

TEMA

55

PROCESOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de los temas

Tecnología de la extracción de otros aceites y grasas. Procesos, diagramas, secuencia. Fases, descripción, transformaciones producidas. Variables a controlar, su influencia. Locales e instalaciones, requerimientos, características, distribución de espacios. Equipos, necesidades, capacidad, selección.



elaborado por
EL EQUIPO DE PROFESORES
DEL CENTRO DOCUMENTACIÓN

GUIÓN - ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. PROCESOS, DIAGRAMAS, SECUENCIA**
 - 2.1. Las semillas oleaginosas
 - 2.1.1. Características
 - 2.1.1.1. Algodón
 - 2.1.1.2. Cacahuete
 - 2.1.1.3. Colza
 - 2.1.1.4. Cáñamo
 - 2.1.1.5. Girasol
 - 2.1.1.6. Soja
 - 2.1.1.7. Germen de maíz
 - 2.1.2. Almacenamiento de semillas oleaginosas
 - 2.1.3. Secado de las semillas
 - 2.1.4. Equipos de transporte
 - 2.1.5. Preparación de las semillas oleaginosas
 - 2.1.6. Extracción del aceite
 - 2.1.6.1. Extracción de aceite por presión
 - 2.1.6.2. Extracción de aceite por disolventes
 - 2.1.7. Proteínas obtenidas de harinas de semillas oleaginosas
 - 2.2. Aceites y grasas de origen animal
- 3. FASES, DESCRIPCIÓN, TRANSFORMACIONES PRODUCIDAS**
- 4. VARIABLES A CONTROLAR, SU INFLUENCIA**
- 5. LOCALES E INSTALACIONES, REQUERIMIENTOS, CARACTERÍSTICAS, DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS**
- 6. EQUIPOS, NECESIDADES, CAPACIDAD, SELECCIÓN**

BIBLIOGRAFÍA

- BELIZT, H.D. **Química de los alimentos.** Ed. Acribia, 1987.
- BERNARDINI, E. **Tecnología de aceites y grasas.** Ed. Alhambra, 1986.
- CENZANO, I. y col. **Nuevo manual de industrias alimentarias.** Ed. Mundi-Prensa, 1993.
- CHEFTEL, J.C. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.** Tomos I, II. Ed. Acribia, 1980, 1982.
- MADRID, A. y CENZANO, I. **Manual de aceites y grasas comestibles.** Ed. Mundi-Prensa, 1997.
- MADRID VICENTE, A. **Producción, análisis y control de calidad de aceites y grasas comestibles.** Ed. Mundi-Prensa, 1987.
- PRIMO YUFERA, E. **Química agrícola. III. Alimentos.** Ed. Alhambra, 1987.

– **Reglamentación Técnico-Sanitaria de aceites vegetales comestibles** (Real Decreto 308/1983 de 25 de enero, modificado por el R.D. 2.909/1995 de 24 de noviembre).

REVISTAS CIENTÍFICAS

- **Alimentación, equipos y tecnología.**
- **Alimentaria.**
- **Grasas y aceites.**

COMENTARIO BIBLIOGRÁFICO

Estos libros constituyen una importante base para el estudio de la obtención y la tecnología de aceites y grasas comestibles, también se cita la reglamentación técnico-sanitaria de aceites vegetales comestibles de aplicación actual y las principales revistas especializadas del sector como puntos de referencia importantes en el estudio de aceites y grasas comestibles.

1. INTRODUCCIÓN

Este tema se centra en la tecnología de obtención del aceite de semillas oleaginosas y de otros aceites y grasas de origen animal, se realizará una descripción de las distintas fases del proceso y se evaluarán las transformaciones producidas. Asimismo se indican las variables de más influencia.

Teniendo en cuenta que todos estos aspectos están muy relacionados entre sí, se ha considerado que el tratamiento combinado de los mismos resultaría más pedagógico, más completo y equilibrado, así en el desarrollo del tema no se encuentran distribuidos por apartados o subcapítulos, sino que se han tratado todos en conjunto de manera que se pueden establecer las relaciones que existen entre ellos, resultando así más homogéneo y equilibrado que si fueran tratados por separado. De esta manera se consigue poseer una visión de conjunto y coordinada de los procesos de obtención y elaboración de los aceites de semillas oleaginosas y otros aceites y grasas.

Finalmente se estudian los requerimientos, características y distribución de los locales e instalaciones.

2. PROCESOS, DIAGRAMAS, SECUENCIA

2.1. LAS SEMILLAS OLEAGINOSAS

2.1.1. Características

A continuación veremos algunas semillas oleaginosas y sus características. Para cada una, se estudiarán los siguientes aspectos:

- Origen.
- Características principales.
- Composición.
- Producción.
- Esquema de proceso más idóneo.
- Utilización de los productos y subproductos.

2.1.1.1. Algodón

La semilla de algodón está contenida en un fruto constituido de las siguientes partes:

- 6-14% **linter o borra**, residuo textil unido a la cáscara.
- 30-40% **cáscara**.
- 50-60% **almendra**.

La composición de la semilla es aproximadamente la siguiente:

- Agua 7-11%.
- Sustancias nitrogenadas 15-21%.
- Celulosa 15-23%.
- Grasa 17-23%.
- Cenizas 3-5%.
- Sustancias extractivas no nitrogenadas 22-32%.

Del procesado de la semilla se obtienen los siguientes productos:

- **Linter o barra** (fibra corta de algodón).
- **Aceite de algodón**, usado para la obtención de productos alimentarios (aceite, shortenings, margarina).
- **Harina de algodón** destinada a la alimentación animal.

La harina de algodón no debe contener **gosipol**, pigmento venenoso presente en la semilla. La eliminación de este producto se realiza por calentamiento de la semilla en presencia de humedad.

El procesado de la semilla se realiza de dos formas, según si la semilla deslintada se descascarilla o no.

Si se trabaja descascarillado, en las fábricas que disponen de modernas instalaciones de extracción por solvente, la sección de presión puede estar constituida por una simple laminación de la semilla.

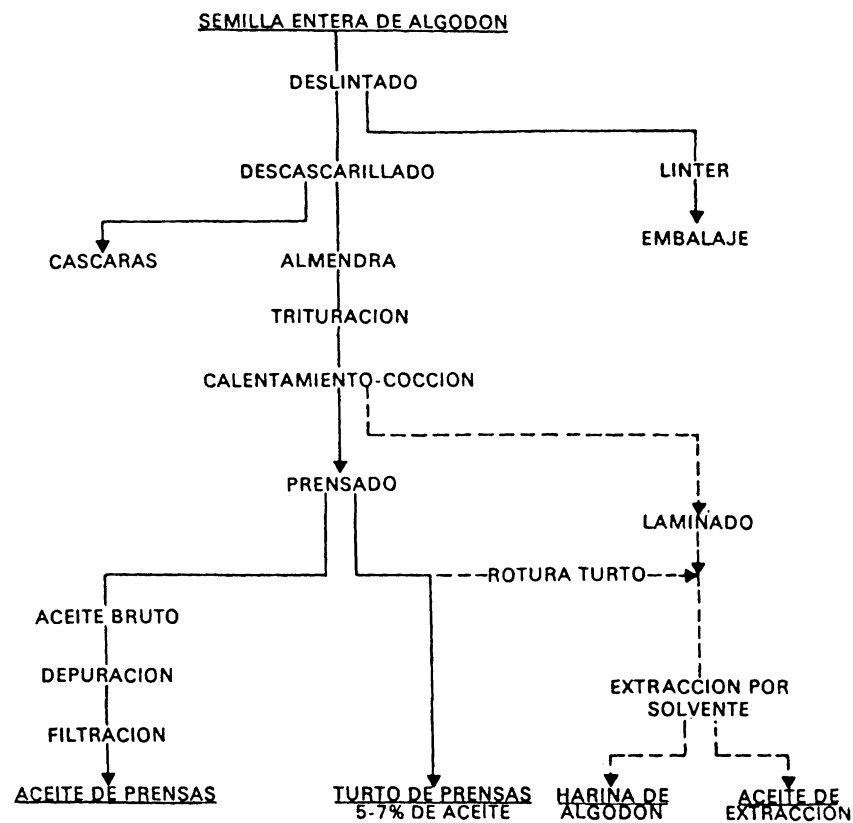


Figura 1. Esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de algodón descascarillada

