

ALCALOIDES ERGÓTICOS



Los alcaloides del cornezuelo del centeno, denominados alcaloides ergóticos (AEs), son producidos por diferentes hongos de los órdenes Hypocreales y Eurotiales. Dentro del primero, *Claviceps purpurea* es el hongo más extendido en Europa e infecta a granos de centeno, trigo, cebada, mijo y avena, entre otros cereales.

Los principales alcaloides producidos por este hongo, derivados del triptófano, se muestran en la tabla 1. Sus efectos se conocen desde tiempos inmemorables, de hecho, en la Edad Media causaron epidemias severas conocidas como “El fuego de San Antonio” por consumo de cereales, harina o pan contaminados con este hongo. Hoy en día, a esta intoxicación por *Claviceps purpurea* presente en los cereales se le denomina “ergotismo”, aunque su incidencia se ha visto disminuida en gran medida en las últimas décadas por el conocimiento científico sobre el origen y la mejora en las prácticas agronómicas.

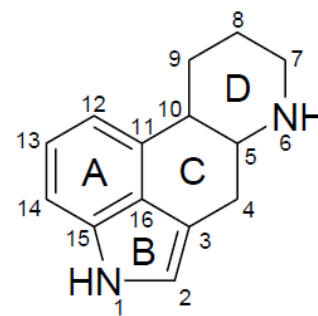
| Alcaloides principales del hongo <i>Claviceps purpurea</i> | | Estructura básica (anillo de ergolina) |
|---|--------------------------|---|
| Ergometrina | Ergometrinina |  |
| Ergotamina | Ergotaminina | |
| Ergosina | Ergosinina | |
| Ergocristina | Ergocristinina | |
| α -Ergocriptina | α -Ergocriptinina | |
| β -Ergocriptina | β -Ergocriptinina | |
| Ergocornina | Ergocorninina | |

Fig. 1. Principales alcaloides del ergot. (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Ergot alkaloids in food and feed. *EFSA Journal* 2012; 10(7):2798. [158 pp.])

Evaluación del riesgo

El Panel de Contaminantes (CONTAM Panel) de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publicó, en 2012, una [opinión científica sobre los alcaloides del cornezuelo en alimentos y piensos](#), estableciendo para todo el grupo de alcaloides presentes en la tabla 1 una **Dosis de Referencia Aguda (ARfD) de 1 μ g/Kg peso corporal** y para exposición crónica una **Ingesta Diaria Tolerable (TDI) de 0,6 μ g/Kg peso corporal/día**, partiendo de la base que todos los alcaloides tienen el mismo efecto toxicológico.

El Panel concluyó que con los datos disponibles actualmente no parece que haya preocupación en ningún grupo de población concreto, sin embargo, señaló que la estimación de la exposición a través de la dieta se había llevado a cabo con un número de alimentos reducido y que no se podía descartar, por tanto, la contribución de otros grupos de alimentos. EFSA recomienda que continúen los esfuerzos para recopilar datos analíticos de la presencia de estos alcaloides del cornezuelo en los grupos de alimentos y piensos más relevantes y que se trabaje para desarrollar patrones analíticos comerciales de referencia, en particular patrones marcados isotópicamente y materiales de referencia certificados, con el objeto de disponer de métodos analíticos adecuados para su control.

Vistas las recomendaciones de EFSA, la Comisión para recabar un mayor número de datos de presencia de AEs en alimentos publicó en el año 2012 la [Recomendación 2012/154/UE, de 15 de marzo de 2012](#), sobre el control de la presencia de alcaloides de cornezuelo en los piensos y los alimentos.

En el año 2017 con los datos enviados por los Estados miembros, EFSA publicó un informe sobre la [exposición dietética de la población europea a los alcaloides del ergot y al cornezuelo o esclerocio](#).

En ésta se establece la incidencia de la presencia de alcaloides del ergot (AEs) para consumos medios y extremos para distintos segmentos de edades de la población europea. Además de la relación que puede existir entre la presencia del esclerocio (cornezuelo) y los alcaloides del ergot.

Exposición crónica

La exposición dietética a los AEs se estudió en 35 encuestas dietéticas de 19 países europeos diferentes. En comparación con el dictamen de EFSA de 2012, se dispuso de un número mucho mayor de productos alimenticios, en particular de los alimentos procesados, lo que probablemente condujo a unas estimaciones de exposición dietética crónica más altas en comparación con las del año 2012.

