

A microscopic view of oil droplets of various sizes, from small yellow spheres to large, irregular orange-brown shapes, all containing smaller internal droplets. The background is a light, slightly textured white.

Compuestos contaminantes en aceites vegetales (2- y 3-MCPD y EG): formación, importancia y recomendaciones de mitigación

Compuestos contaminantes en aceites vegetales (2- y 3-MCPD y EG): formación, importancia y recomendaciones de mitigación

Publicación de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma,
con el apoyo del Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma

Director General de Cenipalma

Alexandre Patrick Cooman

Programa de Procesamiento, Unidad de Investigación e Innovación Tecnológica

Jesús Alberto García Núñez

Darlis Adriana Varón

Alexis González Díaz

Kennyher Caballero Blanco

Proyecto Especial de Salud y Nutrición Humana

Alexandra Mondragón Serna

María Andrea Baena Santa

Coordinación Editorial

Yolanda Moreno Muñoz

Esteban Mantilla

Fotografía

Archivo Fedepalma

Diseño y diagramación

Ximena Díaz Ortiz

ISBN: 978-958-8360-76-8

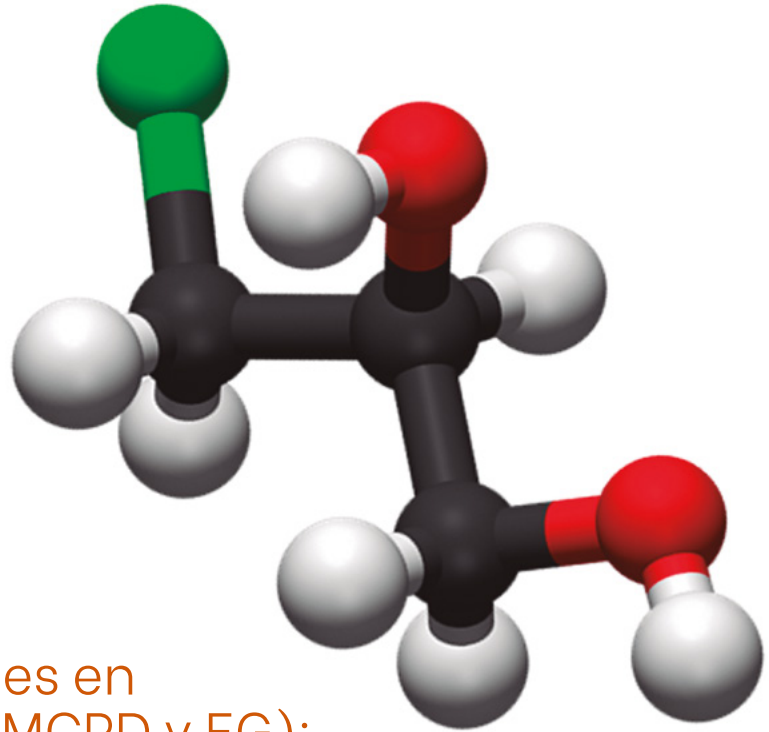
Noviembre de 2020

Cenipalma

Calle 98 #70-91, piso 14

PBX: (57-1) 313 8600

www.cenipalma.org



Compuestos contaminantes en aceites vegetales (2- y 3-MCPD y EG): formación, importancia y recomendaciones de mitigación

Los estándares internacionales de calidad de los aceites vegetales refinados implican una revisión detallada de la totalidad de la cadena de suministro, los cuales buscan que se garantice la inocuidad de los alimentos permitiendo una mejora en las prácticas y por ende, previniendo la formación de compuestos contaminantes a partir de precursores tanto desde el cultivo como del proceso de extracción del aceite.

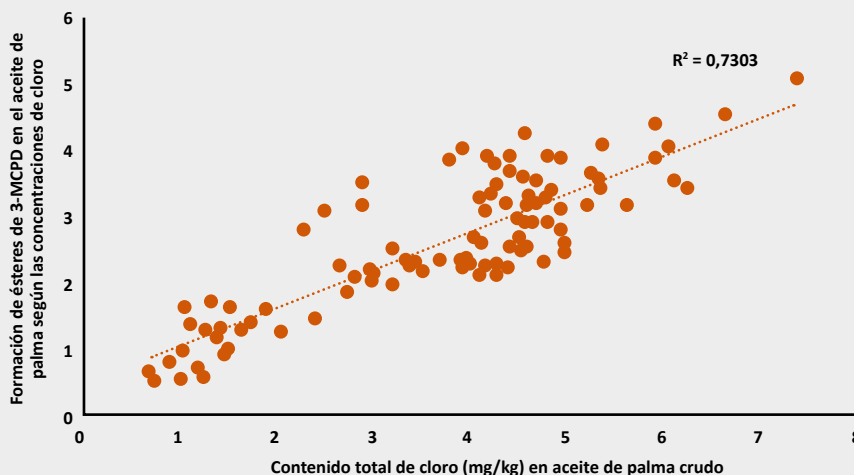
A continuación se presentan detalles técnicos de la formación de los compuestos 2-MCPD, 3-MCPD y EG en alimentos procesados que contienen aceite como el de palma refinado, y las recomendaciones internacionales para su mitigación a través de buenas prácticas agrícolas, de procesamiento y refinación, que pueden ser utilizadas como referencia para su medición y aplicación en Colombia.