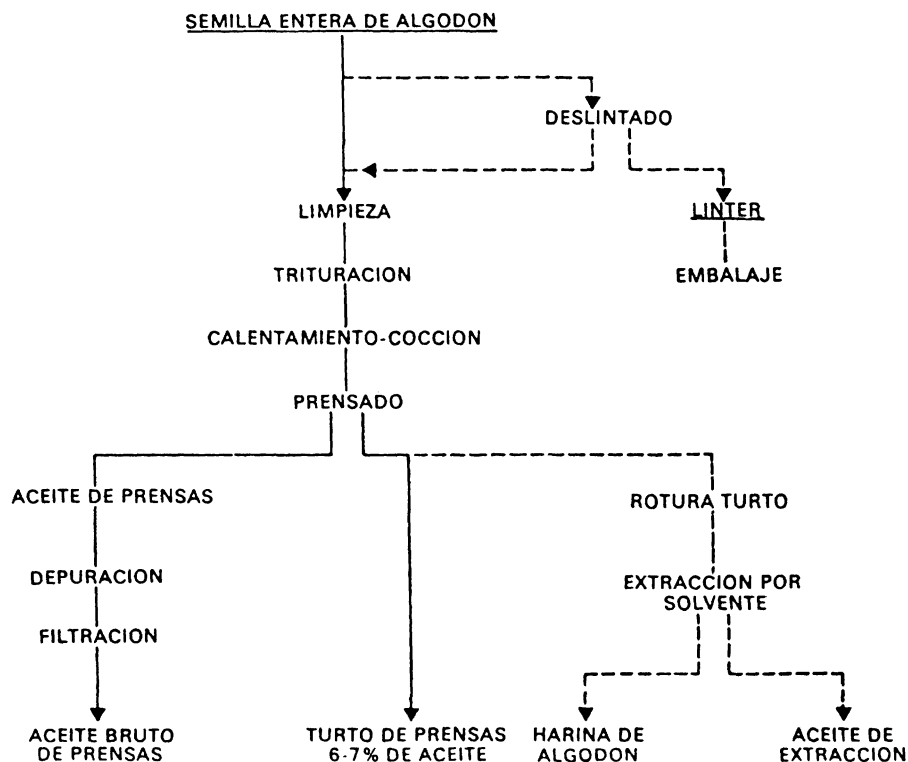


Figura 2. Esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de algodón sin descascarillar

2.1.1.2. Cacahuete

Procede de una planta de la familia de las leguminosas.

El fruto se desarrolla bajo tierra y se compone de una vaina de 2 a 4 cm de color amarillo claro. Esta vaina contiene de 3 a 7 semillas. Cada semilla está recubierta de una película marrón rojiza.

La semilla de cacahuete descascarillada tiene la composición media siguiente:

- Agua 12-13%.
- Proteína 27%.
- Aceite 38%.
- Sustancias extractivas no nitrogenadas 19%.
- Celulosa 2%.
- Cenizas 2%.

La torta proteica obtenida en el proceso de extracción por disolvente se usa para la alimentación animal siempre que no contenga aflatoxinas.

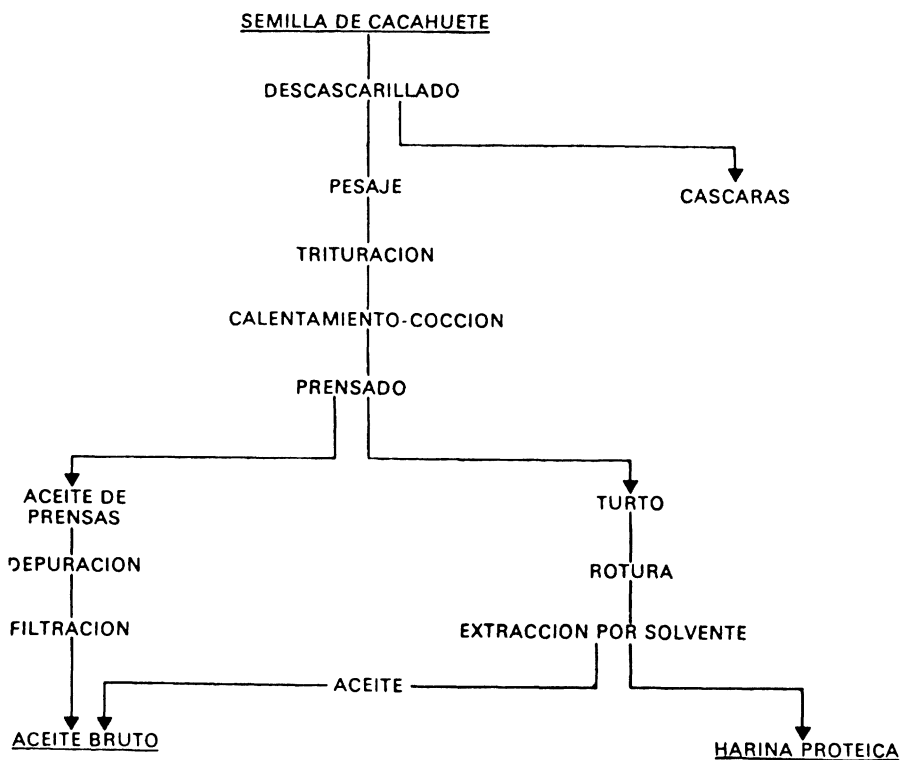


Figura 3. Esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de cacahuete

2.1.1.3. Colza

Procede de una planta perteneciente a la familia de las crucíferas. Las semillas de colza se encuentran en una vaina que encierra varias unidades. Las semillas son esféricas y su color varía del amarillo al rojo oscuro.

La composición de la semilla de colza oscila entre los siguientes límites:

- Agua 5-7%.
- Sustancias nitrogenadas 19-22%.
- Aceite 38-48%.
- Sustancias no nitrogenadas 10-24%.
- Celulosa 6-15%.
- Cenizas 4-6%.

La semilla de colza contiene pequeñas cantidades de azufre, en forma de compuestos sulfurados (sinigrina), que en presencia de agua dan lugar a esencia de mostaza. Por esta razón la harina de colza no es muy adecuada por sí misma para la alimentación animal. Se usa en mezclas como fertilizante.

El aceite de la semilla, se usa para consumo humano previa refinación.

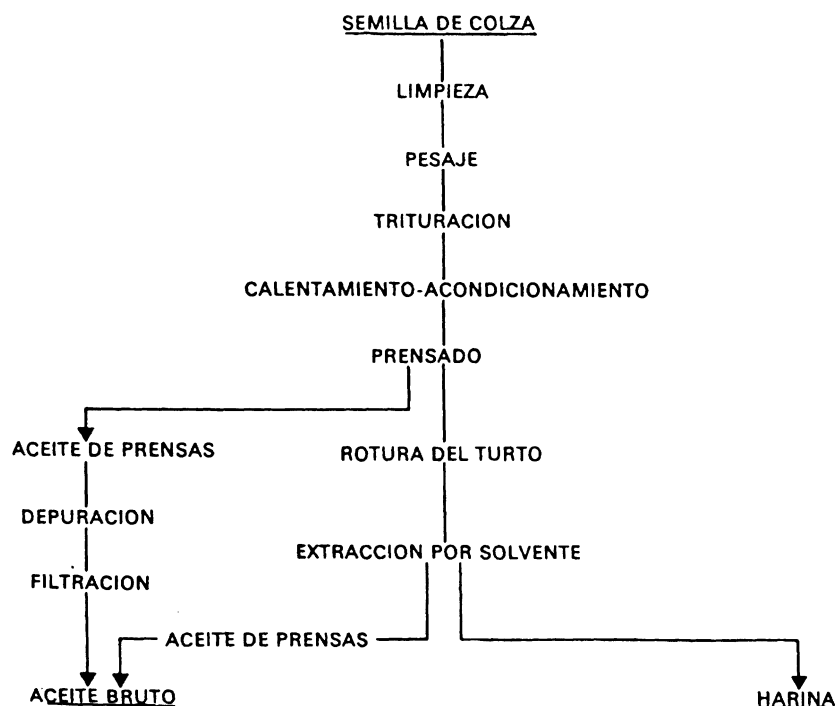


Figura 4. Esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de colza

2.1.1.4. Cáñamo

Las semillas de cáñamo (cañamón) tienen forma oval aplastada, una cáscara gris-verdosa y su composición aproximada es:

- Agua 9%.
- Sustancias nitrogenadas 18%.
- Aceite 32%.
- Sustancia extractiva no nitrogenada 21%.
- Celulosa 15%.
- Cenizas 4%.

La semilla de cáñamo se procesa para obtener aceite y harina proteica para la alimentación animal.

El esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de cáñamo es el siguiente:

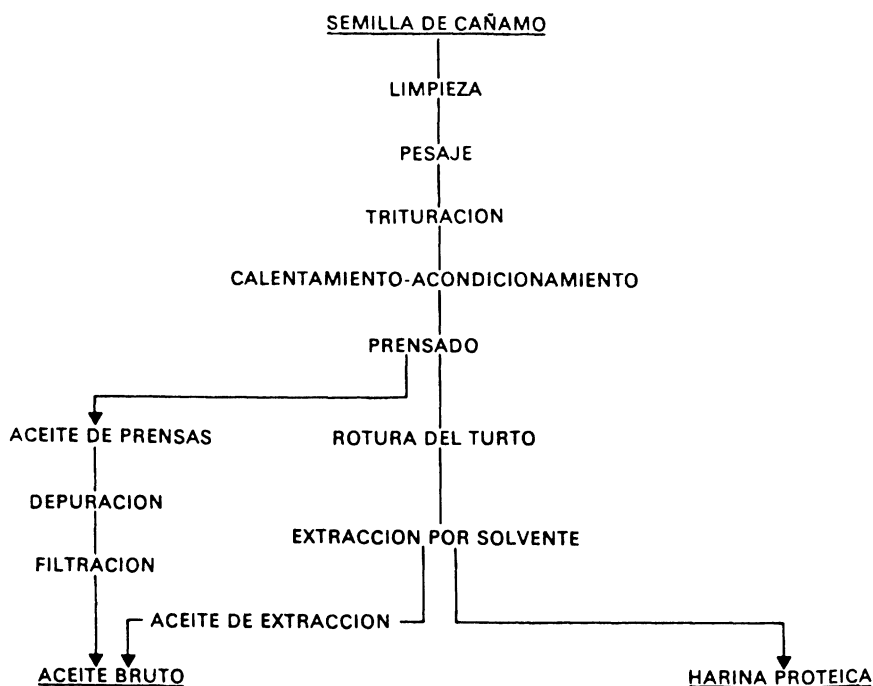


Figura 5. Esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de cáñamo

2.1.1.5. Girasol

Es la semilla de la planta *Helianthus annuus* perteneciente a la familia de las compuestas.

Hoy día es una de las mejores plantas oleaginosas ya que el aceite que de ella se extrae es de óptima calidad. Disponiendo de un terreno adecuado, el cultivo del girasol es fácil y bastante rentable.

La composición media de la semilla de girasol es la siguiente:

- Agua 10%.
- Sustancias nitrogenadas 9%.
- Grasa 29%.
- Sustancias extractivas no nitrogenadas 13%.
- Fibra bruta 30%.
- Cenizas 2%.

Cada 100 kilogramos de semilla dan como media de 30 a 40 kilogramos de cáscara y de 60 a 70 kilogramos de almendra.

El contenido medio en aceite de la semilla es del 29 al 30% y el de la almendra es del 45 al 55%.

Las tortas que provienen del procesamiento de las semillas no descascarilladas constituyen un buen alimento animal.

El esquema normal de trabajo de la semilla de girasol aparece en la siguiente figura:

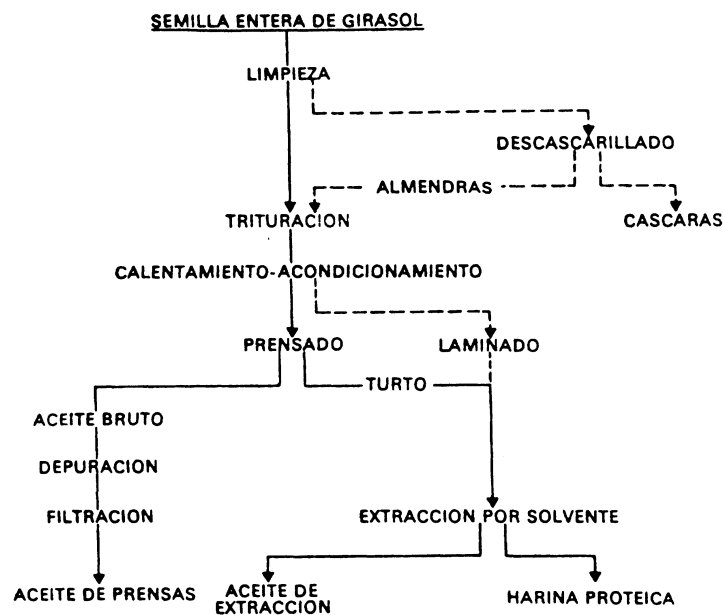


Figura 6. Esquema de proceso para el tratamiento del girasol

Cuando se trabaja en modernas plantas de extracción por solvente, el prensado se puede sustituir por un simple laminado. La moderna tecnología se orienta hacia procesos que eliminen la etapa de presión.

2.1.1.6. Soja

La semilla de soja se obtiene de distintas plantas de *Glycine sp.* Las semillas están incluidas en una vaina y tienen forma de pequeñas judías.

Hay distintas variedades, pero sólo algunas son adecuadas para la extracción de aceite.

El contenido en aceite varía entre el 15-23% según la especie, la más apreciada es *Glycine hispida*. Existen distintas calidades desde la calidad especial hasta la calidad 4^a.

Las primeras calidades se emplean fundamentalmente como producto alimenticio directo en algunos países de Asia, el resto de las calidades se utilizan en usos industriales.

En el procesado de la soja no se generan subproductos, ya que todos los productos que se obtienen son de un gran valor.

La composición media de la semilla de soja amarilla es la siguiente:

- Agua 8-10%.
- Grasa 17-20%.
- Sustancias nitrogenadas 38-40% (como se puede observar las semillas de soja son ricas en sustancias nutritivas).
- Sustancia no nitrogenada 26-29%.
- Fibra bruta 5%.
- Cenizas 5%.

Durante el proceso de refinado del aceite de soja se obtiene una importante cantidad de lecitina. También se puede extraer de la semilla de soja caseína para su uso en la industria de productos plásticos, pinturas etc.

Igualmente de estas semillas se obtienen harinas de elevado valor nutritivo que se utilizan para elaborar pastas, harinas, etc...

La semilla de soja se procesa tal y como aparece en el siguiente esquema:

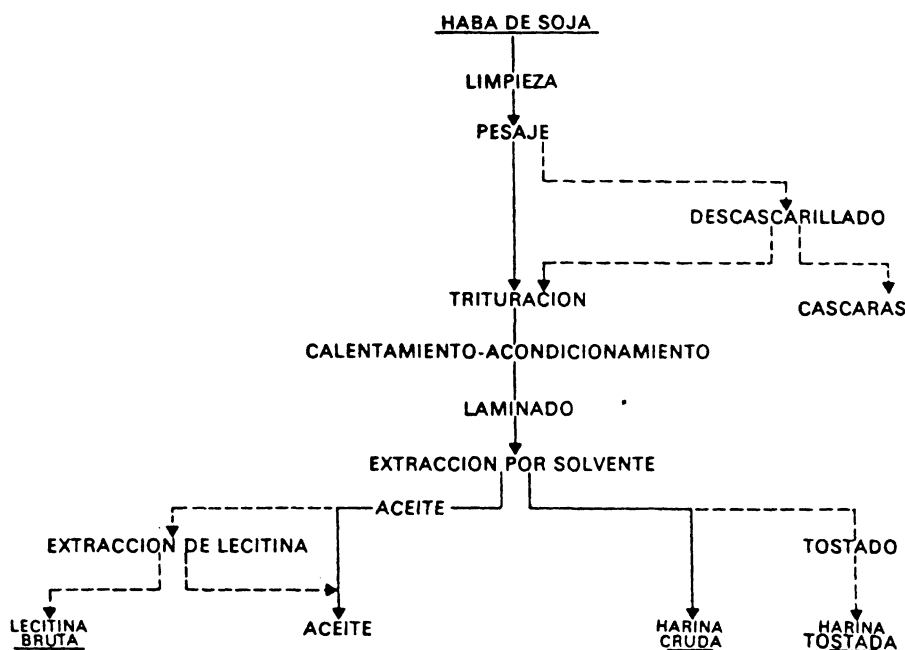


Figura 7. Esquema de proceso para el tratamiento de la semilla de soja

2.1.1.7. Germen de maíz

Se obtiene el germen de maíz separándolo de la semilla en las modernas plantas de molturación del grano, que disponen de máquinas apropiadas para ello. El peso del germen representa del 4 al 6% de la almendra.

La composición del germen en estado natural es la siguiente:

- Agua 35-45% (si no se deseca inmediatamente sufre fermentaciones y aumento de la acidez de la sustancia grasa).
- Grasa 15-20%.
- Sustancias nitrogenadas y no nitrogenadas 40-50%.
- Cenizas 2-8%.

El germen desecado tiene la siguiente composición:

- Agua 5-7%.
- Grasa 30-35%.
- Sustancias nitrogenadas y no nitrogenadas 55-60%.
- Cenizas 3-5%.

