

## TOXINAS T2/HT-2

### ¿Qué son las toxinas T2/HT-2 y dónde aparecen?

Las toxinas T-2 y HT-2 son micotoxinas clasificadas como **tricotecenos de tipo A producidas por el género *Fusarium spp.*** Estas toxinas son casi exclusivamente contaminantes pre-cosecha de los cereales.



El *Fusarium* es un género de hongo que forma parte de la flora de campo (plantas vivaces) y de la flora intermedia (sustratos de cereales recién recogidos y aun húmedos).

Los cereales y los alimentos a base de cereales, en particular pan, productos de panadería fina, productos de molienda de granos y cereales de desayuno, se presentan como los mayores contribuyentes a la suma de la exposición a toxinas T-2 y HT-2.

A estos hay que añadir el grupo de alimentos "Alimentos para bebés y niños pequeños", principalmente alimentos a base de cereales.

Fig. 1. Photomicrograph revealing the [conidiophores](#) and [conidia](#) of the fungus [Fusarium verticillioides](#). Obtained from the CDC [Public Health Image Library](#)

Estas micotoxinas son producidas por hongos del genero *Fusarium*, tales como, *Fusarium tricinctum*, *F.nivale*, *F.roseum*, *F.graminearum*, *F.solani*, *F.oxysporum*, *F.lateritium*, *F.sporotrichioides*, *F.rigidiusculum*, *F.episphaeria* y *F.poa*.

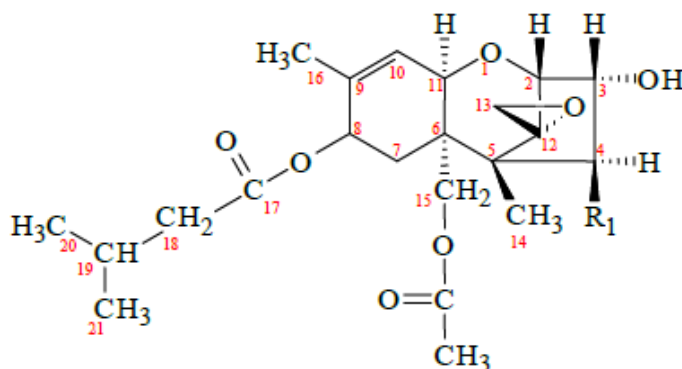


Fig 2. Estructura química de las toxinas T2/ HT-2. ([EFSA Journal 2011;9\(12\):2481](#))

La **toxina T-2** es el nombre abreviado para referirse a la (3 $\alpha$ ,4 $\beta$ ,8 $\alpha$ )-12,13-epoxitrichothec-9-ene-3,4,8,15-tetrol 4,15-diacetato 8-(3-metilbutirato) con un (CAS) o número de registro 21259-20-1 correspondiente a la fórmula molecular C<sub>24</sub>H<sub>34</sub>O<sub>9</sub> y su peso molecular es de 466,5 g/mol. La toxina T-2 se metaboliza fácilmente a la toxina HT-2 (y otras sustancias) por varios animales, pero también puede ser metabolizados por plantas y hongos.

La **toxina HT-2** es el nombre abreviado para referirse a la (3 $\alpha$ ,4 $\beta$ ,8 $\alpha$ )-12,13-epoxytrichothec-9-ene-3,4,8,15-tetrol 15-acetato 8-(3-metilbutirato) (CAS número de registro 26934-87-2). La estructura de la toxina HT-2 difiere de la toxina T-2 sólo en el grupo funcional en la posición C4. La fórmula molecular de la toxina HT-2 es C<sub>22</sub>H<sub>32</sub>O<sub>8</sub> con un peso de 424,5 g/mol.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) evaluó la toxina T-2 y concluyó que "**hay pruebas limitadas** en animales de experimentación de su carcinogenicidad ". Por lo tanto, la toxina T-2 no se clasificó en cuanto a su carcinogenicidad en humanos (IARC, 1993). La evaluación general fue que las toxinas derivadas de *Fusarium sporotrichioides* no son clasificables respecto de su carcinogenicidad en seres humanos (**Grupo 3**) (IARC, 1993).