| Age class ^(a) | N | Mean dietary exposure ($\mu\text{g}/\text{kg}$ bw per day) | | | | | |
|--------------------------|----|---|--------|------|-------------|--------|------|
| | | Lower bound | | | Upper bound | | |
| | | Min | Median | Max | Min | Median | Max |
| Infants | 6 | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.03 | 0.15 | 0.34 |
| Toddlers | 10 | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.25 | 0.47 |
| Other children | 18 | 0.02 | 0.05 | 0.17 | 0.14 | 0.20 | 0.46 |
| Adolescents | 17 | 0.01 | 0.03 | 0.15 | 0.07 | 0.12 | 0.29 |
| Adults | 17 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.18 |
| Elderly | 14 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.14 |
| Very elderly | 12 | 0.01 | 0.02 | 0.06 | 0.05 | 0.09 | 0.16 |

| Age class ^(a) | N | 95th percentile dietary exposure ^(b) ($\mu\text{g}/\text{kg}$ bw per day) | | | | | |
|--------------------------|----|---|------------------|------|-------------|------------------|------|
| | | Lower bound | | | Upper bound | | |
| | | Min | Median | Max | Min | Median | Max |
| Infants | 5 | 0.05 | — ^(c) | 0.19 | 0.29 | — ^(c) | 0.76 |
| Toddlers | 7 | 0.07 | 0.18 | 0.30 | 0.38 | 0.59 | 0.86 |
| Other children | 18 | 0.05 | 0.12 | 0.39 | 0.29 | 0.42 | 0.79 |
| Adolescents | 17 | 0.03 | 0.07 | 0.33 | 0.14 | 0.27 | 0.56 |
| Adults | 17 | 0.02 | 0.04 | 0.12 | 0.12 | 0.18 | 0.36 |
| Elderly | 14 | 0.02 | 0.04 | 0.10 | 0.11 | 0.17 | 0.28 |
| Very elderly | 9 | 0.02 | 0.03 | 0.09 | 0.12 | 0.15 | 0.26 |

Fig.2. Estimaciones dietéticas crónica para consumidores medios y extremos. (European Food Safety Authority), Arcella, D, Gómez Ruiz, JÁ, Innocenti, ML and Roldán, R, 2017. Scientific report on human and animal dietary exposure to ergot alkaloids. *EFSA Journal* 2017;15(7):4902, 53 pp.)

En general, la exposición dietética crónica a los AEs en los grupos de edad más joven fue 2-3 veces mayor que las estimadas para la población adulta. Además, EFSA resalta que la exposición dietética crónica en los dos estudios que contaban con datos de "Mujeres embarazadas" y "Mujeres lactantes", estaba dentro del rango de estimaciones de exposición en la población adulta.

Exposición aguda

Para estimar la exposición dietética aguda a los AEs se utilizó un enfoque probabilístico basado en 41 encuestas dietéticas de 23 países europeos diferentes.

| Age class ^(c) | Range of average acute exposure (µg/kg bw per day) | | | |
|--------------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| | Number dietary surveys | Minimum | Median | Maximum |
| Infants | 6 | 0.02 (0.01–0.04) | 0.08 | 0.21 (0.20–0.21) |
| Toddlers | 11 | 0.11 (0.11–0.11) | 0.15 | 0.30 (0.29–0.30) |
| Other children | 20 | 0.08 (0.08–0.08) | 0.13 | 0.32 (0.30–0.33) |
| Adolescents | 20 | 0.04 (0.04–0.05) | 0.07 | 0.23 (0.21–0.24) |
| Adults | 22 | 0.03 (0.03–0.03) | 0.06 | 0.17 (0.16–0.17) |
| Elderly | 16 | 0.03 (0.03–0.03) | 0.05 | 0.13 (0.11–0.14) |
| Very elderly | 14 | 0.03 (0.03–0.04) | 0.05 | 0.12 (0.10–0.15) |
| | Range of 95th percentile acute exposure (µg/kg bw per day) | | | |
| | Number dietary surveys | Minimum | Median | Maximum |
| Infants | 5 | 0.26 (0.25–0.27) | – ^(d) | 0.65 (0.62–0.68) |
| Toddlers | 10 | 0.35 (0.31–0.38) | 0.50 | 0.79 (0.76–0.83) |
| Other children | 20 | 0.27 (0.25–0.30) | 0.40 | 0.98 (0.90–1.06) |
| Adolescents | 20 | 0.13 (0.11–0.16) | 0.26 | 0.77 (0.67–0.89) |
| Adults | 22 | 0.10 (0.10–0.11) | 0.21 | 0.49 (0.46–0.53) |
| Elderly | 16 | 0.10 (0.09–0.11) | 0.16 | 0.37 (0.29–0.48) |
| Very elderly | 14 | 0.10 (0.09–0.11) | 0.16 | 0.39 (0.27–0.51) |

Fig.3. Exposiciones agudas media y extremas para diferentes clases de edad (European Food Safety Authority), Arcella, D, Gómez Ruiz, JÁ, Innocenti, ML and Roldán, R, 2017. Scientific report on human and animal dietary exposure to ergot alkaloids. *EFSA Journal* 2017;15(7):4902, 53 pp.)

