

**El Grupo del Banco Mundial NO UTILIZA MÁS este documento. Las nuevas versiones de las Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad del Grupo del Banco Mundial están disponibles en <http://www.ifc.org/ehsguidelines>.**

# Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para el procesamiento del aceite vegetal

## Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión<sup>1</sup>. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. Los proyectos más complejos podrían requerir el uso de múltiples guías para distintos sectores de la industria. Para una lista completa de guías sobre los distintos sectores de la industria, visitar:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología

existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas. La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia. En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Cuando, en vista de las circunstancias específicas de cada proyecto, se considere necesario aplicar medidas o niveles menos exigentes que aquellos proporcionados por estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, será necesario aportar una justificación exhaustiva y detallada de las alternativas propuestas como parte de la evaluación ambiental en un sector concreto. Esta justificación debería demostrar que los niveles de desempeño escogidos garantizan la protección de la salud y el medio ambiente.

## Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el procesamiento del aceite vegetal son aplicables a las instalaciones dedicadas a la extracción y procesamiento de aceites y grasas de origen vegetal. Se ocupan de los procesos

---

<sup>1</sup> Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

de producción y refinado de aceite crudo, desde la elaboración de materias primas hasta el embotellado y envasado de los productos finales para consumo humano o animal, entre otros fines. El Anexo A contiene una descripción completa de las actividades de este sector industrial. Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de cultivos anuales y para la producción de cultivos de plantación atienden a la producción de semillas oleaginosas, granos y racimos de fruta fresca de aceite de palma en las plantaciones. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria

Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño

Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

## 1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas al procesamiento de aceite vegetal que tienen lugar durante la fase operacional, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes establecimientos industriales durante las etapas de construcción y de desmantelamiento.

### 1.1 Medio ambiente

Las cuestiones ambientales relacionadas con la fase operativa del procesamiento de aceite vegetal incluyen principalmente:

- Residuos y derivados sólidos
- Aguas residuales
- Emisiones al aire
- Consumo de agua y energía

- Materiales peligrosos

### Residuos y subproductos sólidos

Las actividades de procesamiento del aceite vegetal generan un volumen considerable de residuos orgánicos y subproductos sólidos, como los racimos de fruta vacíos (EFB, por sus siglas en inglés) y el palmiste residual. El volumen de residuos generado depende de la cantidad de materias primas empleada y del uso o reprocesamiento de materiales descartados para fabricar subproductos comercialmente viables. Otros residuos sólidos derivados del proceso de fabricación de aceite vegetal son la pasta de neutralización y los ácidos usados en el refinado químico del aceite crudo; las tierras decolorantes usadas que contienen gomas, metales y pigmentos; el destilado procedente de la destilación por vapor de aceites refinados comestibles; el mucílago procedente del descruado; y los catalizadores usados y filtros ayuda empleados en el proceso de endurecimiento.

Las técnicas recomendadas para prevenir y controlar los residuos y subproductos sólidos incluyen:

- No incinerar los EFB de las plantaciones de aceite de palma. Los EFB deben devolverse a las plantaciones donde, al igual que los despojos de los árboles, resultan muy valiosos para mejorar el suelo y como fuente de carbono;
- Recoger el palmiste residual y emplearlo como combustible para la generación de vapor y electricidad en las refinerías. El palmiste residual no puede quemarse en las fábricas de aceite crudo de palma (ACP) convencionales porque, a diferencia de las refinerías, sus calderas no están diseñadas para manejar el alto contenido de silicio del palmiste;

- Utilizar lodos y efluentes no contaminados provenientes del tratamiento de aguas residuales en el emplazamiento como fertilizante en las aplicaciones agrícolas;
- Eliminar los lodos contaminados procedentes del tratamiento de aguas residuales en vertederos sanitarios o mediante su incineración. La incineración de residuos sólo debe realizarse en las instalaciones autorizadas que cumplan la normativa internacional vigente para la prevención y el control de la contaminación<sup>2</sup>;
- Reducir las pérdidas de producto mediante un mejor control de la producción (es decir, supervisar y ajustar la humedad del aire para evitar las pérdidas de producto provocadas por la formación de moho en las sustancias consumibles);
- Reciclar el condensado del autoclave para eliminar el aceite vegetal;
- Optimizar el diseño de los materiales de envase para reducir su volumen (reduciendo por ejemplo el grosor o el número de capas) sin poner en peligro la seguridad alimentaria, la seguridad en el transporte y otros requisitos de calidad;
- Estudiar las siguientes opciones para una eliminación responsable de las tierras decolorantes usadas:
  - Emplear estas tierras como materia prima para la fabricación de ladrillos, bloques y hormigón
  - Emplearlas como fertilizantes siempre que no estén contaminadas con metales pesados como el níquel, los plaguicidas residuales y otros contaminantes
  - Eliminar mediante la digestión anaerobia y utilizar posteriormente para su vertido en el terreno
  - Cuando estén contaminadas, manejar las tierras de acuerdo con las guías sobre manejo de residuos en

### las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad

- Estudiar las siguientes opciones para el uso de destilados (por ejemplo, ácidos grasos libres y compuestos orgánicos volátiles [COV]), dependiendo del nivel de contaminantes (plaguicidas y / o residuos):
  - Utilizarlos como alimento para consumo animal cuando no estén contaminados
  - Emplearlos como materia prima en procesos industriales químicos (por ejemplo, antioxidantes)
  - Utilizarlos como combustible para la producción de energía
- El catalizador de níquel empleado en la hidrogenación se:
  - Reciclará o recuperará para reutilizar como catalizador de níquel o metal de níquel, sal, entre otros
  - Almacenará y eliminará de acuerdo con las guías sobre manejo de residuos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**
- Manejar los filtros ayuda mezclados con níquel de acuerdo con las recomendaciones para catalizadores de níquel;
- Recoger los residuos procedentes de la fase de elaboración de las materias primas para su acondicionamiento (secado) y reprocesamiento (molturación) para la producción de subproductos (por ejemplo, alimento para consumo animal).