El esquema del proceso del germen de maíz aparece en la siguiente figura:

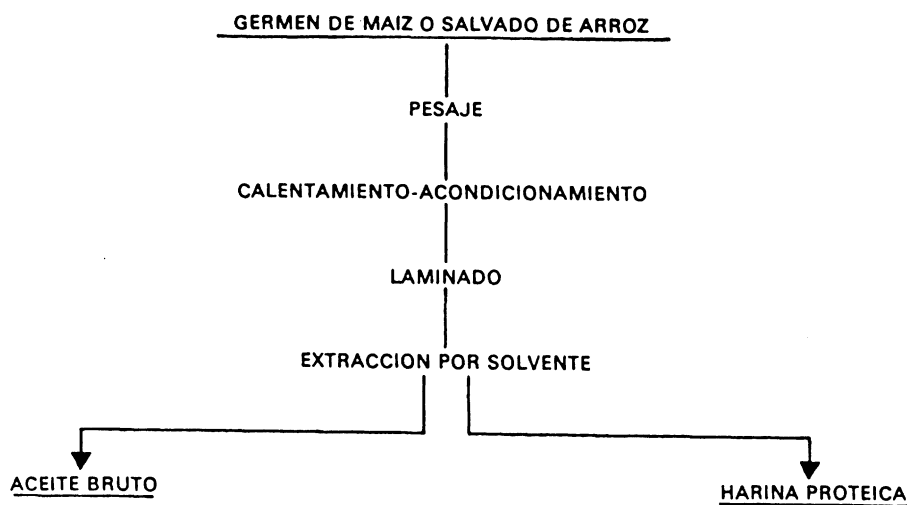


Figura 8. Esquema de proceso para el tratamiento del germen de maíz o salvado de arroz

2.1.2. Almacenamiento de semillas oleaginosas

El almacenamiento de las semillas oleaginosas presenta algunas dificultades debidas a varias causas:

- Naturaleza de la semilla.
- Humedad.
- Posibilidad de fermentaciones.

En cuanto a la naturaleza de la semilla indicar que las semillas pueden presentarse bajo diversas formas, bien como pequeñas esferas (colza), bien como esferas mayores (soja, cacahuete), como cuerpos ovoides (girasol), bien de forma esferoidal recubierta de pelusa (algodón) o bien bajo forma de harina granulada (germen de maíz).

La humedad de la semilla tiene una gran importancia para una buena conservación de la misma. Normalmente se almacenan con una humedad del 5 al 7%. Si la semilla tiene una humedad superior al 8% debe realizarse un secado previo al almacenamiento.

Los secaderos más utilizados en la industria del aceite son de varios tipos:

- **Secaderos de cilindros rotativos.**
- **Secaderos celulares verticales.**
- **Secaderos calentados por vapor.**

Uno de los mayores peligros que se presenta es la posibilidad de producirse fenómenos de fermentación debidos a enzimas que contienen las semillas. Si las condiciones son favorables para el desarrollo de dichas enzimas su acción da origen a fenómenos de fermentación de repercusiones considerables.

Las condiciones necesarias para que una enzima pueda desarrollar actividad fermentativa son humedad y temperatura.

Para evitar este problema es necesario que se disponga de instalaciones de secado y refrigeración.

Se debe dotar a los silos de instalaciones de alarma y control. Estos equipos consisten en termómetros instalados en varios puntos de cada celda que registran las temperaturas de manera que los sistemas actúan cuando la temperatura supera ciertos niveles. También se debe disponer de un sistema de transportadores de forma que se pueda vaciar rápidamente una celda pasando su contenido a otra vacía con el fin de bajar la temperatura durante el trasvase.

Por todo ello un sistema de almacenamiento debe disponer de las siguientes condiciones:

- Señalización y alarmas.
- Eficiente sistema de trasvase.
- Disponibilidad de, al menos, una celda vacía para operaciones de trasvase.

Silos para semillas

Los silos para semillas pueden clasificarse en cuatro grandes categorías:

- **Silos metálicos** con celdas verticales.
- **Silos de hormigón** con celdas verticales.
- **Silos para productos en montón.**
- **Silos especiales.**

La elección del tipo de silo depende de distintos factores, especialmente los climáticos.

El silo metálico vertical se instala en países donde las temperaturas no son muy altas. Los silos de hormigón se instalan en lugares donde las temperaturas son elevadas (35-45°C).

Los silos metálicos son menos costosos pero más caros de mantener. Los de hormigón tienen un coste de instalación más elevado pero no requieren grandes gastos de mantenimiento.

Los silos de celdas verticales pueden ser de sección circular, octogonal o cuadrada.

La carga de los silos se hace normalmente por arriba y el vaciado se suele hacer con un extractor inclinado, tipo tornillo sin fin; este extractor saca desde el centro de la base del silo.

2.1.3. Secado de las semillas

El contenido en agua de una semilla es un factor que tiene gran importancia durante las distintas etapas del procesado de la misma. Por ello es necesario la regulación y control de la humedad con equipos adecuados.

La eliminación del agua exige instalaciones especiales, denominadas **secaderos**. Los tipos de secaderos más utilizados en la industria que trata semillas oleaginosas son dos:

- **Secaderos de celdas verticales.**
- **Secaderos rotativos horizontales.**

Los **secaderos de celdas verticales** se utilizan para disminuir el contenido de humedad de las semillas oleaginosas cuando se van a almacenar en silos.

Estos secaderos están constituidos por una cámara vertical en el interior de la cual están colocadas placas desviadoras en forma tal que obligan a las semillas a realizar un largo recorrido en sentido vertical al caer por gravedad. En su caída, la semilla encuentra una corriente que produce el secado.

Este tipo de secadero tiene los siguientes elementos principales:

- Generador de agua caliente.
- Cámara de secado.
- Sistema de aspiración de aire de secado.

Los **secaderos de cilindro rotativo** son los más utilizados en la industria de las semillas oleaginosas.

Están constituidos por los siguientes elementos:

- Generador de aire caliente.
- Cilindro rotativo.
- Sistema de aspiración de aire caliente.

Su funcionamiento es por corriente paralela, en la que la semilla avanza en la misma dirección que el aire. La finalidad de la corriente paralela es evitar que la semilla con bajo contenido en humedad se encuentre con aire a elevada temperatura.

2.1.4. Equipos de transporte

El trasiego de semillas y harinas se hace por medio de transportadores de sólidos en sentido vertical, horizontal o mixto.

Transporte horizontal

Se utilizan los siguientes tipos de transportadores:

- **Cintas transportadoras.**
- **Tornillos sin fin.**
- **Transportes de cadena.**
- **Transportes de cangilones oscilantes.**

Las **cintas transportadoras** se utilizan en los casos en los que el producto debe ser descargado en el extremo de un mecanismo. Este tipo de transportador presenta las siguientes ventajas:

- Bajo consumo de energía.
- Gran capacidad de transporte.
- Carencia de ruido.
- Bajo mantenimiento.
- Posibilidad de transporte hasta pendientes de unos 20°.

No obstante ofrece los siguientes inconvenientes:

- Dificultad de descargar el producto a lo largo del eje transportador.
- Dificultad para transportar productos a alta temperatura.
- Dificultad para el transporte en cámara cerrada.

Los **transportadores de tornillo sin fin** son los más utilizados en las industrias que manejan semillas. Sus ventajas son las siguientes:

- Simplicidad y bajo costo.
- Posibilidad de realizar el transporte en ambiente cerrado.
- Posibilidad de transporte con pendientes superiores a las cintas transportadoras.
- Posibilidad de fácil descarga en diversos puntos.

Los principales inconvenientes que presenta el tornillo sin fin son:

- Elevada resistencia por rozamientos.
- Posibilidad de atascos en los puntos de soporte del eje.
- Fuerte desgaste.

Los **transportadores de cadena** están constituidos por un recinto cerrado de sección cuadrada o rectangular dividida en dos compartimentos. Por estos dos compartimentos corre una cadena con paletas, por el compartimento inferior pasa la cadena que transporta el material y por el superior pasa la cadena de retorno.

Las ventajas de este tipo de transportador son las siguientes:

- Gran caudal de transporte en mínimo espacio ocupado.
- Posibilidad de cargar y descargar en todos los puntos del transportador.
- Posibilidad de trabajar con fuertes pendientes.

Como inconvenientes más significativos se encuentran los siguientes:

- Elevada potencia absorbida.
- Importantes desgastes.
- Costo elevado.

Transporte Vertical

El transporte vertical se puede realizar por los siguientes procedimientos:

- **Elevadores de cangilones.**
- **Transportadores de tornillo sin fin.**

Los **elevadores de cangilones** son los más utilizados para el transporte vertical de semillas.

Los **transportadores de tornillo sin fin verticales** no son muy utilizados para el transporte de semillas oleaginosas ya que son máquinas que trabajan por rozamiento y tienen una potencia absorbida alta.