¿Qué son estos compuestos y cómo se forman?

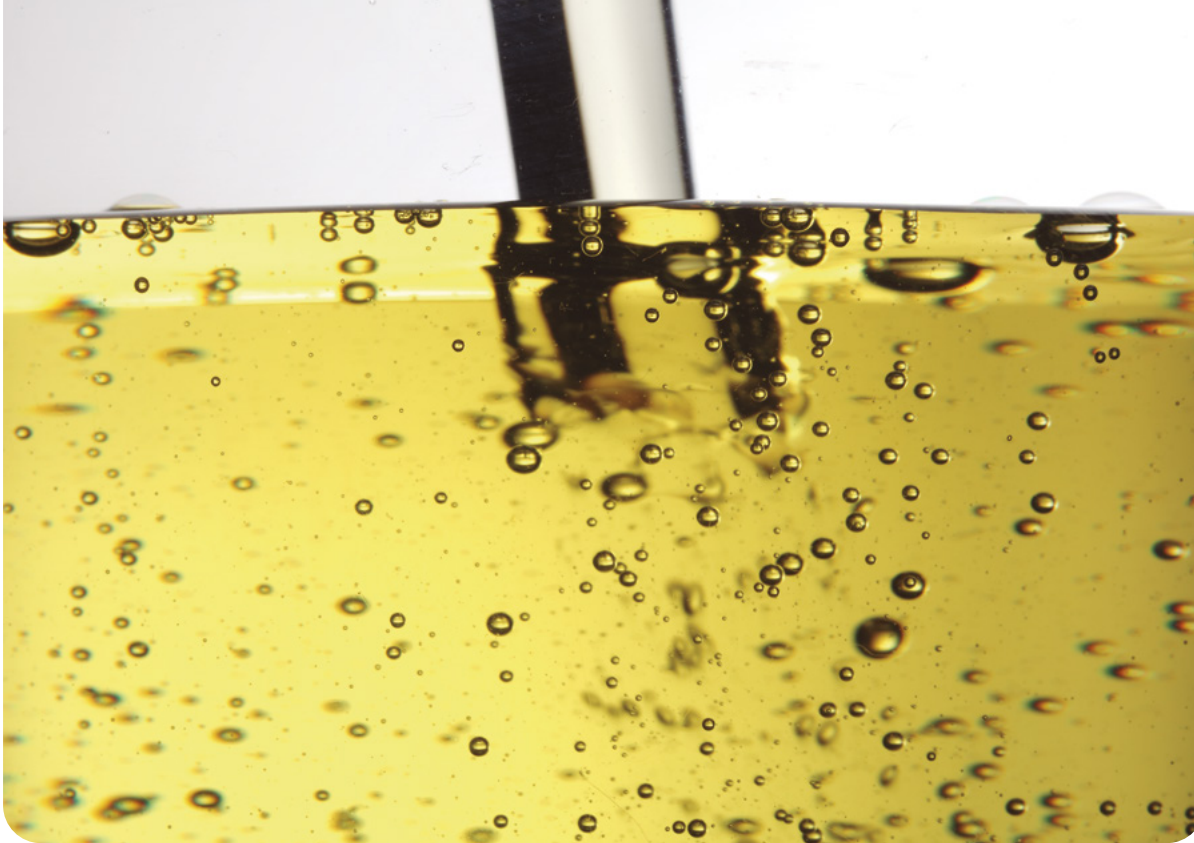
El 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD) y el 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) hacen parte del grupo de contaminantes de proceso denominados como cloropropanoles. Estos compuestos son derivados clorados del glicerol y fueron identificados por primera vez en la década de los 90, como componentes de la proteína vegetal hidrolizada.

El aceite de palma crudo (APC) contiene precursores como el cloro, monoglicéridos (MAG), diacilglicerol (DAG) y ácidos grasos libres (AGL), que al ser sometidos a altas temperaturas, especialmente durante la fase de desodorización, pueden generar contaminantes como los 2-MCPD y 3-MCPD, y los ésteres de glicidilo (EG). La Figura 1 muestra cómo el contenido de cloro en el aceite de palma crudo está relacionado directamente con la formación de los 3-MCPD.