### ¿Se puede evitar la presencia de estas toxinas?

Sí, la presencia de estas sustancias se puede reducir considerablemente por la aplicación de procesos postcosecha en los cereales. En general, los siguientes efectos de diversos procesos, comunes en la industria de alimentos y piensos, provocan una reducción de las toxinas T-2 y HT-2: limpieza, clasificación y tamizado, y en particular descascarillado.



Las toxinas T-2 y HT-2 no se destruyen durante la molienda contrariamente a lo que pudiera esperarse, sino que se redistribuyen de manera desigual entre las distintas fracciones resultantes. Esto ocurre porque las toxinas están unidas en su mayoría a la cascarilla exterior del grano, y por ello la molienda lo que resulta es en concentraciones más altas en fracciones de salvado y germen que en toda la harina de la comida. Por este motivo hay que prestar especial atención en el proceso de descascarillado ya que puede dar lugar a subproductos para la industria de piensos en la que se acumulan significativamente

toxinas T-2 y HT-2.

(Imagen procedente de <https://pxhere.com>)

Durante el horneado y cocinado –dado que las toxinas T-2 y HT-2 son compuestos relativamente estables- se espera alguna degradación, pero hasta ahora los estudios realizados no arrojan datos concluyentes.

El malteado conduce a la reducción de los niveles de toxina T-2 y toxina HT-2. Como resultado, las concentraciones de toxina T-2 y HT-2 son sustancialmente más bajas en la malta que en la cebada original, aunque la proporción varía considerablemente.

En general, el procesamiento reduce sustancialmente el T-2 y las concentraciones de toxina HT-2 en productos para consumo humano, pero pueden aumentar los niveles en productos de alimentación



animal por concentración. Esto puede dar lugar a mayores concentraciones de toxinas T-2 y HT-2 en estos productos que en los cereales de partida.

Entre los efectos tóxicos de estas sustancias a pequeña escala testados en el laboratorio, muestran efectos dérmicos reversibles incluyendo: irritación, pérdida de sensibilidad y descamación de la piel. Estos efectos se han observado en cultivos de laboratorio que contienen toxinas T-2 en una concentración de 200 mg/L.

Durante la guerra (1931-1947) en la antigua Unión Soviética se dieron casos de enfermedad producida por la exposición a estas toxinas por la ingestión de pan de maíz contaminado con los hongos productores de estas toxinas. La enfermedad letal se desarrolló en tres etapas. En primer lugar, hiperemia de la mucosa oral, debilidad, fiebre, náuseas y vómitos. En algunos casos cursó con esofagitis aguda, gastritis y gastroenteritis. En la siguiente etapa se observó leucopenia, granulopenia y linfocitosis progresiva. En los casos en que se daba una tercera etapa iba acompañada por diátesis hemorrágica grave, faringitis y laringitis necrótica, disminución del recuento de leucocitos, disminución de la disminución plaquetaria y anemia. En casos muy graves anoxia y hasta un 50 % de casos mortales por cierre de la laringe del paciente.

## Evaluación del riesgo

En 2011, el Panel CONTAM de EFSA adoptó la [Opinión científica sobre los riesgos para la salud animal y pública relacionados con la presencia de toxina T-2 y HT-2 en alimentos y piensos](#).

EFSA estimó en opinión que en vista del rápido metabolismo de la toxina T-2 a la toxina HT-2 establece una Ingesta Diaria Tolerable (TDI) para la suma de ambas T-2 y HT-2. Para llegar a esta TDI se aplicó un factor de incertidumbre de 100 al BMDL<sub>05</sub>, que ha llevado a establecer una TDI de 0,01 µg/kg peso corporal para la suma de toxinas T-2 y HT-2.