Dentro de los **transportadores especiales** se encuentran los **neumáticos**. Desde el punto de vista mecánico son los más simples ya que el material es transportado por una corriente de aire.

Como ventajas del sistema neumático se citan las siguientes:

- Posibilidad de transporte en todas direcciones.
- Simplicidad de construcción.
- Gran capacidad.

Entre los inconvenientes encontramos:

- Potencia específica absorbida muy alta.
- Dificultad de separar los polvos.
- Necesidad de instalar equipos especiales para recuperación de los polvos.
- Dificultad para el transporte a largas distancias.

Los transportadores neumáticos se pueden clasificar en dos categorías:

- Transporte en aspiración.
- Transporte en impulsión.

2.1.5. Preparación de las semillas oleaginosas

Limpieza

Las semillas llegan a la industria con tierra, piedras, elementos metálicos, etc. Todos estos elementos deben ser eliminados antes de que la semilla sea procesada.

La separación se realiza con cribas y corrientes de aire aprovechando la diferencia de densidad entre las semillas y los elementos extraños. Los elementos metálicos se separan haciendo pasar las semillas por separadores magnéticos.

Preparación de la semilla

Incluye todas las operaciones necesarias para poner a la semilla en las mejores condiciones que permitan la extracción del aceite.

Algunas semillas no precisan tratamientos especiales como la colza y el cacahuete, otras sí como el algodón, el girasol, el cártamo y la soja:

- Semilla de algodón: deslintado (quitar fibra o linter) y descascarillado.
- Semilla de girasol: descascarillado.
- Semilla de cártamo: descascarillado.
- Haba de soja: descascarillado.

Para realizar estos procesos se requieren instalaciones que cada vez están más perfeccionadas.

Generalmente la operación de descascarillado tiene las siguientes ventajas:

- Elevado contenido proteínico de las harinas.
- Mejora de la harina desde el punto de vista de su digestibilidad.

Preparación y acondicionamiento de la semilla antes de la extracción de aceite

El pretratamiento de las semillas que deben ser sometidas al proceso de extracción de aceite es un factor esencial para obtener un elevado rendimiento en aceite sin dañar las características físico-químicas y organolépticas del mismo.

El pretratamiento tiene tres operaciones fundamentales:

- **Trituración.**
- **Calentamiento.**
- **Acondicionamiento** (control de la humedad).

La extracción del aceite de una semilla oleaginosa, bien por presión o bien con disolventes, se realiza más rápidamente cuando la semilla se somete a una **trituration** previa o a una laminación.

El **calentamiento** también favorece la posterior extracción del aceite de la semilla. No obstante debe de realizarse de manera que no produzca alteraciones físico-químicas u organo-

lépticas pues un fuerte aumento de la temperatura puede bajar mucho la calidad del aceite obtenido.

Por **acondicionamiento** se entiende el índice de humedad y la temperatura que una semilla debe tener para considerar que se encuentra en las mejores condiciones para ser sometida al proceso de extracción de aceite. Si la semilla está muy seca es más difícil extraer el aceite. Se observa que cada semilla tiene un óptimo de humedad para obtener buenos resultados en la extracción del aceite.

Máquinas para la preparación y acondicionamiento

Se pueden clasificar en tres grupos:

- 1) **Molinos de rodillos.**
- 2) **Calentadores-acondicionadores** (cocedores).
- 3) **Laminadores.**

Los **molinos de rodillos** son máquinas constituidas por cilindros con 1, 2 ó 3 pasos. Aplican presión de rotura y trituración de la semilla, al contrario que los laminadores, cuya función es únicamente aplastar la semilla.

También se utilizan **molinos de martillos** o **de cilindros dentados**.

Los **calentadores-acondicionadores** se usan cuando la semilla va a ser sometida a un proceso de extracción de aceite, por presión en prensas continuas o por solvente. Hay dos tipos: de eje horizontal y de eje vertical.

Los de eje horizontal están constituidos por una carcasa cilíndrica calentada por vapor y sobre cuyo eje se sitúa un agitador mecánico cuya finalidad es la de remover la masa de la semilla y ponerla en contacto con las paredes calientes. El funcionamiento de estos equipos es continuo. Hoy día se suelen utilizar los calentadores verticales con platos múltiples superpuestos.

Las semillas oleaginosas se pueden clasificar en dos grandes grupos que se procesan según dos esquemas de trabajo diferentes:

- Bajo contenido en aceite (inferior al 20%).
- Elevado contenido en aceite (superior al 20%).

Los de bajo contenido en aceite se tratan según los siguientes pasos:

- Trituración.
- Calentamiento-acondicionamiento.
- Laminado.
- Extracción por disolvente sin tratamiento previo por prensas.

Los **laminadores** son grandes molinos con cilindros de gran diámetro y superficie lisa. Provocan un aplastamiento de la semilla reduciéndola a una lámina.

El laminado se solía realizar después de la rotura y el acondicionamiento. Últimamente se ha perfeccionado tanto que se tiende a laminar directamente sin pasar por triturado.

2.1.6. Extracción del aceite

Preparada la semilla por los métodos anteriores se somete a la extracción del aceite. Dicha extracción puede realizarse por dos métodos distintos:

- **Métodos mecánicos (presión).**
- **Con disolventes.**

Los factores que influyen en el proceso de extracción y que se refieren al disolvente son los siguientes:

- Tiempo de extracción.
- Cantidad de disolvente.
- Temperatura del disolvente.
- Tipo de disolvente.

El tiempo de extracción tiene una importancia fundamental en la cantidad de aceite extraído, la mayor parte se extrae en las primeras etapas, no obstante cada semilla se comporta de manera diferente.

A igual tiempo y temperatura la cantidad de disolvente tiene una elevada importancia hasta llegar a una relación semilla/disolvente de 1:18. A partir de esta relación el rendimiento aumenta muy poco. La cantidad de disolvente necesaria para disminuir el contenido de aceite en la harina hasta el mismo valor es diferente según la semilla.

Después de distintos experimentos se ha concluido que el aumento de la temperatura del disolvente favorece la extracción del aceite.

En cuanto al tipo de disolvente, indicar que los más conocidos son: hexano comercial, benceno, tricloroetileno (no se usa) y sulfuro de carbono (es tóxico, no se usa). Principalmente los dos primeros son los más empleados.

Procesos de extracción por percolación e inmersión

La extracción del aceite de una semilla oleaginosa se puede realizar de tres formas:

- **Percolación.**
- **Inmersión.**
- **Procedimiento mixto percolación-inmersión.**

La **percolación** se realiza mediante una lluvia de disolvente de manera que llegue a toda la masa, sin llenar todos los espacios vacíos que existen entre las semillas.

La **inmersión** consiste en que la masa de semilla va inmersa completamente en el disolvente.

A continuación veremos algunas consideraciones sobre estos métodos:

- Percolación: la velocidad del disolvente en contacto con la superficie de semilla es grande ya que el líquido escurre velozmente por efecto de la gravedad.
- Inmersión: la velocidad de recambio de disolvente sobre la superficie de la partícula es lenta al encontrarse la semilla inmersa en el disolvente.

Para poder realizar la percolación es necesario que las partículas de semillas tengan un tamaño que permita fácil drenaje del disolvente a través de la masa.

El proceso de inmersión puede realizarse fácilmente aunque la semilla haya sido reducida a tamaños muy pequeños.

En ambos procesos el lavado de la semilla se debe realizar en contracorriente, es decir, la semilla más pobre en aceite debe ponerse en contacto con el disolvente de menor cantidad en aceite.

El proceso de percolación se presta muy bien para extraer el aceite de la semilla que se encuentra en estado libre por la acción de los tratamientos previos (extracción por solución), mientras que el de inmersión es más adecuado para extraer el aceite de células aún enteras (extracción por difusión).

El proceso de percolación al trabajar con alta velocidad de paso del disolvente requiere de varios reciclados del mismo y se realizarán varias etapas de lavado, con el fin de poner en contacto la semilla pobre en aceite con el disolvente de menor contenido en dicho producto y viceversa. Se trata por tanto de una extracción en distintas etapas, aunque sea de modo continuo. Nunca podrá realizarse un perfecto lavado en contracorriente.

El proceso de inmersión que trabaja con baja velocidad de paso del disolvente puede realizar una extracción continua con un perfecto lavado en contracorriente sin necesidad de recirculaciones.

La concentración de aceite en la miscela de lavado en el proceso de percolación puede alcanzar valores muy altos (35%) por efecto del reciclado de la miscela. En el proceso por inmersión esta concentración es baja llegando como máximo al (15%).

El proceso de percolación es adecuado para semillas oleaginosas bien preparadas con bajo porcentaje de finos, el de inmersión para semillas en pequeñas partículas y elevado porcentaje en finos.