Figura 1. Efecto del contenido de cloro total en el APC para la formación de ésteres 3-MCPD en el aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado (RBD). Fuente: Tiong *et al.* (2018).



Los ésteres de glicidilo (EG) se forman a partir del diacilglicerol (DAG) en condiciones de altas temperaturas, y para su síntesis no se requiere la presencia de cloro. Este hecho supone un especial problema en el caso del aceite de palma, que contiene de 4 a 12 % de DAG (EFSA, 2016). En sus condiciones ácidas, los MCPD y los EG, son liberados de sus formas esterificadas (ACSA, 2018).



De forma general, puede decirse que la formación de estos compuestos contaminantes (Figuras 2 y 3) en las grasas tienen origen cuando se produce la hidrólisis de los triglicéridos, originando mono y diglicéridos. Posteriormente, estos sufren una reacción de sustitución en donde interviene el cloro, siempre y cuando la temperatura sea mayor a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura se supera en la refinación y, concretamente, en la etapa de la desodorización (temperaturas entre 180 a $270\text{ }^{\circ}\text{C}$), a través de dos mecanismos de reacción, la adición de radicales libres y sustitución nucleófila SN_2 , ambas involucrando radicales de cloro o iones generados a partir de una fuente con acilglicerol. Por tanto, la presencia de compuestos clorados (inorgánico y orgánico), resulta en un mayor nivel de formación de ésteres 3-MCPD. Estas condiciones de temperatura tienen como objetivo, la eliminación de los compuestos volátiles que confieren defectos organolépticos al aceite. En consecuencia, en aceites vegetales crudos o que no requieren etapas de refinación, generalmente no son encontrados estos compuestos, como ocurre con el aceite de oliva virgen (Tello, 2018), debido a que los aceites crudos no son sometidos a temperaturas superiores a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el proceso de extracción.

Figura 2. Descomposición de organoclorados y formación simultánea de ésteres 3-MCPD durante el tratamiento térmico del aceite de palma crudo. Fuente: Nagy, Sandoz, Craft, & Destailats, 2011.

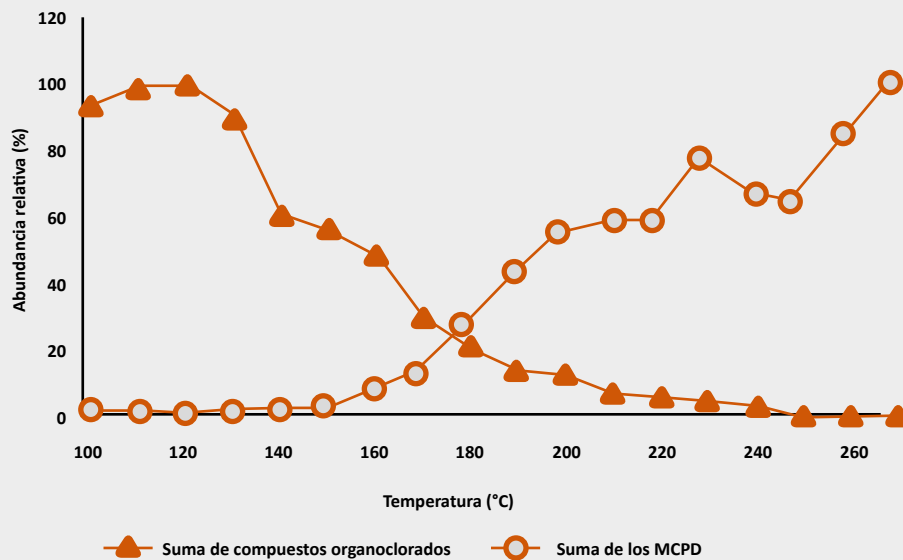
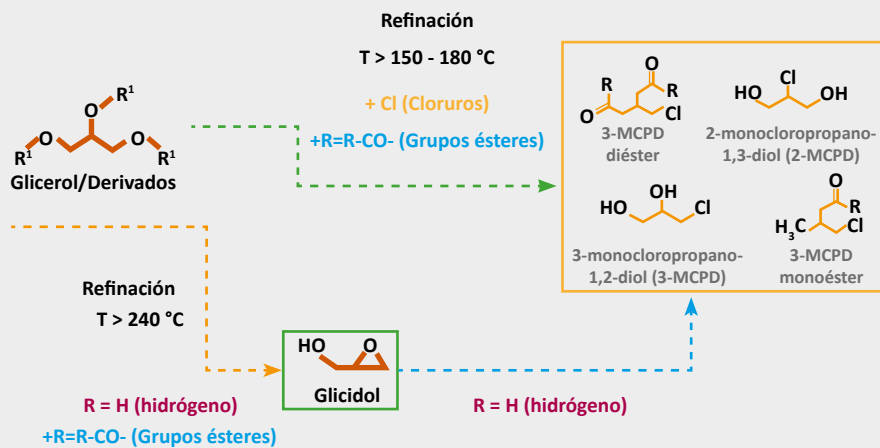


Figura 3. Síntesis de ésteres de 2- y 3-MCPD y derivados, durante la refinación del aceite de palma crudo (Nagy, Sandoz, Craft, & Destailats, 2011).