## Aguas residuales

### *Aguas residuales de procesos industriales*

Las aguas residuales del proceso de fabricación de aceite vegetal generadas durante las fases de lavado y neutralización del aceite pueden registrar un elevado contenido en sustancias orgánicas y por consiguiente alta demanda biológica (DBO) y química de oxígeno (DQO). Asimismo, estas aguas pueden contener una alta concentración de sólidos en suspensión,

<sup>2</sup> Las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para las Plantas de Manejo de Residuos contienen ejemplos de problemas ambientales clave asociados a las incineradoras.

nitrógeno orgánico, aceites y grasas, así como plaguicidas residuales derivados del tratamiento de las materias primas. Las medidas recomendadas para la prevención de aguas residuales de proceso incluyen:

- Emplear técnicas de separación de emulsión (por ejemplo, flotación por aire disuelto a presión [DAF]) para segregar los aceites de alta DBO y DQO de las aguas residuales;
- Reciclar los condensados;
- Emplear mallas para cubrir los drenajes en el área de producción e impedir la entrada de residuos sólidos y líquidos concentrados en la corriente de aguas residuales;
- Elegir los químicos desinfectantes adecuados para la operación de limpieza empleada en los equipos de proceso para un problema específico. Las sustancias cáusticas (por ejemplo, lejías) suelen emplearse para las grasas polimerizadas, y los ácidos para los depósitos de cal;
- Aplicar los limpiadores químicos utilizando la dosis y el método adecuados;
- Aplicar los procedimientos de Limpieza in situ (CIP) para contribuir a la reducción del consumo de sustancias químicas, agua y energía durante las operaciones de limpieza;
- Tratar y descargar adecuadamente las soluciones de limpieza (por ejemplo, mediante procesos de purificación de la glicerina primaria) para separar los aceites y ácidos grasos de la fase de agua y empleando posteriormente una trampa de aceite;
- Cuando sea factible, sustituir el ácido fosfórico por ácido cítrico en las operaciones de descruado (esto reduce la carga de fósforo en las aguas residuales y además reduce ligeramente el volumen de lodos generado).

### *Tratamiento de aguas residuales de procesos*

Las técnicas empleadas para tratar las aguas residuales de procesos industriales en este sector incluyen filtros de grasa, 'skimmers' o separadores de aceite/agua para eliminar los sólidos flotantes; la equalización de flujo y carga; la sedimentación destinada a reducir los sólidos en suspensión mediante el empleo de clarificadores; el tratamiento biológico, normalmente aerobio, para reducir la materia orgánica soluble (DOB); la eliminación de nutrientes biológicos para reducir el nitrógeno y el fósforo; la cloración de los efluentes siempre que sea necesario realizar la desinfección; la deshidratación y eliminación de residuos; en algunos casos, podrá realizarse un compostaje o aplicar en el terreno residuos de aguas residuales previamente tratadas y de calidad aceptable. Puede ser necesario implementar controles de ingeniería adicionales para contener y neutralizar los olores molestos.

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se explica la gestión de aguas residuales industriales y se ofrecen ejemplos de enfoques para su tratamiento. Mediante el uso de estas tecnologías y técnicas recomendadas para la gestión de aguas residuales, los establecimientos deberían cumplir con los valores para la descarga de aguas residuales que se indican en el cuadro correspondiente de la Sección 2 del presente documento para la industria.

### *Consumo de agua y otras corrientes de aguas residuales*

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se dan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deben desviarse hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales de

procesos industriales. Las instalaciones dedicadas al procesamiento de aceite vegetal precisan de considerables cantidades de agua para la producción de aceite crudo (agua de refrigeración), procesos de neutralización química y el lavado y desodorización posteriores. Las recomendaciones para reducir el consumo de agua, especialmente en aquellos sitios en que pueda ser un recurso natural escaso, se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Las recomendaciones específicas del sector para reducir el consumo del agua incluyen:

- Emplear técnicas de separación de emulsiones (por ejemplo, DAF) para segregar los aceites de alta DBO y DQO de las aguas residuales;
- Cuando resulte económicamente viables, estudiar la posibilidad de emplear el refinado físico en lugar de químico para reducir el consumo de agua;
- Recuperar y reutilizar el condensado procedente de los procesos de calentamiento;
- Emplear la recuperación de calor (por ejemplo, el calor procedente del procesamiento de aceite) para calentar el aceite entrante con el saliente. Puede recuperarse hasta un 75 por ciento del calor de esta forma, reduciendo así la demanda de agua del sistema de vapor;
- Cerrar el circuito de refrigeración del agua y volver a poner en circulación las aguas de refrigeración.

## Emisiones al aire

### *Compuestos orgánicos volátiles*

La materia particulada (polvo) y COV son las principales emisiones derivadas del procesamiento del aceite vegetal. El polvo procede del procesamiento de materias primas, incluido su limpieza, selección y trituración, mientras que las emisiones de COV provienen del uso de disolventes para la extracción del

aceite, normalmente el hexano<sup>3</sup>. Las emisiones de disolventes proceden de distintas fuentes dentro de las plantas de procesamiento de aceite vegetal, incluida la unidad de recuperación de disolventes, el secador y refrigerador de metales, y las fugas en tuberías y sistemas de ventilación. La presencia de pequeñas cantidades de disolventes en el aceite vegetal crudo puede darse cuando el aceite se ha extraído empleando disolventes y se volatilizan durante el proceso de refinado del aceite, sobre todo durante su desodorización. Las emisiones de olores proceden de múltiples fuentes (como calderas, separadores de jabón o la generación de vacío).