Plantas de extracción continua

En base a lo anterior, las plantas de extracción por disolvente se clasifican en relación al tipo de extractor en tres grupos:

- Instalaciones por inmersión.
- Instalaciones por percolación.
- Instalaciones mixtas.

Hoy en día los extractores por percolación han sustituido a los de inmersión debido a que tienen un coste de ejercicio más bajo, son menos voluminosos y pueden alcanzar gran capacidad de trabajo.

Todos estos extractores de percolación tienen en común dos productos importantes:

- La semilla se introduce en compartimentos separados, móviles, que son rociados con solvente o mezcla aceite-solvente (miscela).
- La miscela que ha lavado un compartimento se eleva mediante bombeo y va a rociar al compartimento siguiente, donde hay semilla más rica en aceite. En estas condiciones, los compartimentos se mueven en sentido contrario al de circulación de la miscela, por tanto se hace un lavado múltiple en contracorriente.

Se han diseñado extractores mixtos por percolación-inmersión, son dos extractores en serie: el primero de percolación y el segundo de inmersión. Este extractor mixto tiene las ventajas de cada sistema y además el conjunto ofrece las siguientes ventajas:

- Elevada concentración de aceite en la miscela.
- Bajo consumo.
- Bajo aceite residual en harinas.
- Posibilidad de trabajar con productos de elevada concentración en grasa y baja granulometría.

En la primera fase, que dura 30 minutos, se extrae 80-90% del aceite y en la segunda, que dura 120 minutos, el resto.

Extracción de aceite por disolvente sin pre-presión previa de la semilla

Las semillas con menos de 20% de aceite pueden ser procesadas directamente en extractor por disolvente, previa adecuada preparación. Las de mayor de 20% deben sufrir un primer tratamiento de presión con el fin de obtener tortas con un contenido en aceite aproximado de 15%. Esta operación de pre-presión requiere un elevado número de máquinas y elevado consumo de energía.

A continuación se comenta un nuevo sistema que trata de evitar este problema.

Las semillas ingresan en un molino con rodillos acanalados que las reducen a pequeño tamaño y las envían a la primera extracción por disolvente por percolación, donde son sometidas a lavado por disolvente a 40-50°C durante 30-50 minutos según la semilla. La masa lavada pasa al desolventizador. Su función es quitar el disolvente de la masa antes de que ésta sea laminada.

Las partículas de semillas parcialmente desgrasadas (con un 14-16% de aceite residual) pasan al equipo de laminación provisto de rodillos lisos que producen escamas de 0,2

mm de espesor; esta operación se hace a 90°C y la masa laminada pasa a una segunda extracción inmersión. Aquí el aceite retenido por las escamas es totalmente extraído y la harina que queda se libera del disolvente que contiene en un segundo desolventizador.

El disolvente se mueve en contracorriente con la masa.

Equipos auxiliares de las plantas de extracción por disolvente

A continuación se presentan los equipos auxiliares que suele tener una planta de extracción de aceites:

1. Filtración de la miscela (mezcla aceite-disolvente).
2. Preconcentración de la miscela.
3. Destilación de la miscela y condensación del solvente.
4. Desolventización de las harinas.
5. Tostado de las harinas.
6. Acondicionamiento de las harinas.

La masa de la semilla preparada puede llevar finas partículas. Estos finos además de perjudicar la extracción tienen el inconveniente de que pueden pasar a la miscela y si no se eliminan provocar graves problemas. La filtración de la miscela es una operación indispensable para obtener buenos aceites y altos rendimientos así como para evitar complicaciones en la preconcentración y destilación.

La finalidad de la operación de destilación de la miscela es separar totalmente el disolvente del aceite a la temperatura más baja posible y obtener aceites de buena calidad. Para ello se destila la miscela a la temperatura más baja posible y se evita que el aceite permanezca mucho tiempo en los destiladores. Las últimas trazas de disolvente presentes en el aceite se eliminan mediante arrastre de vapor.

La desolventización de las harinas consiste en eliminar el disolvente de la harina de extracción. Se realiza en unos aparatos denominados desolventizadores. La harina de extracción después de escurrida avanza por el sistema constituido por unos elementos provistos de doble camisa para la circulación de vapor, de forma que la harina se calienta y el solvente se evapora y se condensa posteriormente.

Algunas harinas contienen enzimas activos particularmente perjudiciales para piensos, ya que descomponen algunos compuestos y bajan el valor nutricional del pienso, por ello es necesario destruirlas, ésta es la razón de realizar el tostado de las harinas.

Las harinas que salen de la torre de desolventización tienen una humedad aproximada del 10 al 14% y en ocasiones superiores. Además la temperatura de salida de las torres es de unos 100°C, a estas temperaturas las harinas no pueden ser ni ensacadas ni almacenadas.

Para que se puedan almacenar a granel en silos o bien ensacadas, es necesario someter a estas harinas a una disminución de su humedad y de su temperatura mediante secado y enfriamiento.

2.1.7. Proteínas obtenidas de harinas de semillas oleaginosas

Para proceder a la preparación de estas proteínas se lleva a cabo el siguiente proceso:

- 1) Solubilización de la proteína contenida en harina de soja con una solución diluida de NaOH pH 8-9. La operación se realiza a 50°C durante 30-40 minutos.
- 2) Separación de la fracción insoluble de la solución.
- 3) Acidificación de la disolución alcalina que contiene la proteína soluble con una solución ácida hasta llegar a pH 4,5 produciendo la precipitación de la proteína.
- 4) Separación del precipitado y lavado con agua.
- 5) Secado del precipitado.
- 6) Secado de la primera fracción sólida que se obtiene en el punto dos.

2.2. ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL

El pescado puede ser industrialmente procesado para producir aceite y harina. En la siguiente figura aparece el proceso realizado para un pescado como por ejemplo la anchoa:

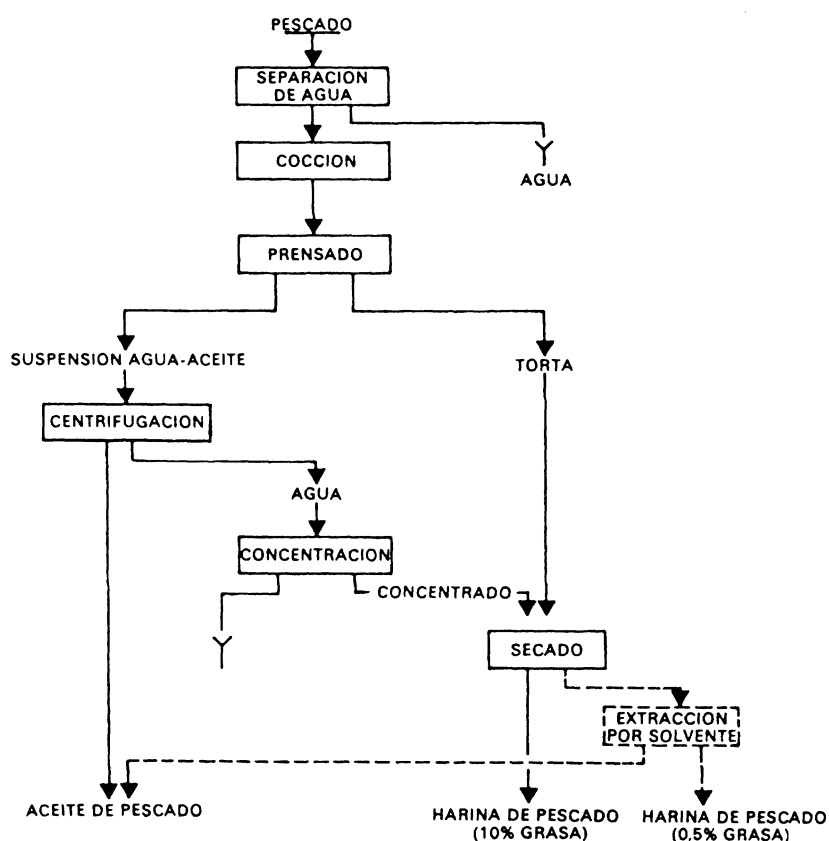


Figura 9. Esquema de proceso para el tratamiento de la anchoa

La cocción del pescado es esencial para coagular sus proteínas y para la esterilización, y se realiza en autoclaves cilíndricos horizontales con calentamiento directo o indirecto por vapor o por combinación de ambos. El tiempo de cocción es de 20 a 30 minutos y el pescado llega a la temperatura de 90-95°C.

La masa al salir de los autoclaves es enviada a unas prensas de las que se obtienen:

- Solución acuosa mezclada con grasa.
- Torta con un 50% de agua y un 50% de materia sólida.

