

**CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA REDUCIR LOS ÉSTERES DE 3-MONOCLOROPROPANO-1,2-DIOL (3-MCPDE) Y LOS ÉSTERES GLICIDÍLICOS (GE) EN LOS ACEITES REFINADOS Y EN LOS PRODUCTOS DE ACEITES REFINADOS**

**CXC 79-2019**

**Adoptado en 2019.**

## INTRODUCCIÓN

1. Los aceites comestibles, que incluyen los aceites vegetales y los aceites de pescado, se producen a partir de diversas materias primas como frutas, semillas, frutos secos y pescado, entre otras. El refinado de los aceites vegetales comestibles (a temperaturas de aprox. 200 °C o superiores) puede producir ésteres de 3-monocloropropano-1,2-diol (MCPD) (3-MCPDE) y ésteres glicidílicos (GE).
2. La exposición a los 3-MCPDE y GE se puede producir a través del consumo de aceites refinados y productos alimenticios que contienen dichos aceites, por ejemplo preparados para lactantes, suplementos dietéticos, productos de patata frita y productos de panadería fina.
3. Los estudios toxicológicos revelan que los 3-MCPDE y el 3-MCPD tienen efectos sobre los riñones y los órganos reproductores masculinos y que se trata de carcinógenos no genotóxicos. El GE y el glicidol son carcinógenos genotóxicos.<sup>1</sup>
4. Durante la 83.<sup>a</sup> reunión del JECFA se evaluó el 3-MCPD, los 3-MCPDE, los GE y el glicidol y se recomendó que se hiciera lo posible para reducir los 3-MCPDE y el 3-MCPD en los preparados para lactantes y que se continuaran medidas para reducir los GE y el glicidol en grasas y aceites, especialmente los empleados en los preparados para lactantes.
5. Los distintos tipos de aceites no refinados tienen distintas capacidades para formar 3-MCPDE y GE durante la desodorización (parte del proceso de refinado).
6. Las condiciones de procesamiento durante el refinado ejercen un efecto importante sobre la formación de 3-MCPDE y GE para todos los tipos de aceites. La mayor parte de aceites no refinados no contienen niveles detectables de 3-MCPDE ni GE.
7. En el caso de los aceites vegetales, los factores que contribuyen a la capacidad de formar 3-MCPDE y GE durante el refinado son, entre otros, el clima, las condiciones de las plantas o árboles de origen en cuanto a suelo y crecimiento, su genotipo y las técnicas de cosecha. Todos estos factores afectan a los niveles de precursores de 3-MCPDE y GE (p. ej. acilglicerol o compuestos que contienen cloro).
8. Los 3-MCPDE se forman principalmente a partir de la reacción entre compuestos que contienen cloro y acilglicerol como los triacilglicerol (TAG), diacilglicerol (DAG) y monoacilglicerol (MAG). Los GE se forman principalmente a partir de DAG o MAG.
9. Por su parte, determinados compuestos clorados son precursores para la formación de 3-MCPDE. Las plantas o árboles que producen aceite absorben iones de cloro (en forma de compuestos clorados) durante su crecimiento tanto del suelo (incluyendo fertilizantes y pesticidas) como del agua, y dichos iones de cloro se convierten en compuestos clorados reactivos que provocan la formación de 3-MCPDE durante el refinado del aceite.
10. Las semillas y los frutos oleaginosos contienen la enzima lipasa, cuya actividad aumenta con la maduración de la fruta, mientras que la actividad de la lipasa en las semillas permanece estable. La lipasa interactúa con el aceite de las frutas maduras y degrada con rapidez los TAG convirtiéndolos en ácidos grasos libres (AGL), DAG y MAG, mientras que el efecto de la lipasa en las semillas almacenadas adecuadamente es insignificante.
11. La formación de GE comienza a aprox. 200 °C y se incrementa exponencialmente con la subida de la temperatura. Si los DAG superan el 3-4 % de los lípidos totales, se incrementa el potencial de formación de GE. La formación de 3-MCPDE se produce a temperaturas de solo 160-200 °C y no se incrementa con la subida de la temperatura.
12. Los 3-MCPDE y GE se forman a través de mecanismos diferentes, por lo que se requieren estrategias de atenuación distintas para controlar su formación. Habida cuenta de la diferencia de los mecanismos de formación, por lo general no suele haber ninguna relación entre los niveles de 3-MCPDE y GE en las muestras individuales de aceite.
13. Los GE resultan normalmente más sencillos de mitigar que los 3-MCPDE, ya que su formación está directamente relacionada con temperaturas altas (iniciándose aproximadamente a 200 °C y cobrando intensidad a temperaturas de >230 °C). Los GE se forman principalmente a partir de DAG y no requieren la presencia de compuestos clorados. Los aceites se pueden desodorizar a temperaturas inferiores a 230 °C para evitar una formación significativa de GE. No obstante, no resulta conveniente rebajar las temperaturas de desodorización por debajo del límite que derivaría en la formación de 3-MCPDE (160-200 °C), puesto que podrían verse comprometidas la calidad y la seguridad del aceite.