Algunas de las técnicas recomendadas para prevenir y controlar los COV son:

- Garantizar una eficaz recuperación de disolventes mediante la destilación del aceite del extractor;
- Recuperar los vapores de disolvente siempre que sea factible, principalmente mediante el uso de desolventizadores–tostadores a contracorriente en la extracción del aceite vegetal;
- Emplear un evaporador y un separador por gravedad para tratar los condensados con alto contenido en disolventes, reducir las emisiones de disolventes y reducir el riesgo de explosiones en el alcantarillado.
- Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones adicionales para la prevención y control de las emisiones de COV.

Algunas de las técnicas recomendadas para prevenir y controlar el polvo y los olores son:

- Garantizar el correcto mantenimiento de los equipos de limpieza, selección y trituración, incluidos los sistemas de

<sup>3</sup> En algunas jurisdicciones, el hexano está clasificado como contaminante peligroso del aire.

ventilación y manipulación del aire, para reducir las emisiones fugitivas de polvo;

- Instalar colectores centrífugos y / o filtros textiles o precipitadores electrostáticos en ciertas salidas de aire, incluidos secadores, refrigeradores y trituradoras de harina, para eliminar las emisiones de olor;
- Reducir las emisiones de olores (por ejemplo, las procedentes de la purificación de glicerina primaria, los hornos empleados en el proceso de extracción, sistemas de vacío y sistemas presurizados) con un lavador cáustico, alcalino o de ozono o bien incinerando el gas en una central de calderas o en sistemas incineradores independientes.

### *Gases de escape*

Las plantas de procesamiento de aceite vegetal consumen grandes cantidades de energía y vapor durante el uso de calderas auxiliares para la generación de energía de vapor. Las emisiones relacionadas con la operación de dichas fuentes de energía de vapor consisten normalmente en subproductos de combustión tales como NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, MP, compuestos orgánicos volátiles (COV) y gases efecto invernadero (principalmente CO y CO<sub>2</sub>). Las estrategias de manejo recomendadas incluyen la adopción de una estrategia combinada que incluya la reducción de la demanda de energía, el uso de combustibles más limpios y la aplicación de los controles de emisiones necesarios. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones sobre eficiencia energética.

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de pequeñas emisiones de fuentes de combustión con una capacidad de hasta 50 megavatios térmicos (MWt), incluidas normas de emisión al aire por emisiones de escape. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para la**

**energía térmica** contienen orientaciones aplicables a procesos con una capacidad superior a los 50 MWth.

### *Consumo y manejo de energía*

Las instalaciones de procesamiento de aceite vegetal utilizan energía para calentar el agua y producir vapor para las aplicaciones de proceso (especialmente las de purificación de glicerina primaria y desodorización) y procesos de limpieza. Otros sistemas de consumo de energía son la refrigeración y el aire comprimido. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones detalladas sobre la conservación de energía.

### **Materiales peligrosos**

El procesamiento del aceite vegetal implica el transporte, almacenamiento y utilización de cantidades a granel de ácidos, álcalis, disolventes e hidrógeno durante la extracción y refinado. El transporte, almacenamiento y manipulación pueden dar lugar a vertidos y otros tipos de descargas con impactos potencialmente nocivos para los recursos del suelo y del agua. Sus propiedades inflamables y otras potencialmente peligrosas también constituyen un riesgo de incendios y explosiones. Los materiales peligrosos deben manejarse de acuerdo con las recomendaciones descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

## **1.2 Higiene y seguridad ocupacional**

Los riesgos que la construcción y el desmantelamiento de las plantas de procesamiento de aceite vegetal entrañan para la higiene y la seguridad en el trabajo son similares a los que se producen en la mayoría de las instalaciones industriales; su prevención y control se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.



Los principales peligros en materia de higiene y seguridad que afrontan los trabajadores durante la fase operativa incluyen:

- Riesgos de origen químico
- Riesgos físicos
- Ruido

### Riesgos de origen químico

Las actividades de procesamiento de aceite vegetal pueden plantear riesgos de exposición a sustancias químicas peligrosas por inhalación y otras vías de exposición, así como el riesgo de explosiones derivado de la volatilización de disolventes disueltos en el aceite (por ejemplo, hexano) y de incendios provocados por las tierras decolorantes con aceite de elevado índice de yodo, altas temperaturas ambiente y elevada circulación-tiro del aire.

Los trabajadores de las plantas de procesamiento de aceite vegetal pueden verse expuestos a sustancias peligrosas debido a la inhalación de hexano y otros disolventes empleados en la fase de extracción; la inhalación de sustancias químicas tóxicas (por ejemplo, la inhalación de metilato de sodio puede provocar quemaduras en la piel y tejido pulmonar); la exposición de ojos y piel a ácidos y bases; la inhalación de polvo generado durante el transporte de materias primas (por ejemplo, semillas y granos enviados a la planta de trituration); la inhalación de polvo derivado del tratamiento y transporte de harinas; la inhalación de polvo procedente de las tierras decolorantes, filtros ayuda y catalizadores de níquel; y la inhalación de aflatoxinas presentes en las materias primas. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** proporcionan orientaciones para la gestión de riesgos de origen químico en el lugar de trabajo.