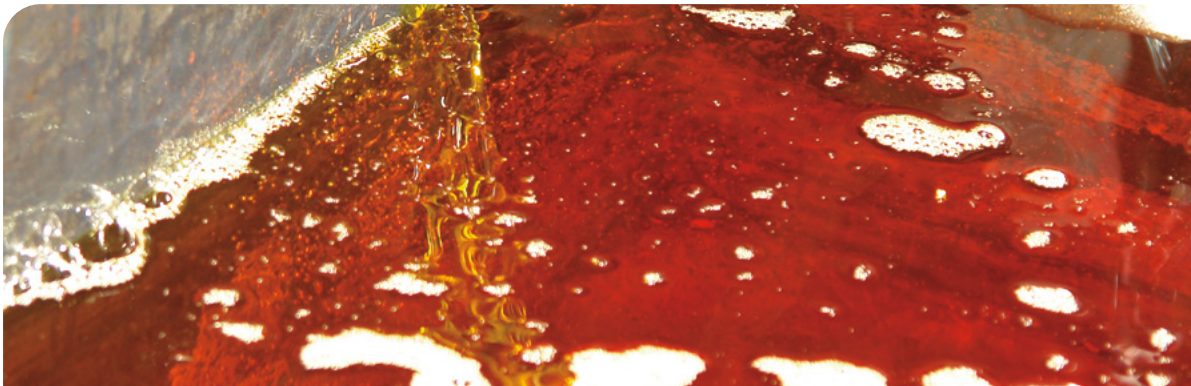
Riesgos ante la exposición de los contaminantes 2-3 MCPD Y EG

Informes recientes indican que la formación de ésteres de 3-MCPD (monoésteres y diésteres de ácidos grasos) puede ser generalizada en los alimentos procesados derivados de cereales, café, pescado, carne, papas fritas, frutos secos y aceites refinados.

Animales expuestos al 3-MCPD bajo condiciones de laboratorio han mostrado principalmente toxicidad renal, infertilidad, disminución en la actividad del sistema inmunológico y desarrollo de tumores benignos, por lo que la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) clasificó al 3-MCPD como posible agente carcinógeno (Grupo 2B).

Por su parte, el 2-MCPD no ha sido evaluado por este organismo internacional hasta la fecha puesto que no existen suficientes evidencias para llegar a una conclusión. Con respecto al glicidol y sus ésteres glicídicos, existen estudios *in vitro* y algunos *in vivo* que evidencian su carácter genotóxico (AECOSAN, Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición. (2020). *3-MPCD, glicidol y sus ésteres* (pp. 2-5) https://www.aecosan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/3-MCPD_ficha_tecnica_definitivo.pdf).

Actualmente el Codex Alimentarius adoptó el código de prácticas CXC 79-2019 para reducir la exposición a contaminantes en aceites refinados. Este código tiene como objetivo proporcionar orientación para reducir la formación de MCPD y EG en aceites refinados y otros productos alimenticios, proponiendo buenas prácticas de gestión para su aplicación por parte de productores y fabricantes.



Regulación internacional

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por su sigla en inglés)

- ▲ Considera que los niveles de seguridad para el consumo o la ingesta diaria tolerable (IDT) deben estar en un límite no mayor a 2 µg de 3-MCPD/kg de peso corporal.
- ▲ Para el 2-MCPD, la información toxicológica se muestra aún limitada como para establecer algún nivel máximo permisible de seguridad.

Unión Europea

A partir del primero de enero de 2021 entra en vigencia la reglamentación de la COMMISSION REGULATION (EU) 2020/1322 of 23 September 2020 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of 3-monochloropropanediol (3-MCPD), 3-MCPD fatty acid esters and glycidyl fatty acid esters in certain foods; esta normativa propone incluir por límite 2.500 µg 3-MCPD/kg para los aceites de palma y de pescado. También propone un límite de 1.250 µg 3-MCPD/kg en otros aceites utilizados en Europa como el de girasol, colza, coco, entre otros.

Con respecto al glicidol la autoridad ha concluido que este compuesto debe ser evaluado a partir del margen de exposición para los consumidores (MOE)¹, el cual ha sido reconocido como un parámetro que proporciona información acerca del nivel de peligro sanitario sobre la presencia de una sustancia en los alimentos sin cuantificar el riesgo².

