



## Contaminantes de proceso derivados del glicerol: monocloropropanodiol (MCPD) y ésteres de ácidos grasos de MCPD y de glicidol

### Introducción

El monocloropropanodiol (MCPD), sus ésteres de ácidos grasos y los de glicidol (ésteres glicidílicos) son contaminantes de proceso derivados del glicerol. Se forman durante el procesado de los alimentos, por transformación del glicerol o de las sustancias que contienen glicerol en su estructura molecular y que forman parte de la composición natural de estos alimentos.

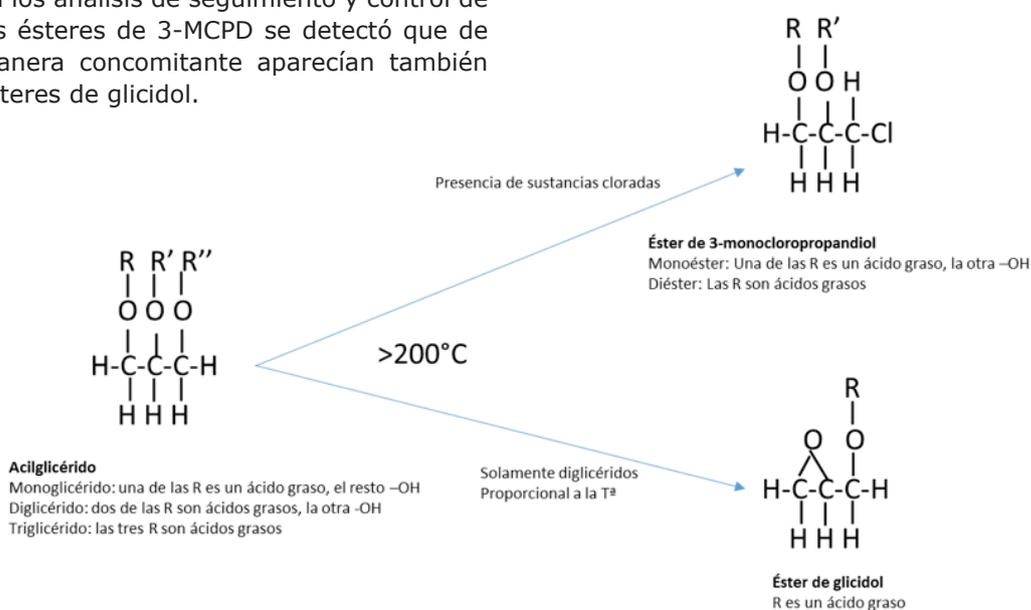
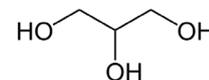
Al final de la década de 1990, el 3-monocloropropanodiol (3-MCPD) libre se encontró en proteínas vegetales hidrolizadas obtenidas por hidrólisis ácida, especialmente en la salsa de soja.

En el 2007 se encontraron por primera vez ésteres de ácidos grasos de 3-MCPD en aceites y grasas vegetales refinados. En los análisis de seguimiento y control de los ésteres de 3-MCPD se detectó que de manera concomitante aparecían también ésteres de glicidol.

## Proceso de síntesis y presencia en los alimentos

El monocloropropanodiol libre (3-MCPD y 2-MCPD) tiene una presencia muy marcada en las proteínas vegetales hidrolizadas obtenidas por hidrólisis ácida; es el caso, por ejemplo, de la salsa de soja, aunque también se puede encontrar en otros alimentos, como el pan, especialmente en su corteza.

En aceites y grasas refinadas se encuentran ésteres de monocloropropanodiol y de glicidol, que nunca se encuentran en los aceites y grasas crudos. En estos alimentos, los ésteres de 3-MCPD y los ésteres de glicidol se forman por la transformación de los acilglicéridos –moléculas formadas a partir de ácidos grasos y glicerol, que son los componentes mayoritarios de aceites y grasas– cuando son sometidos a altas temperaturas (> 200 °C) durante el proceso de refinado, en concreto en la fase de desodorización.