Entre las recomendaciones adicionales para el sector se incluyen:

- Capacitar a los empleados en el manejo de sustancias químicas (por ejemplo, la correcta interpretación de las

hojas de datos de seguridad de los materiales, las fichas internacionales de seguridad química y los procedimientos de primeros auxilios). La mano de obra estacional y otros trabajadores temporales deberán estar plenamente capacitados para poder trabajar con sustancias químicas;

- Proporcionar a los empleados el equipo de protección personal necesario cuando así lo especifique el análisis de seguridad laboral y los datos de seguridad correspondientes;
- Garantizar una adecuada circulación del aire para reducir la concentración de disolventes en las zonas dedicadas a la extracción de aceite;
- Proporcionar ventilación, especialmente en los puestos de trabajo que impliquen el manejo de materias primas, molturación, manejo de tierras decolorantes y uso de disolventes;
- Mantener la concentración de COV en el aire por debajo del 10 por ciento de los límites explosivos inferiores; El límite explosivo inferior para el hexano se sitúa en el 1,1 por ciento (volumen por volumen [v/v]), mientras que el límite superior es del 7,5 por ciento (v/v);
- Garantizar una adecuada destilación del aceite tras la extracción para eliminar de forma eficaz los disolventes;
- Prevenir las fugas y vertido de aceites en la planta de extracción;
- Controlar la temperatura de inflamación de los aceites extraídos entrantes y emplear controles de temperatura en todas las instalaciones receptoras de los aceites extraídos con disolventes;
- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo (por ejemplo, inspecciones periódicas) que ayude a reducir el riesgo de quemaduras debido al contacto con las tuberías conductoras de vapor de agua y todas las superficies calientes;
- Siempre que sea factible, emplear para la limpieza agua caliente en lugar de disolventes.

## Riesgos físicos

Los riesgos físicos en las plantas dedicadas al procesamiento del aceite vegetal son similares a los descritos para otros sectores de la industria, a saber, las caídas provocadas por suelos y escaleras resbaladizos, choques con vehículos destinados al transporte interno (por ejemplo, camiones) y el contacto accidental con sistemas transportadores (como los empleados en las plantas de triturado y en la eliminación de tierras usadas). Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** incluyen orientaciones sobre la prevención y el control de los riesgos físicos.

## Ruido

Los trabajadores de las plantas de aceite vegetal también pueden verse expuestos al ruido provocado por los vehículos de transporte interno, sistemas transportadores, calderas, bombas, ventiladores, fugas varias de vapor de agua y aire, etc. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** incluyen orientaciones sobre la prevención y el control de los impactos del ruido.

## 1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los impactos en la higiene y seguridad de la comunidad durante la fase operativa de las plantas de procesamiento del aceite vegetal son comunes a la mayor parte de los sectores industriales, incluidos aquellos relacionados con la seguridad del tráfico durante el transporte de materias primas y productos acabados, descritos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Los problemas específicos de la industria que pueden afectar a la comunidad o al público en general se refieren a la posible presencia de patógenos y contaminantes en el aceite procesado (por ejemplo, plaguicidas residuales).

Negocios en principio viables pueden verse perjudicados por la retirada de un producto provocada por la presencia de productos contaminados o adulterados comercializados y atribuibles a una empresa específica. En caso de que la empresa pueda asociar sus productos con números de lote específicos, la retirada consistirá en retirar todos los productos asociados con unos números de lote en concreto.

Gracias a la implementación de programas de seguridad de producto, las empresas pueden protegerse frente a la adulteración, contaminación e impactos de la retirada de productos. Por consiguiente, el procesamiento del aceite vegetal debe ajustarse a la normativa sobre seguridad alimentaria reconocida en el ámbito internacional y cumplir con los principios de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC)<sup>4</sup> y el *Codex Alimentarius* de la FAO/OMS. Los principios recomendados para garantizar la seguridad de producto incluyen:

- Facilitar la detección de productos para su pronta retirada de los circuitos comerciales;
- Institucionalizar plenamente los requisitos previos de APPCC, incluidos:
  - Buenas prácticas de gestión
  - Control de sustancias químicas
  - Mecanismo de quejas de clientes

## 2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

### 2.1 Medio ambiente

#### Guías sobre emisiones y efluentes

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las guías sobre emisiones y efluentes para este sector. Las cantidades correspondientes a las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este

<sup>4</sup> ISO (2005).



sector son indicativas de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos.

**Cuadro 1. Niveles de efluentes para el procesamiento de aceite vegetal**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	pH	6 – 9
DBO <sub>5</sub>	mg/l	50
DQO	mg/l	250
Nitrógeno total	mg/l	10
Fósforo total	mg/l	2
Aceite y grasa	mg/l	10
Total de sólidos en suspensión	mg/l	50
Aumento de temperatura	°C	<3 <sup>b</sup>
Bacterias coliformes totales	MPN <sup>a</sup> / 100 ml	400
Ingredientes activos / Antibióticos	A determinar en cada caso	
Notas:		
<sup>a</sup> NMP = Número Más Probable		
<sup>b</sup> Al borde de una zona de mezcla científicamente establecida que toma en cuenta la calidad del agua ambiente, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación.		

Dichas cantidades pueden alcanzarse en condiciones normales de funcionamiento de instalaciones adecuadamente diseñadas y utilizadas mediante la aplicación de las técnicas de prevención y control de la contaminación que se han analizado en las secciones anteriores de este documento. Estos niveles se deben lograr, sin dilución, al menos el 95% del tiempo que opera la planta o unidad, calculado como proporción de las horas de operación anuales. El incumplimiento de estos niveles debido a las condiciones de determinados proyectos locales se debe justificar en la evaluación ambiental correspondiente. Las guías sobre efluentes se aplican a los vertidos directos de efluentes tratados a aguas superficiales de uso general. Los

niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse basándose en la disponibilidad y condiciones de los sistemas de tratamiento y recolección de aguas de alcantarillado público o, si se vierten directamente a las aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las guías sobre emisiones son aplicables a las emisiones procedentes de la combustión. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones sobre las emisiones asociadas con actividades de producción de energía eléctrica y vapor generadas por una fuente de combustión con capacidad igual o inferior a 50 megavatios térmicos, mientras que las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para energía térmica** contienen disposiciones sobre las emisiones generadas por una fuente de energía más grande. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación sobre cuestiones ambientales teniendo en cuenta la carga total de emisiones.