1 El Comité Científico de la EFSA declara que un MOE mayor o igual a 10.000 para las sustancias genotóxicas y cancerígenas presenta un nivel bajo de peligro para la salud pública. Para las sustancias no genotóxicas, un MOE de 100 o más normalmente indica que no existe peligro para la salud pública. Por tanto cuanto menor es este margen, mayor es el riesgo para la salud.

2 Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (Marzo 8, 2018). 3-MCPD, glicidol y sus ésteres. 2020, Mayo 12, de AECOSAN Sitio web: http://www.aecosan.msssi.gob.es/en/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/3_MCPD.htm

Por lo anterior, la autoridad considera que un margen de exposición inferior a 25.000 de ésteres de glicidil ya es preocupante por sus efectos adversos en la salud y es preciso reducir aún más la presencia de ésteres glicidílicos de ácidos grasos en los preparados para lactantes, los preparados de continuación y los alimentos para usos médicos especiales destinados a los lactantes y niños de corta edad³.

Recomendaciones en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Procesamiento (BPP)

A continuación se mencionan algunas medidas de mitigación en el orden progresivo de la cadena de valor. Esta información ha sido adaptada de prácticas recomendadas en la literatura (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas de mitigación potenciales para reducir los 3-MCPD y GE en aceite de palma.

Etapa de producción	Medidas de mitigación
Prácticas agrícolas para aceites vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el ciclo del cultivo de palma de aceite minimizar el uso de fertilizantes, plaguicidas y agua de riego que contengan cantidades excesivas de compuestos clorados. • Implementar criterios de corte y ciclos que garanticen el punto óptimo de cosecha. • Minimizar las impurezas que provienen de la cosecha. • Transportar los racimos de palma de aceite en el menor tiempo posible para su procesamiento en planta de beneficio.
Extracción del aceite	<ul style="list-style-type: none"> • Esterilizar los racimos a temperaturas inferiores a los 140 °C. • Usar agua libre de cloro durante el procesamiento de los racimos en las plantas de beneficio. • Separar los condensados de esterilización, licor de prensa de tusa, recuperados de centrífugas y florentinos en la etapa de clarificación para evitar el aumento de los precursores contaminantes en el aceite de palma crudo. • Si es posible, implementar equipos para el lavado del aceite con agua libre de cloro. • Almacenar el aceite de acuerdo con el grado de calidad exigido por el mercado en tanques diferenciados. • No mezclar corrientes de recuperados de esterilización, ni de tusas. Clarificar estos aceites separados y almacenar de manera diferenciada.

3 Reglamento (UE) 2018/290 de la Comisión de 26 de febrero de 2018.

Etapa de producción	Medidas de mitigación
Refinación del aceite	<p>Desgomado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar condiciones más suaves y menos ácidas (por ejemplo, desgomado con concentraciones bajas de ácido o desgomado con agua) en los aceites vegetales. • Reducir la temperatura de desgomado en los aceites vegetales. <p>Blanqueo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar mayores cantidades de tierras de blanqueo (TB) en aceites vegetales. • Utilizar más tierras de blanqueo (TB) con pH neutro para reducir la acidez de los aceites de palma. <p>Desodorización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar la desodorización de los aceites vegetales a temperaturas reducidas. Las temperaturas cambiarán dependiendo del tiempo de residencia del aceite. • Realizar la desodorización dual de los aceites vegetales (desodorización en dos etapas) como una alternativa a la desodorización tradicional. • Implementar condiciones de vacío más fuertes para facilitar la evaporación de los compuestos volátiles y para contribuir a menores temperaturas de desodorización en los aceites.
Tratamiento después de la refinación	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar blanqueo y desodorización adicional después de la inicial del aceite de palma refinado. • Aplicar tierras de blanqueo activada a los aceites vegetales refinados. • Utilizar la destilación de recorrido corto en los aceites vegetales blanqueados y desodorizados. • Tratar el aceite refinado y TCM (triglicérido de cadena media) con ácidos grasos y contraiones de carbono, como metales alcalinos, así como una o más bases para convertir los 3-MCPD en MAG, los DAG en TAG y los GE en DAG.

Fuente: Code of practice for the reduction of 3-monochloropropane-1,2-diol esters (3-mcpdes) and glycidyl esters (ges) in refined oils and food products made with refined oils. CXC 79-2019.

La Figura 4 muestra los puntos específicos en el proceso de extracción de APC que contienen la mayor cantidad de compuestos clorados, principalmente de las corrientes recuperadas de proceso tales como: condensados de esterilización y licor de prensa de tusas.