---

<sup>1</sup> Después del consumo, el 3-MCPDE y el GE se descomponen en el cuerpo para formar 3-MCPD y glicidol, respectivamente.

14. Si bien es cierto que los 3-MCPDE y GE se producen principalmente durante la desodorización, es posible aplicar medidas de atenuación en toda la cadena de producción de los aceites comestibles, desde las prácticas agrícolas para obtener aceites vegetales (p. ej. cultivo, cosecha, transporte y almacenamiento de frutos y semillas) a la obtención y el refinado de los aceites (p. ej. producción y tratamiento del aceite crudo, desgomado/blanqueo y desodorización), pasando por las medidas posteriores al refinado (p. ej. blanqueo y desodorización adicionales y uso de tierra de blanqueo activada). En la medida de lo posible, es posible que lo más adecuado sea eliminar los precursores en las fases más tempranas del procesamiento para así reducir al mínimo la formación de 3-MCPDE y GE.
15. Existe un amplio abanico de métodos para atenuar los 3-MCPDE y GE, y los métodos aplicables empleados variarán en función de las distintas condiciones (entre las que se incluyen la procedencia del aceite, el proceso de refinado y el tipo de equipamiento usado). Por otra parte, es posible que sea necesario combinar varios métodos para reducir los 3-MCPDE y GE en los aceites. Los fabricantes deben seleccionar y aplicar las técnicas que se adecuen a sus propios procesos y productos.
16. En lo tocante a la atenuación de 3-MCPDE y GE, también es importante tener en cuenta la incidencia global sobre la calidad de los aceites refinados y los productos a base de aceites, incluyendo propiedades como el olor y el sabor, perfiles de AGL, factores de estabilidad, niveles de nutrientes y la eliminación de contaminantes como pesticidas y micotoxinas. Asimismo, también ha de tenerse en consideración el impacto medioambiental de las prácticas recomendadas de atenuación.
17. Pese a que la mayor parte de los trabajos de atenuación de 3-MCPDE y GE en aceites refinados se ha centrado en el aceite de palma, parte de la información y la experiencia adquiridas sobre la atenuación de 3-MCPDE y GE en el aceite de palma puede ser aplicable para atenuarlos también en otros aceites refinados. Por consiguiente, cuando se dispone de datos, este documento especifica cuándo el método de atenuación es específico para el aceite de palma y cuándo puede tener una aplicación más amplia y extenderse a otros aceites refinados, incluidos los aceites de pescado.

#### **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

18. Este Código de prácticas tiene como finalidad dar a las autoridades de los países, a los productores y fabricantes, así como a otros organismos pertinentes, orientación para prevenir y reducir la formación de 3-MCPDE y GE en aceites refinados o productos elaborados con estos aceites. Esta orientación comprende tres estrategias (cuando hay información disponible) para reducir la formación de 3-MCPDE y GE:
  - (i) Buenas prácticas agrícolas,
  - (ii) Buenas prácticas de fabricación, y
  - (iii) Selección y usos de los aceites refinados en productos alimenticios hechos de dichos aceites.