**Cuadro 2. Niveles de emisiones al aire para el procesamiento de aceite vegetal**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
Polvo	mg/Nm <sup>3</sup>	10 (dry dust) 40 (wet dust)
Hexano / COV	mg/Nm <sup>3</sup>	100
NOTA:		
Para situar los niveles de polvo en los 10 mg/Nm <sup>3</sup> para polvo seco, se aplicarán colectores centrifugos y bolsas filtrantes en ciertos dispositivos de ventilación, por ejemplo, en secadores, refrigeradores y trituradoras de harina. Para lograr niveles de polvo de 40 mg/Nm <sup>3</sup> para polvo húmedo, se aplicarán colectores centrifugos y/o multiciclones. Hexano: Pueden obtenerse valores de 100 mg/normal m <sup>3</sup> mediante el empleo de la mayoría de las técnicas de depuración disponibles, como es la recuperación por destilación de todos los gases de escape derivados del proceso de extracción.		

### Uso de recursos y generación de desechos

Los Cuadros 3 y 4 aportan datos sobre el uso de recursos y la generación de residuos en la industria de procesamiento del aceite vegetal que pueden considerarse indicadores de la

eficiencia en este sector y pueden emplearse para hacer un seguimiento de los cambios del desempeño en el tiempo. Cabe resaltar que el volumen de aguas residuales generado depende de las materias primas procesadas y de la tecnología aplicada. Durante la producción de aceite a base de fruta de palma, a menudo puede limitarse el volumen de aguas residuales a 3–5 m<sup>3</sup>/t de materia prima<sup>5</sup>.

separación		
Vapor motriz	Kg (vapor)	35
Total	kg (vapor)	65
Calor	kg (vapor)	24,2
Electricidad	KWh	5
Nota: Desodorización semicontinua, 0,2% AGL, 0,5% vapor de separación y consumo promedio de electricidad; AGL, ácido graso libre. Fuente: Hui (1996).		

**Cuadro 3. Consumo de recursos y energía**

Insumos por unidad de producto	Unidad	Valor indicativo
<b>Agua<sup>a</sup></b>		
Producción de aceite crudo	m <sup>3</sup> /t materia prima	0,2–14
Neutralización química	m <sup>3</sup> /t producto	1–1,5
Desodorización	m <sup>3</sup> /t producto	10–30
Endurecimiento	m <sup>3</sup> /t producto	2,2–7
<b>Uso de energía durante la desodorización<sup>b</sup></b>		Vapor
Continua		95
Semicontinua	kJ/kg materia prima	220
Lote		440
Para un 1% de eliminación de AGL <sup>c</sup>		3,5
NOTAS: <sup>a</sup> CE (2005) ; <sup>b</sup> Hui (1996) ; <sup>c</sup> AGL: ácido graso libre.		

## 2.2 Higiene y seguridad ocupacional

### Guía sobre higiene y seguridad ocupacional

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: las guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)<sup>6</sup>, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)<sup>7</sup>, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)<sup>8</sup>, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea<sup>9</sup>, u otras fuentes similares.

**Cuadro 4. Ejemplo de desodorización semicontinua**

Parámetro	Unidad	Valor de referencia de la industria
Calor latente de vapor	kJ/g	2000
Volumen de materia prima	Kg	1000
Eliminación de AGL	Kg (vapor)	0,35
Vapor de	Kg (vapor)	5

<sup>5</sup> CE (2005) y el Banco Mundial (1998).

<sup>6</sup> Disponible en <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>

<sup>7</sup> Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/hpg/>

<sup>8</sup> Disponible en [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDA\\_RDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDA_RDS&p_id=9992)

<sup>9</sup> Disponible en [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)<sup>10</sup>.

### **Seguimiento de la higiene y la seguridad ocupacional**

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados<sup>11</sup> como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

<sup>10</sup> Disponible en:  
<http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>11</sup> Los profesionales acreditados pueden incluir higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

### 3.0 Referencias

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), Air Quality Standards and Strategies Division: Vegetable Oil Production: Industry Profile. Preliminary Final Report, febrero de 1998. Elaborado por el Research Triangle Institute. Disponible en [http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil\\_IP.pdf](http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil_IP.pdf)

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1995. AP 42, 5ª ed., vol. I. Cap. 9: Food and Agricultural Industries 9.11.1 Vegetable Oil Processing. Washington, DC: EPA. Disponible en <http://www.epa.gov/ttn/chiefl/ap42/ch09/final/c9s11-1.pdf>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2001. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Solvent Extraction for Vegetable Oil Production. Federal Register 12 de abril de 2001. Washington, DC: EPA. Disponible en <http://www.epa.gov/EPA-AIR/2001/April/Day-12/a8801.htm>

American Oil Chemists' Society. An Important Source for Industrialists on Oil Processing Technologies. Disponible en <http://www.aocs.org>

Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD). Sub-sectoral Environmental Guidelines: Edible Oils, Soap and Candle Manufacture. En Sub-sectoral Environmental Guidelines: Food and beverage. EBRD. Disponible en <http://www.ebrd.org/about/policies/enviro/sectoral/index.htm>  
<http://www.ebrd.org/about/policies/enviro/sectoral/food.pdf>

Danish Working Environment Authority. Threshold Limit Values for Substances and Materials. Copenhagen, Dinamarca: Danish Working Environment Authority. Disponible en <http://www.at.dk/graphics/at/pdf/at-vejledning/gv-liste-april-2005.pdf>

Danish Working Environment Authority. 1993. Limits for Noise at the Work Place. Copenhagen, Denmark: Danish Working Environment Authority. Disponible en <http://www.at.dk/sw10715.asp> [En danés únicamente].