Así mismo, se muestran algunas de las alternativas para mejorar la calidad de los aceites como la separación de tipos de aceite de diferentes calidades y el uso de lavado para el aceite final. Estas recomendaciones podrán usarse combinadas o de manera separada.

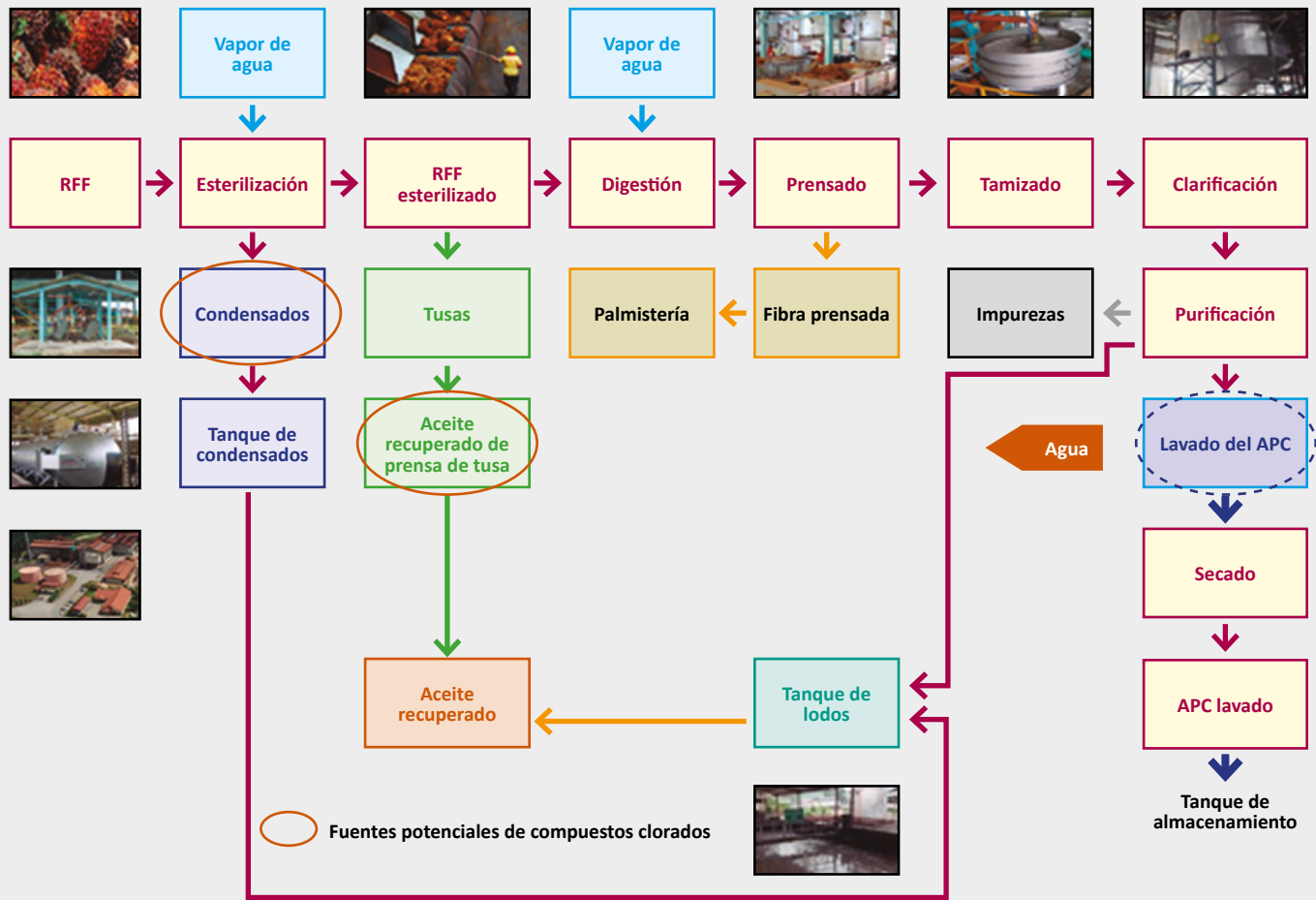


Figura 4.

Posibles fuentes de compuestos clorados durante el proceso de extracción de aceite de palma y propuesta de alternativa de lavado del aceite para mitigación de precursores. Fuente: Adaptado de Malaysian Palm Oil Board, n.d.