#### **PRÁCTICAS RECOMENDADAS SOBRE LA BASE DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) Y LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)**

19. La producción de aceites vegetales comestibles implica varios pasos importantes: el cultivo, la cosecha, el transporte y el almacenamiento de los frutos y las semillas para su ulterior procesado; la obtención del aceite de palma, donde se esteriliza el fruto y se extrae el aceite crudo; el machaqueo de las semillas oleaginosas, donde estas se limpian, se trituran y se tratan al vapor para extraer el aceite crudo y, por último, el refinado de los aceites crudos.
20. La producción de aceites de pescado comestibles implica varios pasos importantes: la captura del pescado, la cocción al vapor, la deshidratación o reducción de la humedad (que implica prensar el licor, separar el aceite y el agua y, opcionalmente, lavar con agua el aceite) y el refinado de los aceites crudos.
21. El refinado de aceites comestibles suele ser de dos tipos: químico o físico. El refinado químico consta del desgomado (la eliminación de fosfolípidos); la neutralización (adición de solución de hidróxido para eliminar los AGL mediante la formación de jabones); el blanqueo (con arcillas) para reducir los colores y eliminar los jabones y gomas restantes, las trazas de metales y productos de degradación; y la desodorización (un proceso de destilación mediante vapor que se lleva a cabo a baja presión, 1,5-6,0 mbar, y a altas temperaturas, 180-270 °C) con el fin de eliminar los AGL, colores y compuestos volátiles, incluidos ciertos contaminantes. El refinado físico incluye el desgomado, el blanqueo y la desodorización (que se produce a temperaturas más altas que el refinado químico), ya que carece de una fase de neutralización. Si bien son varios los factores que influyen a la hora de optar por el refinado físico, normalmente se realiza con aceites con niveles bajos de fosfolípidos.

#### **PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES VEGETALES**

22. Al plantar nuevos árboles, los agricultores deben considerar la elección de variedades de palma de aceite con actividad reducida de la lipasa en los frutos oleaginosos, si procede, ya que este es un factor que puede reducir la formación de AGL y precursores de acilglicerol.

23. Durante el cultivo de los árboles o plantas aceiteras, los agricultores deben minimizar el uso de sustancias como fertilizantes, pesticidas y agua con cantidades excesivas de compuestos que contienen cloro a fin de reducir la absorción de cloro por parte de los frutos y las semillas. Los fertilizantes de sulfatos no clorados pueden servir como alternativa a los fertilizantes que contienen cloro.
24. Los agricultores deben recoger los frutos de palma cuando se encuentren en su punto óptimo de maduración, minimizar la manipulación de los frutos para reducir las magulladuras y que no se formen AGL y evitar el uso de frutas demasiado maduras, que pueden asociarse a una mayor formación de 3-MCPDE y GE.
25. Los agricultores deben transportar los frutos de palma a las plantas de extracción lo antes posible.

## **OBTENCIÓN Y REFINADO DEL ACEITE**

### ***Producción y tratamiento de aceite crudo***

26. La industria alimentaria debe considerar almacenar las semillas oleaginosas para la molienda a temperaturas frías (p. ej. < 25 °C) y en condiciones secas (idealmente, con un contenido de humedad <7 %) para contribuir a garantizar unos niveles de lipasa bajos.
27. A la recepción de los frutos de palma en la planta, la industria alimentaria debe esterilizarlos de inmediato (preferentemente, en menos de dos días después de su recolección) a temperaturas de a 140 °C o inferiores para desactivar las lipasas (la temperatura varía en función del método de esterilización). (Se pueden lavar los frutos antes de su esterilización a fin de eliminar los precursores del cloro.) En el caso de las semillas oleaginosas, la industria alimentaria debe limpiarlas, triturarlas y calentarlas para desactivar las lipasas
28. La industria alimentaria debe tomar en consideración lavar el aceite vegetal crudo con agua sin cloro para eliminar los compuestos que contengan cloro.
29. La industria alimentaria no debe usar el aceite vegetal residual recuperado de los disolventes u otras extracciones, ya que suele presentar niveles más altos de precursores (compuestos que contienen cloro, DAG, etc.).
30. La industria alimentaria debe valorar los precursores en lotes de aceites de pescado o aceites vegetales crudos (por ejemplo, DAG, AGL, compuestos que contienen cloro) para adaptar los parámetros de refinado y las estrategias de atenuación adecuadas que se persiguen dependiendo del tipo de aceite vegetal o aceite de pescado que se va a procesar y de las condiciones de procesamiento.
31. El aceite de pescado o aceite vegetal crudo se debe refinar preferentemente con baja concentración de precursores, ya que puede producir aceites terminados con niveles más bajos de 3-MCPDE y GE.