Los ésteres de ácidos grasos de MCPD (3-MCPD y 2-MCPD) se forman durante el proceso de refinación a partir de cualquier acilglicérido, en presencia de sustancias cloradas y a altas temperaturas. Pueden tener una o dos cadenas de ácidos grasos. Una vez ingeridos, se metabolizan en ácidos grasos y 3-MCPD libre y este último es el responsable de sus efectos toxicológicos.

Los ésteres de ácidos grasos de glicidol sólo se forman a partir de diglicéridos, a altas temperaturas, y no les hace falta la presencia de sustancias cloradas. Una vez ingeridos, se metabolizan en un ácido graso y glicidol y este último es el responsable de sus efectos toxicológicos.

El MCPD y sus ésteres están presentes en muchos alimentos, pero su contenido más elevado y significativo se da en alimentos del grupo de grasas y aceites vegetales, donde también se encuentran los ésteres glicídicos. La concentración de ésteres de 3-MCPD varía en los aceites refinados dependiendo de la especie vegetal originaria. Así, en los diferentes aceites refinados aumenta la presencia de manera incremental en el siguiente orden: colza < soja < girasol < cártamo < nuez < palma. Esta variación está relacionada con la proporción de monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos y con el tipo de ácidos grasos de cada uno de estos aceites, ya que determinan el rendimiento de la reacción de síntesis.

### Efectos sobre la salud

Los ésteres de MCPD y de glicidol se pueden tratar de forma conjunta cuando se trata de evitar su formación, dado que, genéricamente, provienen del mismo tipo de moléculas, están presentes en los mismos alimentos y su síntesis se produce en condiciones similares. Pero desde el punto de vista toxicológico se tienen que tratar separadamente ya que las moléculas de las cuales deriva su toxicidad son totalmente diferentes; los efectos toxicológicos del MCPD -

fundamentalmente del 3-MCPD-, por un , y los del glicidol, por otro, también son completamente diferentes.

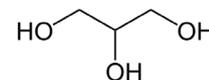
El 3-MCPD tiene efectos nefrotóxicos y sobre la fertilidad masculina, y también se ha detectado una cierta actividad carcinógena en ratas en dosis muy elevadas. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) lo ha clasificado como posible carcinógeno en humanos (2B).

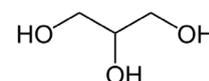
No se tiene información suficiente sobre los efectos toxicológicos del 2-MCPD.

El glicidol tiene efectos tóxicos en diferentes ámbitos, pero los más relevantes son los inmunotóxicos y los neurotóxicos. Asimismo, presenta evidencias claras de actividad carcinógena y genotóxica. El IARC lo ha clasificado como probable carcinógeno en humanos (2A).

### Valores de seguridad

Los valores de seguridad del 3-MCPD han ido cambiando a medida que se tenía más información. En mayo de 2001 el Comité Científico para la Alimentación Humana estableció una ingesta diaria tolerable (TDI) de 2 µg/kg/día. Este valor se vio ratificado cuando el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA) estableció para el 3-MCPD libre una ingesta diaria tolerable máxima provisional (PMTDI) también de 2 µg/kg/día. En su evaluación de 2016, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) estableció para el 3-MCPD una nueva TDI de 0,8 µg/kg/día. El mismo año, el JEFCA también hizo una evaluación del riesgo y fijó una nueva PMTDI de 4 µg/kg/día para el total de 3-MCPD (libre y ésteres). Viendo esta divergencia, en 2017 el EFSA hizo un estudio comparativo de los datos seleccionados, las referencias escogidas y los tratamientos estadísticos utilizados y publicó una actualización de la evaluación del 3-MCPD en la que fija una nueva TDI de 2 µg/kg/día para el 3-MCPD y sus ésteres.





Con respecto al 2-MCPD, actualmente todavía no hay suficiente información y, por lo tanto, no se ha podido establecer ningún valor de seguridad; en consecuencia, no se puede hacer ninguna evaluación del riesgo asociado a su exposición. Sin embargo, la estructura química y la distribución de la densidad eléctrica de su molécula hacen sospechar que tendrá efectos similares al 3-MCPD.