Como resultado de esta opinión, las estimaciones de la exposición dietética crónica para poblaciones de todos los grupos de edad para la suma de T-2 y HT-2 basadas en los datos de presencia disponibles están por debajo de este TDI de 100 ng/kg p.c., por lo que EFSA concluyó que no hay ningún problema de salud.

En 2017, EFSA adoptó un [dictamen científico](#) sobre la conveniencia de establecer un valor de referencia basado en la salud del grupo para las toxinas T-2 y HT-2 y sus formas modificadas. Para ello, indica una dosis de referencia aguda de grupo (ARfD) de 0,3 µg/kg para la suma de la toxina T-2 y HT-2 y sus formas modificadas, y se establece una nueva TDI de grupo por la suma de la toxina T-2 y HT-2 y sus formas modificadas de 0,02 µg/kg p.c. en sustitución de la anterior IDT de 0,01 µg/kg p.c.

También en 2017, la Autoridad publicó un [informe científico sobre la exposición alimentaria](#) humana y animal a las toxinas T-2 y HT-2. Las estimaciones de la exposición dietética aguda no indicaron una superación de la ARfD. Sin embargo, ciertos escenarios de exposición crónica indicaron una exposición a la toxina T-2 y HT-2 que excedía la ingesta diaria tolerable para ciertos grupos de población.

## Gestión del riesgo

La Comisión, teniendo en cuenta las conclusiones del dictamen científico de EFSA del 2011, así como la amplia variación en la presencia de las toxinas T-2 y HT-2 interanual, estimó que era conveniente hacer una toma de datos más pormenorizados sobre la presencia de estas toxinas en los cereales y los



productos a base de cereales, así como más información sobre los efectos de la transformación de los alimentos (es decir, la cocción, etc.)

Además, la Comisión entendía que era preciso obtener más información sobre los diferentes factores que conducen a niveles relativamente elevados de toxinas T2 y HT-2 en los cereales y los productos a base de cereales con el fin de poder determinar las medidas de gestión del riesgo que debían tomarse para evitar o reducir la presencia de estas toxinas en los productos citados. Para ello, se publicó la [Recomendación 2013/165/UE, de 27 de marzo de 2013](#), sobre la presencia de las toxinas T-2 y HT-2 en los cereales y los productos a base de cereales

Con el fin de facilitar una orientación sobre los casos en los que sería conveniente llevar a cabo dichas investigaciones para obtener más información, se establecieron unos valores indicativos por encima de los cuales tales investigaciones serían necesarias. El compromiso de esta Recomendación fue llevar a cabo una investigación de los valores recogidos en el año 2015 para poder tomar medidas de gestión del riesgo.

El marco legislativo sobre límites máximos en contaminantes 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.

Dada la complejidad de las variaciones de la presencia de estas toxinas anual e interanual provocada por los cambios en las condiciones climáticas, ha resultado complejo establecer límites máximos para T2 y HT2 y los debates se han prolongado durante años.

Actualmente se ha publicado el [Reglamento \(UE\) 2024/1038 de la Comisión, de 9 de abril de 2024](#), por el que se modifica el Reglamento (UE) 2023/915 en lo que respecta a los límites máximos de las toxinas T-2 y HT-2 en los alimentos, con el fin de garantizar un elevado nivel de protección de la salud pública, teniendo en cuenta los datos de presencia más recientes.

El Reglamento indica que dado que la presencia de las toxinas T-2 y HT-2 alcanza su nivel máximo en los granos de avena, es importante que se realicen esfuerzos adicionales para reducir aún más la presencia de dichas toxinas en ellos y que se informe a la Comisión de los avances logrados y de los nuevos datos de presencia a fin de reducir el límite máximo en los granos de avena y los productos a base de granos de avena en el futuro.

#### Otra información de interés:

[Legislación sobre micotoxinas](#)

[Comisión Europea-Fusarium Toxins](#)