Prácticas relacionadas con la disminución de compuestos clorados en el aceite de palma crudo durante el cultivo y el procesamiento de los racimos

En el siguiente esquema se presentan las medidas de mitigación que se podrían aplicar al cultivo de palma, al procesamiento de racimos en planta de beneficio y en la refinación, considerando las recomendaciones del Codex Alimentarius:

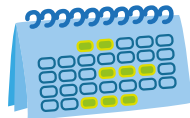
Cultivo



Reducir uso de fertilizantes, plaguicidas y agua de riego con excesos de compuestos clorados



Implementar criterios de corte de racimos de fruta fresca que garanticen el punto óptimo de cosecha (maduración)



Establecer ciclos de cosecha cortos de acuerdo con cada cultivar



Evitar la presencia de racimos sobremaduros y podridos en la cosecha

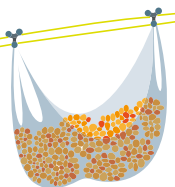


Evitar magullamiento o golpes en los frutos

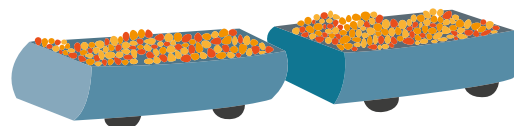
Prácticas para minimizar el contenido de precursores clorados y la formación de ácidos grasos libres

Transporte

Implementar tecnologías que reduzcan la manipulación excesiva de racimos de fruta fresca, disminuyendo la ruptura, golpes, suciedad y deterioro de los frutos (ej: grabber, cable vía)



Minimizar tiempos entre cosecha y procesamiento de racimos de fruta fresca en planta de beneficio



Procesamiento

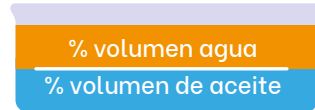
Garantizar temperaturas de operación menores a 140 °C en todo el proceso de extracción



Minimizar los tiempos de procesamiento de los RFF (evitar paradas de proceso)



Utilizar agua limpia o con bajo contenido de compuestos clorados para realizar la dilución establecida para cada cultivar (1:4 *E. guineensis*; 1:8 híbridos), disminuyendo tiempos de residencia, porcentaje de humedad e impurezas



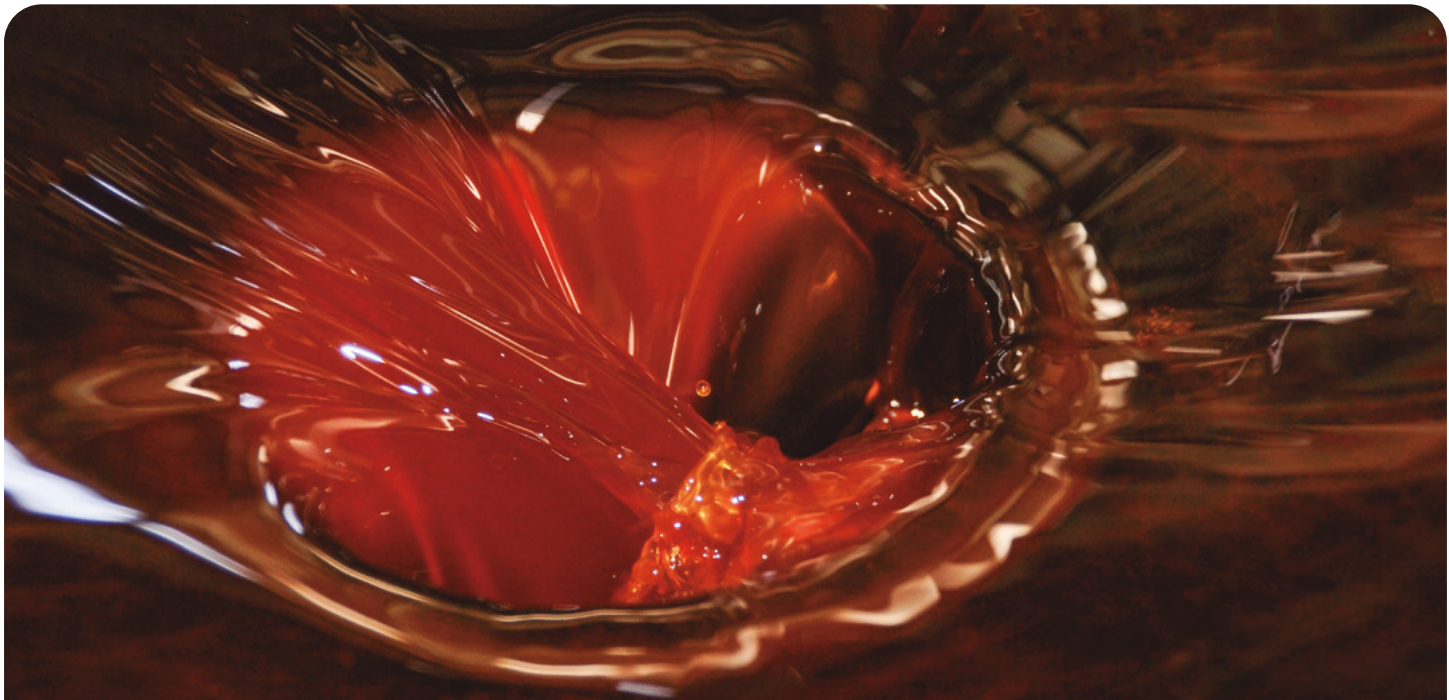
Separar los aceites recuperados de condensados, tusas y florentinos en la etapa de clarificación para evitar el aumento de los precursores en el aceite de palma crudo (APC)