### ***Desgomado***

32. La industria alimentaria debe emplear condiciones más suaves y menos ácidas (desgomado con una concentración reducida de ácido fosfórico, ácido cítrico u otros ácidos o desgomado con agua) para rebajar los 3-MCPDE en los aceites de pescado o los aceites vegetales. La concentración de ácido necesario depende de la calidad del aceite de pescado o aceite vegetal crudo. Es preciso eliminar la suficiente concentración de fosfolípidos y ácido si se quiere garantizar la calidad.
33. Rebajar la temperatura de desgomado puede contribuir a reducir la formación de precursores de 3-MCPDE en aceites vegetales; no obstante, la temperatura de desgomado dependerá de diversos factores, entre los que se incluye el tipo de aceite vegetal.

### ***Neutralización***

34. Recurrir al refinado químico (es decir, la neutralización) como alternativa al físico puede contribuir a eliminar precursores (cloruro, por ejemplo) y reducir los AGL, lo que puede permitir temperaturas de desodorización más bajas en los aceites vegetales o los aceites de pescado. Sin embargo, el refinado químico puede provocar una pérdida excesiva de aceite (especialmente en el caso del aceite de palma, por los mayores niveles de AGL) y acarrear un mayor impacto medioambiental que el refinado físico.

### ***Blanqueo***

35. La utilización de más cantidad de arcilla de blanqueo puede reducir la formación de 3-MCPDE y GE en todos los aceites vegetales y aceites de pescado. Sin embargo, se deben evitar las arcillas de blanqueo con cantidades importantes de compuestos que contengan cloro.
36. Usar más arcillas con pH neutro reduce la acidez y el potencial para formar 3-MCPDE en el aceite de palma, algunos aceites de semillas y el aceite de pescado.

### **Desodorización**

37. La industria alimentaria debe tomar en consideración efectuar la desodorización de los aceites vegetales y los aceites de pescado a temperaturas reducidas para disminuir la formación de GE. Por ejemplo, se ha sugerido llevar a cabo la desodorización a 190-230 °C para aceites vegetales o incluso a temperaturas por debajo de 190 °C para los aceites de pescado. La temperatura variará en función del tiempo de residencia del aceite. La industria alimentaria puede determinar las condiciones óptimas para sus procesos.
38. Como alternativa a la desodorización tradicional, la industria alimentaria puede realizar la desodorización doble de los aceites de pescado y aceites vegetales (desodorización en dos pasos) para rebajar la carga térmica del aceite y reducir la formación de GE, con una reducción menor en 3-MCPDE. Esto incluye tanto un período desodorización más corto a una temperatura más alta como un período de desodorización a una temperatura más baja. Es preciso valorar parámetros como la temperatura, la presión de vacío y el tiempo, así como las variaciones el diseño y la capacidad del equipamiento. Por otra parte, cabe la posibilidad de que haya que realizar un posprocesamiento adicional para reducir los niveles de GE.
39. El uso de un vacío más potente facilita la evaporación de compuestos volátiles por el mayor volumen de vapor y el índice de remoción, lo que contribuye a rebajar las temperaturas de desodorización y la formación de GE, y en menor medida de 3-MCPDE, en los aceites vegetales y los aceites de pescado.
40. Se ha demostrado que la destilación de vía corta<sup>2</sup> (en lugar de desodorización) rebaja la carga térmica y la formación de ésteres en el aceite de pescado, lo que conlleva cantidades más bajas de 3-MCPDE y GE si se compara con la desodorización convencional. Sin embargo, se necesita un posprocesamiento adicional con una desodorización suave para hacer frente a las consideraciones organolépticas.