Comisión Europea (CE). 1999. Directiva 1999/13/CE del Consejo de 11 de marzo de 1999 relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones. Consleg 1999L0013 – 30/04/2004. CE. Disponible en [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type\\_doc=Directive](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type_doc=Directive)

Comisión Europea (CE). 2005. Prevención y Control Integrados de la Contaminación, Documento de Referencia provisional sobre las Mejores Técnicas Disponibles en las Industrias de la Alimentación, las Bebidas y la Leche. BREF Finalizado. Enero de 2006. CE. Disponible en <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Comisión Europea (CE). 2006. Prevención y Control Integrados de la Contaminación, Documento de Referencia sobre las Mejores Técnicas Disponibles en las Industrias de la Alimentación, las Bebidas y la Leche. Enero de 2006. CE. Disponible en <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Comisión Europea (CE). 1996. Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC). Disponible en [www.eper-es.es/data/docs/fondo%20documental/directiva\\_ippc.pdf](http://www.eper-es.es/data/docs/fondo%20documental/directiva_ippc.pdf)  
Consolidado: [http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1996/en\\_1996L0061\\_do\\_001.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1996/en_1996L0061_do_001.pdf)

FAO y OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización Mundial de la Salud). 1962–2005. Codex Alimentarius. Ginebra: FAO y OMS. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net>

HSC (Health and Safety Commission). 2005a. Health and Safety Statistics 2004/05. Londres: National Statistics. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/statistics/overall/hssh0405.pdf>

HSC (Health and Safety Commission) 2005b. Rates of Reported Fatal Injury to Workers, Non-Fatal Injuries to Employees and LFS Rates of Reportable Injury to Workers in Manufacturing. Londres: National Statistics. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/manufacturing-ld1.htm#notes>

Hui, Y. H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat product, 5ª ed., vol. 4. John Wiley & Sons.

India EPA. 1998. Liquid Effluent Standards — Category: 25. Edible Oil and Vanaspati Industry. EPA Notification S.O. 64(E), 18 de enero de 1998. India EPA. Disponible en <http://www.cpcb.nic.in/standard25.htm>  
[http://www.cpcb.nic.in/standard\\_welcome.htm](http://www.cpcb.nic.in/standard_welcome.htm)

Irish EPA (Agencia de Protección Ambiental). 1996. BATNEEC Guidance Note, Class 7.1, Manufacture of Vegetable and Animal Oils And Fats (Draft 3). Irlanda: EPA. Disponible en <http://www.epa.ie/Licensing/IPPC/Licensing/BATNEECGuidanceNotes/FileUpload/556.en.DOC>

ISO (Organización Internacional para la Estandarización). 2005. ISO 20000 — 2005: Food Safety Management Systems. Requirements for Any Organization in the Food Chain. ISO. Disponible en <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=35466&ICS1=67&ICS2=20&ICS3>

México. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. Publicada en Diario Oficial de la Federación de Fecha 6 de Enero de 1997. [Norma Oficial Mexicana -001-ECOL- 1996]. Disponible en [http://www.rolac.unep.mx/deramb/compendio\\_legislacion/LegislacionNacionalMexicana/Normas/Areas/NormasSEMARNAT/LIMITES%20MAXIMOS%20PERMISIBLES%20DE%20CONTAMINANTES%20EN%20LAS%20DESCARGA.pdf](http://www.rolac.unep.mx/deramb/compendio_legislacion/LegislacionNacionalMexicana/Normas/Areas/NormasSEMARNAT/LIMITES%20MAXIMOS%20PERMISIBLES%20DE%20CONTAMINANTES%20EN%20LAS%20DESCARGA.pdf)

MOEA (Minnesota Office of Environmental Assistance). Vegetable Oil Processing Including SICs: Soybean Oil Mills, 2075 Vegetable Oil Mills, Except Corn, Cottonseed, and Soybean 2076. Shortening, Table Oils, Margarine, And Other Edible Fats And Oils, 2079. MOEA. Disponible en <http://www.moea.state.mn.us/publications/SIC2079.pdf>

Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos (US BLS). 2004a. Industry Injury and Illness Data — 2004. Supplemental News Release Tables. Table SNR05: Incident Rate and Number of Nonfatal Occupational Injuries by Industry. BLS. Disponible en <http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/ostb1479.pdf>

Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos (US BLS). 2004b. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. Number and Rate of Fatal Occupational Injuries by Private Industry Sector. BLS. Disponible en <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0003.pdf>

Thailand MOSTE (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 1996. Industrial Effluent Standard. Fuente: Notificación n.º. 3, B.E.2539 (1996). MOSTE. Disponible en [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/en\\_reg\\_std\\_water04.html#s1](http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1)

Water Environment Federation. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. Disponible en: [www.standardmethods.org](http://www.standardmethods.org)

## Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

La industria de procesamiento del aceite vegetal extrae y procesa los aceites y grasas de origen vegetal. Los aceites y grasas vegetales se fabrican principalmente para el consumo humano, aunque también se emplean para la alimentación animal y para ciertas aplicaciones técnicas. En algunos países en desarrollo, la producción de aceite crudo de palma (ACP) se lleva normalmente a cabo en fábricas de ACP asociadas con las plantaciones. El ACP se transporta luego hasta las refinerías de todo el mundo. No obstante, un porcentaje considerable del ACP se procesa a nivel local y se exporta como aceite refinado, decolorado y desodorizado.

El Gráfico A-1 contiene un diagrama de flujos simplificado que representa la producción del aceite vegetal. Las principales fases del proceso de elaboración del aceite vegetal son la extracción, el refinado, otras modificaciones y la desodorización.