Ajustar las condiciones de proceso para separación del aceite según los mercados destino (grados de calidad en términos de AGL, DOBI, fósforo, hierro y cloro)




Adecuación física de laboratorios, adquisición de equipos y personal capacitado en desarrollo y ejecución de técnicas analíticas para seguimiento de parámetros de calidad



Bibliografía

- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (2018). Contaminantes de proceso. Estudio de dieta total en Catalunya. 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos. Generalitat de Catalunya. Departament de salut. Página web: http://acsa.gencat.cat/web/.content/_Publicacions/Estudis_de_dieta_total/Contaminants_de_proces/3-MCPD-2-MCPD-esters-glicidilics/Definitivo_Estudio-Dieta-3-MCPD-_Octubre-2018-Cast.pdf
- Codex Alimentarius, International food standard. (2019). Code of practice for the reduction of 3-monochloropropene-1,2-diol esters (3-mcpdes) and glycidyl esters (ges) in refined oils and food products made with refined oils. CXC 79-2019
- Frédéric Destaillets, Brian D. Craft, Mathieu Dubois, Kornel Nagy (2011). Glycidyl esters in refined palm (*Elaeis guineensis*) oil and related fractions. Part II: Practical recommendations for effective mitigation. Food Chemistry; Volume 132, Issue 1, 1 May 2012, Pages 73–79, DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.10.034
- Kornél Nagy, Karine Redeuil, Sabine Lahrichi & Marine Nicolas (2019) Removal of organochlorines from vegetable oils and its benefits in preventing formation of monochloropropanediol diesters, Food Additives & Contaminants: Part A, 36:5, 712–721, DOI: 10.1080/19440049.2019.1588999
- Malaysian Palm Oil Board. (n.d.). Oil Quality Control During Processing.
- Nagy, K., Sandoz, L., Craft, B. D., & Destaillets, F. (2011). Mass-defect filtering of isotope signatures to reveal the source of chlorinated palm oil contaminants. Food Additives and Contaminants – Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment, 28(11), 1492–1500. <https://doi.org/10.1080/19440049.2011.618467>
- Soon Huat Tiong, Norliza Saparin, Huey Fang Teh, Theresa Lee Mei Ng, Mohd Zairey bin Md. Zain, Bee Keat Neoh, Ahmadilfitri Md Noor, Chin Ping Tan, Oi Ming Lai, David Ross Appleton (2017) Natural Organochlorines as Precursors of 3-Monochloropropanediol Esters in Vegetable, Oils Journal of Agricultural and Food Chemistry
- Tello, J. (2018). Cloropropanoles: 2-MCPD, 3-MCPD y ésteres glicidílicos. Agosto 28, 2019, de Interempresas Sitio web: <http://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/Articulos/223733-Cloropropanoles-2-MCPD-3-MCPD-y-esteres-glicidilicos.html>
- Tiong, S. H., Saparin, N., Teh, H. F., Ng, T. L. M., Md Zain, M. Z. Bin, Neoh, B. K., ... Appleton, D. R. (2018). Natural Organochlorines as Precursors of 3-Monochloropropanediol Esters in Vegetable Oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66(4), 999–1007. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04995>
- Willian Cruzeiro Silva, Jéssika Karolline Santiago, Maisa Freitas Capristo, Roseli Aparecida Ferrari, Eduardo Vicente, Klícia Araujo Sampaio & Adriana Pavesi Ariseto (2019) Washing bleached palm oil to reduce monochloropropanediols and glycidyl esters, Food Additives & Contaminants: Part A, 36:2, 244–253, DOI: 10.1080/19440049.2019.1566785

Esta publicación es propiedad del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de Cenipalma. Al realizar la presente publicación, Cenipalma ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.

A microscopic view of numerous oil droplets of various sizes, ranging from small yellow spheres to large, complex, multi-layered structures. The droplets are set against a light, slightly textured background. The colors transition from bright yellow to deep orange and brown, suggesting different stages or components of the oil.

Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma
Calle 98 # 70-91, piso 14. PBX: (57-1) 313 8600
Bogotá D.C.
www.cenipalma.org

Síguenos en:

