrólisis ácida o básica, con agentes oxidantes como el ozono, con el fin de destruir la micotoxina, y también el uso de nuevos materiales adsorbentes como zeolitas modificadas y distintas sustancias que contienen amonio cuaternario, para descontaminar los granos de cereales, café y cacao.

En todos estos tratamientos es im-





portante considerar la calidad orgánica del producto una vez tratado.

### Controles en la producción de alimentos

Los elaboradores de alimentos, además de seguir las mismas recomendaciones indicadas anteriormente para almacenar el grano o la fruta seca en sus fábricas, deben establecer un plan de proveedores para garantizar la calidad de la materia prima. También tienen que elaborar un plan de vigilancia de la materia prima para descartar que entre en la línea de fabricación productos contaminados.

### Estudio de dieta total en Cataluña

De acuerdo con el estudio de dieta total en Cataluña de 2008-2009 sobre micotoxinas realizado para estimar la exposición de la población catalana a micotoxinas y evaluar el riesgo derivado para la salud, se detectó OTA en los alimentos siguientes: cerveza (89% de las muestras), vino de postres (55%), café (50%), cacahuetes (40%), copos de trigo (20%), vino tinto (15%), pan de molde (12%), alimentos infantiles, pistachos y copos de maíz por debajo del 10% (tabla 2).

Los cálculos de exposición indican que en el grupo de población adulta, el café es la principal fuente de exposición a la micotoxina. En el caso de los adolescentes, la principal fuente

Septiembre  
Octubre

2014  
Página 3 de 4



Tabla 2. Resumen de las muestras analizadas, incidencia y concentración media y máxima de las muestras positivas en cada categoría

Matrices	Nº individual	Nº composite	Positivas*/total	Media ± DE µg kg <sup>-1</sup>	Máx. µg kg <sup>-1</sup>
Copos de maíz	168	72	2/72	0,73 ± 0,76	1,27
Copos de trigo	28	28	6/28	0,31 ± 0,14	0,57
Pan de molde	145	70	9/70	0,28 ± 0,18	0,66
Cerveza	216	71	63/71	0,02 ± 0,02	0,13
Vino de postres	141	141	81/141	2,85 ± 6,50	48,68
Vino tinto	120	120	18/120	0,51 ± 0,81	3,19
Café	204	72	35/72	2,17 ± 0,79	4,21
Cacahuetes	215	72	30/72	0,21 ± 0,14	0,77
Pistachos	170	70	2/70	0,23 ± 0,13	0,32
Alimentos infantiles	150	69	6/69	0,23 ± 0,04	0,29

\* Positivas: muestras por encima del límite de detección (LD).

de exposición proviene de los cereales del desayuno; seguidamente, del pan, del café y del pan de molde, en proporciones similares. Las principales vías de exposición consideradas en los niños son los cereales del desayuno seguidos del pan de molde.

La estimación de la exposición en los diferentes grupos de población (tabla 3) indica que se encuentra bastante alejada de la ISPT de 120 µg/kg de peso corporal y semana (17,14 µg/kg de peso corporal y día), en los dos escenarios o hipótesis estudiados.



Tabla 3. Ingesta diaria estimada mediante el método directo

Grupo de población	Media y desviación estándar ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal y día)	
	ND <sup>1</sup> = 0 (hipótesis baja)	ND = LD <sup>2</sup> (hipótesis alta)
Adults <sup>3</sup>	0,47 $\pm$ 0,53	0,57 $\pm$ 0,68
Adolescentes	0,16 $\pm$ 0,40	0,29 $\pm$ 0,45
Niños	0,08 $\pm$ 0,08	0,37 $\pm$ 0,35
Niños de 0 a 3 años	0,25 $\pm$ 0,24	2,34 $\pm$ 2,35

1 ND (no detectados); 2 LD (límite de detección de la prueba); 3 Dado el bajo número de consumidores, se han tratado ambos sexos conjuntamente.



Estos valores de ingesta son muy similares a los obtenidos en Francia en el segundo estudio de dieta total de 2006-2010 (ASAS, 2011), en el que la ingesta estimada en adultos se situaba entre 0,28  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal y día (hipótesis baja) y 1,91  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal y día (hipótesis alta).

### La vigilancia y el control en Europa

El Reglamento (CE) nº 1881/2006, por el que se fija el contenido máxi-

mo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, establece contenidos máximos de OTA en diferentes grupos de alimentos, en un intervalo que va desde 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  como los higos secos y pasas hasta 0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en los alimentos infantiles. El Sistema de alerta rápida para alimentos y piensos (RASFF) ha notificado 31 alertas por presencia de OTA en higos secos, pasas, especias, pan ecológico, maíz ecológico, galletas y semillas de calabaza, entre enero de 2014 y septiembre de 2014.

### Más información

- Amézqueta S, González Peñas E, Murillo-Arbizu M, López de Cerain A. Ochratoxin A decontamination: a review. Food Control. 2009;20:326-33.
- ACSA. Ochratoxina A. [Micotoxinas: estudio de dieta total en Cataluña, 2008-2009.](#)
- ACSA. [Mapa de peligros.](#) Clasificación de los peligros alimentarios. Peligros químicos. Micotoxinas. Ochratoxina A.
- ANSES. [Fiches de description de danger biologique transmissible par les aliments / Aspergilli et Penicilla producteurs d'ochratoxine A \(OTA\).](#) 2011.
- ANSES. Étude d'alimentation totale française 2 (EAT2). Tome 1. 2011.
- European Commission. [RASFF-Food and Feed Safety Alert.](#)
- Marin S, Ramos AJ, Cano-Sancho G, Sanchis V. [Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment.](#) Food Chem Toxicol. 2013 Oct.60:218-37.
- Comunidad Europea: [Reglamento \(CE\) núm. 1881/2006](#) de la Comisión, por el que se fija el contenido máximo de contaminantes en los alimentos.