Para el glicidol no se habían establecido valores de referencia hasta que fue evaluado de manera específica por el EFSA y el JEFCA en 2016. El EFSA calculó el margen de exposición (MoE) sobre un valor de referencia de 10,2 mg/kg/día, el T25 para efectos neoplásicos en rata, mientras que el JEFCA escogió, para el cálculo del MoE, la referencia de 2,4 mg/kg/día, el BDML10 para mesoteliomas en la túnica vaginal de ratas macho.

### Evaluaciones del riesgo y valores legales en alimentos

En el marco de la Directiva 93/5/CEE, en 2004 finalizó una recogida de datos a partir de los que se concluyó que las principales fuentes de 3-MCPD a través de la ingesta eran la salsa de soja y los productos elaborados con soja, por su alto contenido; y, en algunos países, el pan y los fideos, por su alto consumo. Según estos datos, el Reglamento (CE) 1881/2006 estableció el contenido máximo de 3-MCPD (20 µg/kg) para la salsa de soja y para la proteína vegetal hidrolizada.

A partir de los datos recogidos por los estados miembros de la Unión Europea desde 2009, el año 2013 el EFSA publicó una primera opinión científica sobre la presencia de ésteres de 3-MCPD en alimentos y una evaluación preliminar de su ingesta, en la que quedó patente que la presencia de 3-MCPD en los alimentos está asociada mayoritariamente a monoésteres o diésteres de ácidos grasos de 3-MCPD. El grupo de alimentos en el que su presencia era más destacable corresponde al de grasas y aceites y los principales contribuyentes a la ingesta de 3-MCPD eran los subgrupos de margarinas y similares y grasas y aceites vegetales.

Según la opinión del EFSA, con la Recomendación 2014/661/UE la Comisión Europea instaba los estados miembros, con la colaboración de los operadores económicos, a controlar el contenido de 2-MCPD y 3-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos en una serie de alimentos y a enviar todos los datos recopilados al EFSA.

A partir de los datos recopilados y con la información disponible, en marzo de 2016, el Panel del EFSA sobre Contaminantes en la Cadena Alimenticia (CONTAM) publicó la evaluación del riesgo por la presencia en alimentos de 2-MCPD, 3-MCPD, de sus ésteres de ácidos grasos y de los ésteres glicidílicos. En este documento se explicaban los mecanismos de síntesis y se confirmaba la hipótesis que los ésteres se absorben y se descomponen completamente en ácidos grasos y en 2-MCPD, 3-MCPD y glicidol (según el caso). Como ya se ha mencionado, con los datos toxicológicos disponibles, se estableció una nueva TDI para el 3-MCPD (0,8 µg/kg/día) y para el glicidol (10 mg/kg/día, T25); pero en el caso del 2-MCPD los datos no fueron suficientes para establecer ninguna referencia de seguridad.

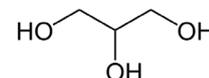
Con estas referencias, la exposición alimenticia al 3-MCPD supone un riesgo para todos los grupos de población, pero tiene una incidencia especial en los grupos de menos edad. En el caso del glicidol, a pesar de la gran incertidumbre asociada a la referencia escogida, el MoE resultante no permite descartar completamente que no haya ningún riesgo para los consumidores. Consecuentemente, CONTAM recomendó implementar medidas de mitigación en todos los grupos de alimentos implicados.

En noviembre de 2016 el JEFCA evaluó el riesgo de los ésteres glicidílicos y consideró que los límites bajos del MoE para bebés, niños y adultos indicaban un cierto riesgo para estos grupos de población. En el caso del 3-MCPD, concluyó que la exposición de la población en general no superaba el PMTDI de 4 µg/kg/día que se había establecido en esa misma evaluación. No obstante, en algunos países la exposición en bebés alimentados con fórmulas infantiles superaba 2,5 veces ese PMTDI.