### Extracción

El aceite se extrae de granos, semillas, frutos secos y frutas. Las materias primas se transportan a las instalaciones y se almacenan antes de su procesamiento inicial. El tipo de almacenamiento depende de la materia prima (por ejemplo, la soja se almacena en elevadores de grano). Las materias primas se preparan con una amplia gama de procesos, incluyendo su limpieza, secado, trituración, acondicionamiento y prensado. Los granos se procesan en copos de forma que se expongan las células del aceite, facilitando la extracción del aceite, y las frutas se prensan para extraer el aceite. Los problemas ambientales, de salud y seguridad relacionados con la fase de preparación de las materias primas incluyen las emisiones de partículas (por ejemplo, derivadas de la limpieza y el secado) y los residuos sólidos (por ejemplo, los racimos de fruta vacíos [EFB]) generados por las operaciones de trillado, junto con palos, tallos, vainas, arena y suciedad.

La extracción del aceite puede realizarse mecánicamente (por ejemplo, cociendo las frutas y prensando las semillas y frutos secos) o en combinación con disolventes. Durante la extracción con disolventes, el hexano se utiliza para lavar las materias primas procesadas, normalmente en un extractor a contracorriente. A la extracción suele seguir el espumado (aceites cocidos) o la filtración (grasas prensadas) y la separación del aceite crudo y la mezcla de disolvente-aceite (micela). El hexano se separa del aceite mediante la destilación y de los copos mediante el vapor de agua en un desolventizador, recuperándose para su reutilización una vez condensado y separado del agua. Los procesos de recuperación para los copos destinados para consumo animal suelen recurrir a la destilación convencional para eliminar el hexano en un desolventizador-tostador. Los copos desolventizados se muelen a continuación para emplearse como harina (por ejemplo, harina de soja). El proceso empleado para los copos destinados al consumo humano se basa fundamentalmente en la destilación instantánea o 'flash', donde el hexano sobrecalentado se destila al vacío, seguida de la separación con vapor. La destilación instantánea elimina más hexano residual de los copos, pero también emplea más energía y genera más emisiones que el proceso convencional<sup>12</sup>.

### *Un ejemplo de extracción de aceite de palma<sup>13</sup>*

La palma se procesa para producir aceite crudo de palma y aceite crudo de palmiste. La fruta crece en racimos a lo largo de un tallo central con ramas más bien parecido a las uvas y consiste en una pulpa oleosa rodeada de una piel dura que contiene semillas (o pepitas) en la pulpa. El aceite de palma se extrae de la pulpa y el aceite de palmiste se extrae de la semilla. Durante la cosecha, los racimos se cargan en camiones

<sup>12</sup> MOEA.

<sup>13</sup> Hui (1996).



o vagonetas y se transportan hasta las instalaciones de extracción. Los vehículos esterilizadores ruedan hasta las cámaras esterilizadores cilíndricas, y el vapor se rocía en la cámara. El calor sirve para esterilizar la fruta e impedir la actividad bacteriana o enzimática que pueda afectar negativamente al aceite. El tiempo transcurrido en la cámara de esterilización dependerá del tamaño y grado de madurez de la fruta.

Una vez finalizada la esterilización, las frutas se separan de los tallos con los equipos de trillado y luego se lavan antes de transportarse a una extrusora de husillo doble que exprime el aceite de palma. Siempre que sea posible, se devolverán los EFB a las plantaciones, donde se dispersarán junto con los despojos de los árboles por el suelo para su biodegradación. El aceite de palma extraído se clarifica en un decantador continuo o tanque de sedimentación para eliminar el agua y la materia sólida. La torta procedente de la prensa de husillo consiste en sólidos húmedos de pulpa, pepitas (o semillas) y piel externa de la fruta. El aceite de palmiche se separa de la fibra y los detritos celulares y se acondiciona disminuyendo su nivel de humedad de modo que la carne se desprenda de la cáscara. A continuación, las pepitas se trituran y la carne se separa de las cáscaras mezclándolas en un gel acuoso de arcilla o sal de tal forma que las pepitas floten y las cáscaras se hundan; o bien se mezclan con agua y se pasa la mezcla por un colector centrífugo líquido (las cáscaras más pesadas se hunden y la carne más ligera flota hasta la superficie). Las carnes se secan luego y se envían para su almacenamiento antes del prensado en prensas de husillo, empleado para producir el aceite de palmiche.

## Refinado

El aceite crudo se refina para eliminar las impurezas no deseadas, tales como gomas, ácidos grasos libres (AGL), restos de metales, componentes colorantes y componentes

volátiles. Durante la fase de refinado, los AGL se reducen a niveles inferiores al 0,1 por ciento en el aceite refinado mediante el refinado químico o físico. Si es posible, deberá optarse por el refinado físico del aceite crudo antes que por su refinado químico, ya que las tierras decolorantes empleadas en dicho proceso tienen un menor impacto ambiental. Por su parte, el refinado químico genera un producto de mayor calidad en términos de niveles inferiores de AGL, vida en almacenamiento más prolongada y una mayor fiabilidad del proceso<sup>14</sup>.

Una vez completado el refinado, podrá aplicarse el descudado al aceite crudo. El descudado es un paso esencial en el proceso de refinado físico, porque el contenido en fosfátido del aceite que pasa a la fase de desodorización final debe ser inferior. El descudado también se usa en combinación con el refinado químico. Los métodos de descudado pueden ser ácidos o enzimáticos. Durante el descudado ácido, se añade ácido fosfórico para eliminar los fosfátidos, fosfolípidos y lecitinas. El aceite descudado tiene un contenido en fósforo por debajo de las 30 partes por millón (ppm). Puede emplearse ácido cítrico en lugar de ácido fosfórico, que entraña una serie de ventajas, incluidos una menor carga de fósforo en las aguas residuales y una leve reducción en la cantidad de lodos generados. El descudado enzimático emplea la hidrólisis enzimática de los fosfátidos. Las ventajas ambientales de este método son el consumo reducido de ácido fosfórico y sulfúrico, soda cáustica, agua y energía.

### *Refinado químico*

Las técnicas convencionales de refinado químico implican la fase de descudado para eliminar los fosfolípidos, la neutralización para eliminar los AGL y el blanqueo para la decoloración y desodorización. Durante el descudado, el agua se añade para hidratar las gomas presentes, centrifugándose

<sup>14</sup> CE (2006).

entonces la mezcla por separación. Las gomas no hidratables se eliminan empleando ácido fosfórico o cítrico antes de añadir el agua y proceder a la separación en una centrifugadora.

Durante el descrudado, se añade soda cáustica al aceite, que se ha calentado previamente a 75°C -110°C para saponificar los AGL. Este proceso da lugar principalmente a dos productos: el aceite semirefinado y la pasta de neutralización. La pasta de neutralización se elimina por precipitación seguida de la sedimentación o el centrifugado y puede procesarse posteriormente mediante la purificación para obtener aceites ácidos. La pasta de neutralización se calienta a 70°C -100°C y reacciona al ácido sulfúrico para transformar los ácidos grasos. Los subproductos resultantes pueden venderse al sector de pinturas y cosméticos, así como a la industria de alimentos para animales. El aceite neutralizado se decolora para eliminar las sustancias colorantes y otros constituyentes menores.

### *Refinado físico*

El refinado físico es un proceso más sencillo en el que el aceite crudo se descruza y decolora, y luego se separa mediante vaporización para eliminar los AGL, olores y COV en un solo paso. Se puede emplear un pretratamiento físico para obtener un reducido contenido en fosfolípido mediante el descrudado y las tierras decolorantes. A continuación, los AGL pueden separarse del aceite pretratado físicamente empleando vapor en un vacío a temperaturas de aproximadamente 250°C y refinarse circulando el aceite por una serie de bandejas a contracorriente del flujo de vapor de separación. Las fases previas de neutralización no son necesarias al combinarse la neutralización y la desodorización. Posteriormente, se utiliza un lavador para condensar el grueso de la grasa presente en los vapores como producto libre de agua<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> CE (2006).

## Otras modificaciones

### *Hidrogenación*

La mayoría de las instalaciones llevan a cabo la hidrogenación para producir grasas con mayor capacidad de retención y puntos de fusión más elevados. La hidrogenación suele realizarse dispersando el gas de hidrógeno en el aire en presencia de un catalizador de níquel finamente dividido y con un soporte de tierras de diatomeas. Las grasas hidrogenadas resultantes se filtran para eliminar el catalizador de hidrogenación, se someten a tierras decolorantes ligeras y se desodorizan antes de considerarse apto para consumo. Después del endurecimiento, el aceite se mezcla con una solución acuosa para producir una emulsión. A continuación, la mezcla emulsionada se pasteuriza, enfría y cristaliza para obtener el producto final<sup>16</sup>.

### *Interestificación*

La interestificación conlleva la separación de triglicéridos en ácidos grasos y glicerina seguida de su recombinación. La reacción se lleva a cabo empleando ácido fosfórico o cítrico con un catalizador que suele ser de metanolato de sodio. Mediante la interestificación, que puede realizarse después de la neutralización o desodorización, se modifican las propiedades funcionales del aceite tratado.

### **Desodorización**

Durante la desodorización, las tierras decolorantes se destilan con vapor a bajas presiones para eliminar las impurezas volátiles, incluidos olores y sabores no deseados. Los componentes volátiles se eliminan de la materia prima empleando vapor en un proceso que puede durar de 15 minutos a 5 horas. Los vapores procedentes del desodorizador contienen aire, vapor de agua, ácidos grasos y otras variables.

Antes de acceder al depósito, los vapores pasan por un lavador, pulverizándose un líquido de lavado en la corriente de vapor. Los ácidos grasos y sustancias volátiles se condensan parcialmente en las gotículas de lavado o en el material de envasado. Con este proceso se obtienen aceites y grasas plenamente refinados y consumibles<sup>17</sup>.

### Consumo de recursos

Las instalaciones de procesamiento de aceite vegetal utilizan energía para calentar el agua y producir vapor para las aplicaciones de proceso (especialmente, las de la purificación de glicerina primaria y la desodorización) y procesos de limpieza. El consumo de energía dependerá del tipo de aceite producido (por ejemplo, la energía necesaria para prensar en frío el aceite de oliva es el doble que la empleada en el prensado en caliente de semillas oleaginosas).

El agua se utiliza principalmente para la neutralización y la desodorización, y ambos procesos generan aguas residuales con alta carga orgánica. Las sustancias químicas empleadas más frecuentemente son álcalis tales como la soda cáustica y el carbonato sódico; ácidos como el ácido fosfórico, cítrico y sulfúrico; los catalizadores Ni; y los metilatos. En ocasiones se recurre a disolventes como la acetona, el etanol y el metanol en lugar del hexano o como complemento a éste en el proceso de extracción. Una concentración relativamente baja de hexano puede provocar problemas de salud, mientras que otras sustancias químicas peligrosas, incluidos los ácidos fuertes y bases, plantean riesgos notables para la higiene y la seguridad.

Durante la producción primaria de aceite vegetal, a menudo se lleva a cabo el procesamiento adicional de residuos para fabricar ciertos subproductos, como aceites destinados al consumo animal y productos farmacéuticos. Este

procesamiento puede reducir la generación de residuos sólidos, incluidas fracciones tales como las tierras decolorantes usadas, que pueden reutilizarse para producir energía mediante la incineración directa o la producción de biogás, ya sea en el emplazamiento o fuera de él. El ácido cítrico y el ácido fosfórico pueden emplearse indistintamente en las operaciones de descrudado.

<sup>16</sup> CE (2006).

<sup>17</sup> CE (2006).

*Gráfico A-1 Producción de aceite vegetal*