### **TRATAMIENTO POSTERIOR AL REFINADO**

41. Las siguientes prácticas recomendadas se pueden aplicar para reducir los niveles de 3-MCPDE y GE en los aceites refinados. Estas prácticas pueden ser las más adecuadas para aceites con niveles de 3-MCPDE y GE que estén por encima de lo deseado para su uso previsto.
42. Se ha demostrado que el blanqueo y la desodorización adicionales tras el blanqueo y la desodorización iniciales permiten lograr niveles más bajos de GE en el aceite de palma refinado. (La temperatura de la segunda desodorización debe ser inferior a la de la primera).
43. La aplicación de tierra de blanqueo activada tras el refinado ha demostrado reducir los GE en aceites vegetales refinados.
44. El uso de la destilación de vía corta (presión: <1 mbar y temperatura: 120 a 270 °C) aceite vegetal blanqueado y desodorizado puede rebajar los componentes de acilglicerol y los niveles de 3-MCPDE y GE.
45. El tratamiento del aceite refinado de TCM (triglicéridos de cadena media) con ácidos grasos y un contraión —como por ejemplo metal alcalino— junto a una o más bases convierte los 3-MCPDE en MAG, DAG y TAG, y los GE en DAG.

### **SELECCIÓN Y USOS DE LOS ACEITES REFINADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS CON DICHOS ACEITES**

#### **Selección de aceites**

46. Seleccionar aceites de pescado y aceites vegetales refinados con niveles bajos de 3-MCPDE y GE (ya sea por su menor contenido natural o por la aplicación de medidas de atenuación) tiene como consecuencia niveles también más bajos de 3-MCPDE y GE en los productos terminados que contienen estos aceites. Por ejemplo, se ha observado una variación en los niveles de 3-MCPDE y GE en los preparados para lactantes que puede deberse al uso de aceites con diferentes niveles de 3-MCPDE y GE; por tanto, la selección de aceites bajos en 3-MCPDE y GE puede dar como resultado preparados para lactantes con niveles más bajos de 3-MCPDE y GE. Sin embargo, es posible que los fabricantes también tengan que considerar la calidad o factores derivados de la composición. Por ejemplo, en el caso de los preparados para lactantes, los fabricantes seleccionan los aceites refinados para garantizar que cumplan los criterios de composición, como pueden ser los criterios nacionales o los establecidos en la *Norma para preparados para lactantes y preparados para usos medicinales especiales destinados a los lactantes* (CXS 72-1981).

---

<sup>2</sup> La destilación de vía corta permite eliminar suavemente los compuestos volátiles a temperaturas relativamente bajas. Esto se consigue reduciendo la presión, de forma que se baja el punto de ebullición del compuesto a separar y se incrementa la eficiencia gracias a la distancia corta entre el evaporador y la superficie del condensador.

**Modificaciones del procesamiento**

47. Se prevé que la reducción de la cantidad de aceites de pescado y vegetales refinados usados en los productos terminados sea una alternativa a la reducción de los niveles de 3-MCPDE y GE en dichos productos. Eso sí, esto podría afectar a las cualidades organolépticas o nutricionales de los productos terminados.
48. La utilización de los aceites vegetales refinados en sí durante la fritura no contribuye a la formación de 3-MCPDE y GE adicionales, sino que la formación de 3-MCPDE adicionales se puede deber al tipo de alimentos que se fríen (p. ej. productos cárnicos y productos pesqueros).

**MEDIDAS POTENCIALES DE ATENUACIÓN PARA REDUCIR LOS 3-MCPDE Y LOS GE**

**Las medidas de reducción debatidas no se indican por orden de importancia. Se recomienda que las medidas de reducción se comprueben a fin de identificar las mejores para su propio producto.**

Fase de producción	Medidas de atenuación
<b>PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES VEGETALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar variedades de palma con una actividad reducida de la lipasa, si procede.</li> <li>• Reducir al mínimo posible el uso de sustancias como fertilizantes, pesticidas y agua de riego con un exceso de compuestos que contengan cloro durante el cultivo de la planta/el árbol aceitero.</li> <li>• Recoger los frutos de palma cuando se encuentren en su punto óptimo de maduración. Minimizar la manipulación del fruto. Evitar el uso de fruta demasiado madura.</li> <li>• Transportar los frutos de palma a las plantas de extracción lo antes posible.</li> </ul>
<b>OBTENCIÓN Y REFINADO DEL ACEITE</b>	<p><b>Producción de aceite crudo y tratamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar las semillas oleaginosas a temperaturas frías y en condiciones secas.</li> <li>• Esterilizar el fruto de palma a temperaturas de 140 °C o inferiores. Limpiar, secar y calentar las semillas oleaginosas para desactivar las lipasas.</li> <li>• Lavar el aceite vegetal crudo con agua sin cloro.</li> <li>• Evitar usar el aceite vegetal residual recuperado de los disolventes u otras extracciones.</li> <li>• Valorar los precursores (por ejemplo, DAG, AGL y compuestos que contienen cloro) en lotes de aceites de pescado o aceites vegetales crudos para adaptar los parámetros de refinado.</li> <li>• Preferentemente, refinar el aceite de pescado o aceite vegetal crudo con una baja concentración de precursores.</li> </ul> <p><b>Desgomado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben emplear condiciones más suaves y menos ácidas (p. ej. desgomado con una concentración reducida de ácido o desgomado con agua) en los aceites de pescado o los aceites vegetales.</li> <li>• Bajar la temperatura de desgomado en los aceites vegetales.</li> </ul> <p><b>Neutralización</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar el refinado químico (p. ej. neutralización) como alternativa al refinado físico en los aceites vegetales y los aceites de pescado.</li> </ul> <p><b>Blanqueo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar más cantidad de arcilla de blanqueo en aceites de pescado y aceites vegetales.</li> <li>• Usar más arcillas con pH neutro para reducir la acidez en los aceites de palma, algunos aceites de semillas y aceites de pescado.</li> </ul>

## MEDIDAS POTENCIALES DE ATENUACIÓN PARA REDUCIR LOS 3-MCPDE Y GE

Las medidas de reducción debatidas no se indican por orden de importancia.

Se recomienda que las medidas de reducción se comprueben a fin de identificar las mejores para su propio producto.

Fase de producción	Medidas de atenuación
<b>OBTENCIÓN Y REFINADO DEL ACEITE</b>	<p><b>Desodorización</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar la desodorización de los aceites vegetales o los aceites de pescado a temperaturas reducidas. Las temperaturas variarán en función del tiempo de residencia del aceite.</li> <li>• Realizar una desodorización doble de los aceites vegetales y los aceites de pescado (desodorización en dos pasos) como alternativa a la desodorización tradicional.</li> <li>• Uso de un vacío más potente para facilitar la evaporación de compuestos volátiles y para contribuir a rebajar las temperaturas de desodorización en los aceites vegetales y los aceites de pescado.</li> <li>• Usar la destilación de vía corta (en lugar de la desodorización) para rebajar la carga térmica del aceite de pescado.</li> </ul>
<b>TRATAMIENTO POSTERIOR AL REFINADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar a cabo el blanqueo y la desodorización adicionales tras el blanqueo y la desodorización iniciales del aceite de palma refinado.</li> <li>• Aplicar arcilla de blanqueo activada a los aceites vegetales refinados.</li> <li>• Usar la destilación de vía corta en aceites vegetales blanqueados y desodorizados.</li> <li>• Tratar el aceite refinado de TCM (triglicéridos de cadena media) con ácidos grasos y un contraión catión —como por ejemplo metal alcalino— junto a una o más bases para convertir los 3-MCPDE en MAG, DAG y TAG, y los GE en DAG.</li> </ul>
<b>SELECCIÓN Y USOS DE LOS ACEITES REFINADOS</b>	<p><b>SELECCIÓN DE ACEITES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar aceites de pescado o aceites vegetales refinados con niveles más bajos de 3-MCPDE y GE.</li> </ul> <p><b>MODIFICACIONES DEL PROCESO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la cantidad de aceites de pescado o aceites vegetales refinados en los productos acabados.</li> </ul>