CONTAM publicó a finales de 2017 una actualización de la evaluación del riesgo para el 3-MCPD y sus ésteres de ácidos grasos en la que fijó una nueva TDI de 2 µg/kg/día, que sólo es superada ligeramente por la exposición en consumidores extremos de los grupos de menor edad, en particular aquellos que sólo son alimentados con fórmulas infantiles. En esta actualización, pues, se descarta el riesgo por exposición alimenticia al 3-MCPD para la mayoría de la población y se minimiza de manera clara en los grupos de población más joven.

Como consecuencia de las evaluaciones, la Comisión publicó el Reglamento 2018/290, que ya está en vigor y que modifica la sección 4 del anexo de 1881/2006 y que añade, a los límites máximos de 3-MCPD en salsas de soja, contenidos máximos para los ésteres glicídicos en aceites y grasas vegetales y preparados para lactantes:



	Producto alimentario	Contenido máximo (µg/kg)
4.2	Ésteres glicídicos de ácidos grasos expresados como glicidol	
4.2.1	Aceites y grasas vegetales introducidas en el mercado para el consumidor final o para uso como ingrediente en alimentos, excepto los alimentos mencionados en el punto 4.2.2	1000
4.2.2	Aceites y grasas vegetales destinadas a la producción de alimentos infantiles y alimentos para lactantes y bebés elaborados con cereales	500
4.2.3	Preparados para lactantes, preparados de continuación y alimentos para usos médicos especiales destinados a lactantes y bebés (en polvo)	75, hasta el 30/6/2019. 50, a partir del 1/7/2019
4.2.4	Preparados para lactantes, preparados de continuación y alimentos para usos médicos especiales destinados a lactantes y bebés (en líquido)	10, hasta el 30/6/2019. 6, a partir del 1/7/2019

### Situación en Cataluña

La Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria ha llevado a cabo un estudio sobre la exposición alimenticia de la ciudadanía catalana al 2-MCPD y al 3-MCPD, a sus ésteres de ácidos grasos y a los ésteres glicídicos de los ácidos grasos. El estudio, que se publicará durante 2018, se ha realizado con muestras recogidas entre 2015 y 2016 y analizadas en 2017. Los resultados preliminares muestran una exposición similar a la de las últimas evaluaciones del JEFCA y del EFSA.

### Mitigación

La gestión de los contaminantes en alimentación se basa en el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable); es decir, hay que minimizar su presencia hasta donde sea técnicamente razonable. En este sentido, la Federación Alemana de Derecho Alimenticio y Ciencia de los Alimentos (BLL) publicó en 2016 un recopilatorio de estrategias para reducir la presencia de ésteres de 3-MCPD y glicidol en los alimentos. Asimismo, la FAO y la OMS están trabajando, con el mismo objetivo, en un Código de prácticas para los aceites refinados y los productos de aceites refinados, especialmente los que se utilizan en los preparados para lactantes.



## MÁS INFORMACIÓN

- [Opinion of the Scientific Committee on Food on 3-monochloropropane-1, 2-diol \(3-MCPD\)](#). Adopted on 30 May 2001.
- [Analysis of occurrence of 3-monochloropropane-1, 2-diol \(3-MCPD\) in food in Europe in the years 2009-2011 and preliminary exposure assessment](#). European Food Safety Authority. EFSA Journal. 2013; 11(9): 3381.
- [Scientific opinion on risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol \(MCPD\), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food](#). Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). European Food Safety Authority. EFSA Journal. 2016; 14(5): 4426.
- [Summary and conclusions. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Eighty-third Meeting](#). Rome, 2016 Nov 8-17; Issued 2016 Nov 23.
- [Evaluation of certain contaminants in food: eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives](#). WHO Technical Report Series; 1002. World Health.
- [Update of the risk assessment on 3-monochloropropane diol and its fatty acid esters](#). European Food Safety Authority. EFSA Journal. 2018; 16(1): 5083.
- [3-MCPD, glicidol y sus ésteres](#). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.
- [Toolbox for the Mitigation of 3-MCPD Esters and Glycidyl Esters in Food](#). Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde (BLL). German Federation for Food Law and Food Science. FoodDrink Europe. 2016 Feb.