Dentro de estos datos, EFSA estableció el porcentaje de individuos que se encuentran por encima de la **Dosis Aguda de Referencia (ARfD) de 1 µg/kg peso corporal (pc) / día** que ya se había fijado en la opinión de EFSA del 2012.

| | Percentage of subjects above the acute reference dose (ARfD) ^(b) | | |
|----------------|---|---------|---------|
| | Number dietary surveys | Minimum | Maximum |
| Infants | 6 | 0.1 | 10 |
| Toddlers | 11 | 1 | 18 |
| Other children | 20 | 0.1 | 13 |
| Adolescents | 20 | < 0.01 | 11 |
| Adults | 22 | < 0.01 | 1 |
| Elderly | 16 | 0 | 1 |
| Very elderly | 14 | 0 | 1 |

Fig.4. Porcentajes de superación de la dosis aguda de referencia (ARfD) por grupos de población (European Food Safety Authority), Arcella, D, Gómez Ruiz, JÁ, Innocenti, ML and Roldán, R, 2017. Scientific report on human and animal dietary exposure to ergot alkaloids. *EFSA Journal* 2017; 15(7):4902, 53pp.)

La **exposición aguda media** osciló entre 0,02 µg/kg pc/día en «Infantes» hasta los 0,32 µg/kg pc/ día en "Otros niños". En cuanto a la **exposición dietética aguda (P95)**, las estimaciones más altas fueron para 'Otros niños'(0,98 µg/kg pc/ día).

En general, la población joven mostró una mayor exposición aguda a los AEs que las otras clases de edad. Como sucedió en la exposición crónica, la aguda para "Mujeres embarazadas" y "Mujeres lactantes" se encontró dentro del rango de estimaciones de exposición para la población adulta.

En cuanto a la exposición aguda para solo consumidores de los diferentes productos alimenticios sobre los que se tenían datos, en raras ocasiones el consumo de un solo alimento dio lugar a estimaciones medias cercanas o superiores al ARfD de 1 µg/kg pc/ día.



En general, se puede admitir que no se observaron grandes diferencias entre las estimaciones realizadas en la exposición crónica y aguda (para un escenario medio).

Relación entre la presencia de esclerocio y concentración de alcaloides del ergot.

EFSA evaluó la posible relación entre el contenido de alcaloides y la cantidad de esclerocio así como la eficiencia de la eliminación del esclerocio y la presencia de AEs, teniendo en cuenta los diferentes datos analíticos e información recibida. Se llevó a cabo un análisis de correlación para cuantificar la fuerza de una relación lineal entre el contenido en esclerocio y los niveles de alcaloides para muestras de cebada, centeno y trigo.

Se puede concluir que, aunque generalmente, la presencia de esclerocio es un buen indicador para determinar presencia de AEs, sin embargo, la ausencia de esclerocio no excluye la presencia de AEs, ya que se detectaron varias muestras que aun no presentándolo, presentaban niveles cuantificables de AEs («falsos negativos»).

Debido al escaso número de muestras, no fue posible evaluar la eficacia de la eliminación del esclerocio y su relación con la disminución de los niveles de AEs, y en las muestras realizadas no se observó ninguna reducción tras un proceso de limpieza. Se necesitan por lo tanto más estudios para confirmar estos resultados.

Gestión del riesgo

Actualmente, el marco legislativo sobre límites máximos en contaminantes en la Unión Europea lo establece el [Reglamento \(UE\) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023](#), relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1881/2006.

La Comisión y los estados miembros consideraron en su momento, dado que no había suficientes datos como para establecer una relación de causalidad entre la presencia del esclerocio y la de AEs, establecer como medida de gestión del riesgo más adecuada un límite máximo para el esclerocio del cornezuelo del centeno en *Cereales no elaborados, excepto el maíz y el arroz* en 0.5 g/kg mediante el [Reglamento 2015/1940](#) que modificó el [Reglamento 1881/2006](#) por el que se establecen límites máximos de contaminantes en alimentos.

El contenido máximo se aplica a los cereales no elaborados comercializados para una **primera fase de transformación** es decir, cualquier tratamiento físico o térmico, distinto del secado, al que se somete el grano o su superficie. Los procedimientos de limpieza, incluido el descascarillado, de selección y de secado no se consideran “primera fase de transformación” si el grano entero permanece intacto tras la limpieza y la selección.

Tras debatirse a nivel del grupo de trabajo de expertos los últimos datos en poder de la Comisión y los Estados sobre este contaminante, en 2021 se publica el [Reglamento \(UE\) 2021/1399 de la Comisión de 24 de agosto de 2021](#) por el que se modifica el [Reglamento 1881/2006](#) en lo que respecta al contenido máximo de esclerocios de cornezuelo y alcaloides de cornezuelo en determinados productos alimenticios.

Mediante este Reglamento, se reduce el contenido máximo de esclerocios de cornezuelo y se fijan contenidos máximos de alcaloides de cornezuelo en los productos alimenticios con contenidos significativos de estos alcaloides, que contribuyen significativamente a la exposición humana, y en los productos alimenticios que sean pertinentes para la exposición de grupos de población vulnerables.

Otras informaciones de interés:

[Legislación sobre micotoxinas](#)