La solución acuosa contiene un alto contenido en impurezas y se purifica por centrifugación para separar los sólidos de la solución. Como esta solución acuosa contiene gran cantidad de proteína soluble suele concentrarse. El producto resultante se añade a la torta inicial para aumentar el contenido en proteínas. Esta masa pasa a secaderos de aire caliente donde se disminuye su humedad. El producto seco se muele en molinos y se comercializa con el nombre de harina de pescado. Esta harina es fácilmente alterable por ello se pueden adicionar agentes antioxidantes o bien extraer por solvente la grasa contenida en la misma.

A continuación se definen dos de los principales tipos de grasas de origen animal:

- **Manteca fundida de cerdo.** Es la grasa de depósito de este animal obtenida directamente o por fusión de sus acúmulos grasos y libre de cualquier otro tejido.
- **Sebo fundido.** Es el producto resultante de la fusión de las grasas de depósito de los animales pertenecientes a las especies bovina, ovina, caprina y equina sacrificados en perfectas condiciones sanitarias.

Las **grasas animales no comestibles** son las procedentes de los diversos depósitos adiposos de animales, canales o partes de las mismas no aptos para el consumo humano, así como aquellos depósitos grasos que por alteraciones específicas tampoco sean aptos para el consumo humano.

La **fundición** es el proceso por el que se someten los tejidos animales a temperaturas y presión convenientes en períodos de tiempo variables para conseguir la fusión y posterior extracción de las grasas contenidas en tales tejidos, de acuerdo con las exigencias de cada tipo de tejidos y órganos y de la grasa en ellos contenida.

Los subproductos cárnicos son la materia prima de la que normalmente se parte para, por separación de fases (acuosa, proteínica y grasa), obtener los productos citados.

La transformación de todos estos subproductos en harinas y grasas se ha venido realizando en instalaciones como las que aparecen en la figura siguiente:

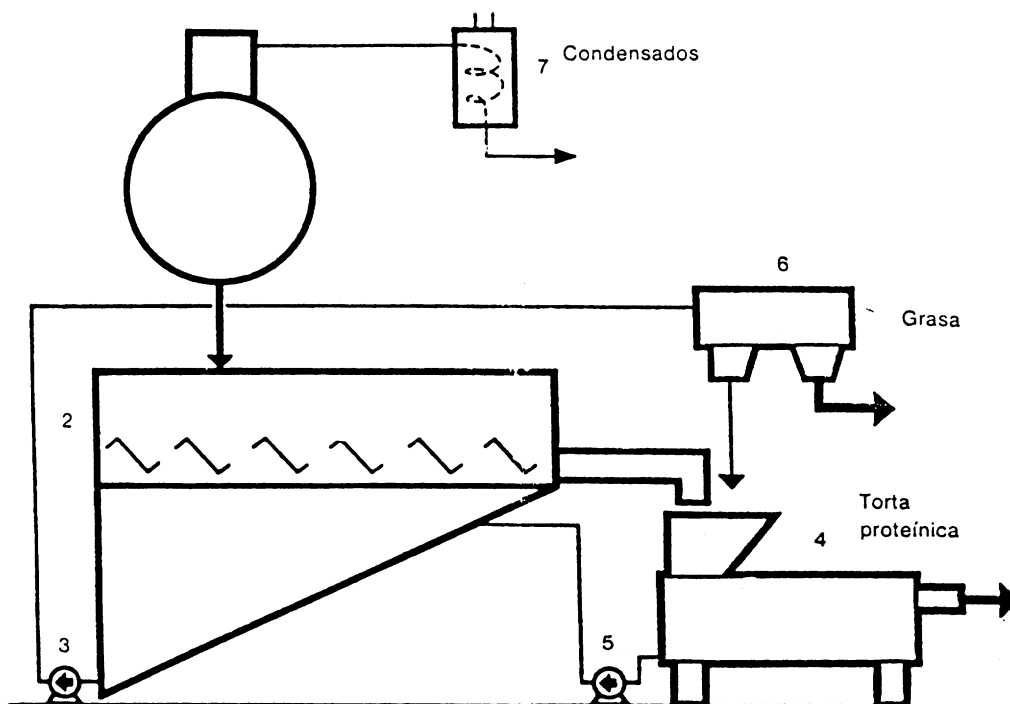


Figura 10. Sistema de extracción de grasas de los subproductos de matadero: 1. Digestor. 2. Depósito separador. 3. Bomba de impulsión. 4. Prensa. 5. Bomba de impulsión. 6. Decantadora centrífuga. 7. Separador de condensados.

Tal y como se observa en el esquema, los subproductos cárnicos son cargados en un digestor donde son sometidos a altas temperaturas (110-130°C) durante largos períodos de tiempo (de 2 a 4 horas) produciéndose la evaporación del agua y descargando posteriormente la harina y la grasa a un tornillo tamizador. En este tornillo se separa por un lado la grasa, que puede ser enviada a tanques de decantación para separar las impurezas o a una decantadora centrífuga que consigue la separación de dichas impurezas de manera más rápida.

Las harinas pueden ser enviadas a una prensa para extraer la grasa y posteriormente la harina desengrasada puede ser molida y ensacada.

Esta instalación clásica que se puede encontrar en la mayor parte de los mataderos presenta algunos inconvenientes, entre ellos citamos los siguientes:

- Elevado consumo energético.
- Olores desagradables.
- Productos finales muy quemados.
- Grasas con alto porcentaje de impurezas.
- Las harinas obtenidas tienen alto porcentaje en grasa (del 12 al 20%).

No obstante dichas instalaciones también presentan sus ventajas:

- Se consigue una esterilización de todos los productos cárnicos.
- No existe vertido de aguas residuales.

Otra técnica para el tratamiento de los subproductos cárnicos tiene el siguiente fundamento:

Los subproductos cárnicos en vez de ir a un digestor, son troceados y picados finamente y sometidos a un calentamiento por inyección directa de vapor, formando así una masa que posteriormente se somete a centrifugaciones sucesivas con lo que se separan tres fases:

- Fase sólida (con proteínas, sales, grasa y agua).
- Fase grasa purificada (con muy pequeña cantidad de humedad e impurezas sólidas).
- Fase acuosa (agua de colas).

La fase sólida es sometida después a un secado con lo que obtenemos una harina baja en grasa.

La grasa purificada es almacenada en tanques o enfriada y batida para su envasado.

El agua de colas es en parte recirculada al proceso o concentrada en un evaporador y secada posteriormente.

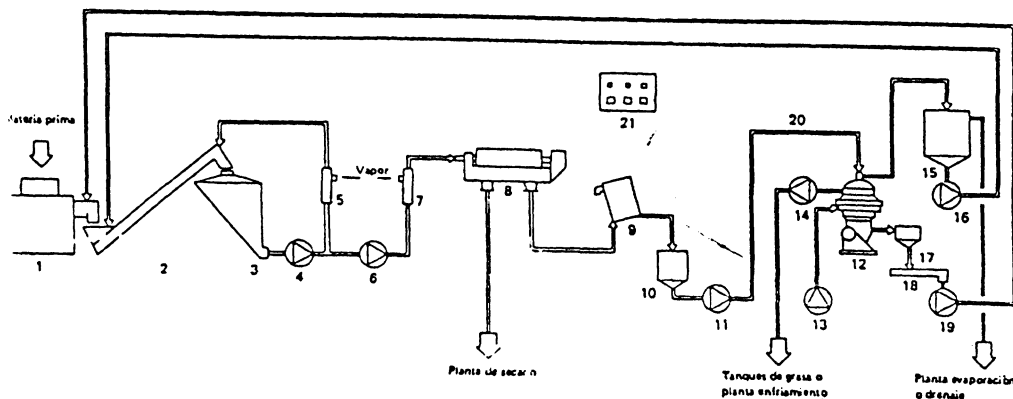


Figura 11. Sistema continuo de transformación de subproductos cárnicos (por cortesía de Alfa-Laval): 1. Picadora de materia prima. 2. Transportador de tornillo. 3. Tanque de fusión. 4. Bomba de circulación. 5. Calentador de vapor. 6. Bomba aliment. p/decantador. 7. Calentador de vapor. 8. Decantador. 9. Filtro vibratorio. 10. Tanque intermedio. 11. Bomba aliment. p/separadora. 12. Separadora. 13. Bomba de agua de maniobra. 14. Bomba para grasa. 15. Tanque p/agua de proceso. 16. Bomba p/agua de proceso. 17. Ciclón para sedimentos. 18. Tornillo transportador. 19. Bomba para sedimentos. 20. Juegos tuberías y válvulas de proceso. 21. Panel de control.

En el esquema se observa que el material que procede de la planta de tratamiento previo de los subproductos cárnicos es picado (1) y descargado en un tornillo sin fin (2) donde se mezcla con agua de colas recicladas para obtener una pasta de consistencia adecuada. Como

el agua que se recircula está a 74-78°C la pasta que se forma alcanza una temperatura de 48-50°C. El tornillo transportador es de acero inoxidable. Gracias a la mezcla de agua con la materia prima entrante, se consiguen tres cosas:

- La pasta es bombeable.
- El precalentamiento de la masa constituye un ahorro de energía.
- La pasta formada es más fácil de desengrasar.

La temperatura y consistencia de la pasta se pueden variar añadiendo más o menos agua de colas.

Del tornillo la pasta pasa al sistema de fusión, compuesto de:

- Tanque de fusión.
- Bomba de recirculación.
- Inyección de vapor.

La pasta entra por arriba del tanque y es obligada a circular por la bomba y pasa por el calentador de vapor que eleva la temperatura de la masa hasta 60-70°C.

Para producir una buena fusión sin que se produzcan emulsiones, los parámetros más importantes a controlar son los siguientes:

- Temperatura de fusión.
- Tiempo de fusión.

Si la temperatura es superior a 65-67°C se produce una fuerte extracción de colas y gelatinas que crearán una emulsión posterior de la grasa. Se busca una extracción eficiente de la grasa sin riesgo de formación de emulsiones con colas y gelatinas. La temperatura en la masa que se está fundiendo no es uniforme, mientras que la fase acuosa alcanza los 70°C la fase sólida está a unos 66°C y la grasa a 65°C, ya que el coeficiente de transmisión de calor es más bajo en las grasas y sólidos que en el agua.

La inyección de vapor en el inyector se hace a una presión aproximada de 2,5 atmósferas y la cantidad de vapor inyectada depende del tipo de materia prima a tratar. Cuanto mayor es el contenido en sólidos de dicha materia prima mayor cantidad de vapor se necesita en su fusión.

Posteriormente una bomba hace pasar la pasta por un inyector de vapor que aumenta su temperatura hasta 90-95°C y la envía hacia el decantador centrífugo. A la salida del decantador es importante obtener una fase sólida con bajo contenido en grasa, ya que dicha fase sólida es posteriormente secada, obteniéndose así harina que no debe contener más de un 10-12% de grasa.

La fase líquida que sale del decantador pasa a un filtro que elimina los sólidos de mayor tamaño que pudiera contener. El filtro es de acero inoxidable. La fase líquida pasa después a un depósito intermedio de acero inoxidable que sirve para alimentar la centrífuga vertical. Esta máquina separa tres fases:

- Fase grasa.
- Fase acuosa (agua de colas).
- Fase sólida (sedimentos).

5. CONDICIONES DE LOS ESTABLECIMIENTOS, DEL MATERIAL Y DEL PERSONAL, MANIPULACIONES PERMITIDAS Y PROHIBIDAS

Tal y como figura en la Reglamentación Técnico-Sanitaria de aceites vegetales comestibles:

Las industrias agrarias y alimentarias destinadas a la extracción, refinación y envasado de aceites vegetales, así como los almacenes mayoristas y minoristas de tales productos, no podrán desarrollar más actividades que las autorizadas y anotadas específicamente en los correspondientes registros industriales o comerciales. En particular, cumplirán las siguientes exigencias:

1. Las industrias dedicadas a la fabricación de aceites y grasas comestibles deberán estar debidamente aisladas de cualquier otra industria ajena a sus cometidos específicos, en particular de las que fabrican aceites y grasas industriales.
2. Les serán de aplicación los Reglamentos vigentes de recipientes a presión, electrotécnicos para alta y baja tensión y, en general, cualesquiera otros de carácter industrial y de higiene laboral que conforme a su naturaleza a su fin corresponde.

3. Los recipientes, máquinas y utensilios destinados a estar en contacto con los productos elaborados, con sus materias primas o con los productos intermedios, serán de materiales que no alteren las características de su contenido ni la de ellos mismos.

4. Tendrán una superficie adecuada a la elaboración, variedad, manipulación y volumen de fabricación de los productos con localización aislada de los servicios, oficinas, vestuarios, lavabos y almacenes.

5. Dispondrán de laboratorio propio o contratado para análisis con el fin de cumplir la obligación que se establece de contrastar calidades y características básicas de los distintos aceites que elabore o manipule.

Para conocimiento de los Servicios de Inspección de la Administración dispondrán de boletines de análisis de dichos productos.

Requisitos higiénico-sanitarios

Las industrias agrarias y alimentarias destinadas a la extracción, refinación y envasado de aceites vegetales habrán de reunir las condiciones mínimas siguientes:

1. Los locales de elaboración o almacenamiento y sus anejos, deberán ser adecuados para el uso a que se destinen, con accesos fáciles y amplios, situados a conveniente distancia de cualquier causa de suciedad, contaminación o insalubridad y separados rigurosamente de viviendas o locales donde pernocte o haga sus comidas cualquier clase de personal.

2. En su construcción o reparación se emplearán materiales idóneos y, en ningún caso, susceptibles de originar intoxicaciones o contaminaciones.

Los pavimentos serán impermeables, resistentes, lavables e ignífugos, dotándoles de los sistemas de desagüe precisos.

Las paredes y los techos se construirán con materiales que permitan su conservación en perfectas condiciones de limpieza, blanqueado o pintura.

3. La ventilación e iluminación, naturales o artificiales, serán las reglamentarias y apropiadas al destino, capacidad y volumen del local.

4. Dispondrán en todo momento de agua corriente a presión, sanitariamente permisible desde el punto de vista físico-químico y microbiológicamente, fría o caliente, en cantidad suficiente para la elaboración, manipulación y preparación de productos, así como para el aseo del personal. El lavado de instalaciones y utensilios industriales podrá realizarse con agua de otras características, pero potable desde el punto de vista microbiológico.

Podrá utilizarse agua de otras características en generadores de vapor, circuitos de refrigeración, bocas de incendio y servicios auxiliares, siempre que no exista conexión entre esta red y la del agua potable.

5. Habrán de tener servicios higiénicos con lavabo adjunto y vestuarios en número y características acomodadas a lo que prevean las autoridades sanitarias.

6. Todos los locales deberán mantenerse constantemente en estado de gran pulcritud y limpieza, la que habrá de llevarse a cabo por los métodos más apropiados para no levantar polvo ni originar alteraciones o contaminaciones.

7. Todas las máquinas y demás elementos que estén en contacto con las materias primas o auxiliares, artículos en procesos de elaboración, productos elaborados y envases serán de características tales que no puedan transmitir al producto propiedades nocivas y originar en contacto con él reacciones químicas, iguales precauciones se tomarán en cuanto a los recipientes, elementos de transporte, envases provisionales y locales de almacenamiento. Todos estos elementos estarán contruidos en forma tal que puedan mantenerse en perfectas condiciones de higiene y limpieza.

8. Contarán con servicios, defensas, utillajes e instalaciones adecuados en su construcción y emplazamiento para garantizar la conservación de sus productos en óptimas condiciones de higiene y limpieza y su no contaminación por la proximidad o contacto con cualquier clase de residuos o aguas residuales, humos, suciedad y materias extrañas, así como por la presencia de insectos, roedores, aves y otros animales.

9. Deberán poder mantener las temperaturas adecuadas, humedad relativa y conveniente circulación de aire, de manera que los productos dispuestos

para consumo no sufran alteración o cambio de sus características iniciales.

Igualmente, deberán permitir la protección de los productos contra la acción directa de la luz cuando ésta les sea perjudicial.

10. Permitirán la rotación de las existencias y remociones periódicas en función del tiempo de almacenamiento y condiciones de conservación que exija cada producto que está dispuesto para consumo.

11. Se evitarán humedades en muros y cubiertas, depósitos de polvo o cualquier otra posible causa de insalubridad.

12. Cualesquiera otras condiciones sanitarias e higiénicas establecidas o que establezca en sus respectivas competencias de la Administración sanitaria.

Condiciones generales de los materiales

En las industrias agrarias y alimentarias destinadas a la extracción, refinación y envasado de aceites vegetales, todo material que tenga contacto con los productos, mantendrá las condiciones siguientes, además de aquellas otras que específicamente se señalan en esta Reglamentación:

1. Estarán fabricados con materias primas adecuadas para el fin a que se destinen y autorizadas de los productos que prevea la presente Reglamentación.

2. No cederán sustancias tóxicas contaminantes y, en general, ajenas a la composición normal de los productos objeto de esta Reglamentación o que, aun no siéndolo, exceda del contenido autorizado de los mismos.

3. No alterarán las características de composición ni los caracteres organolépticos del aceite.

Requisitos del personal

El personal que trabaje en tareas de extracción, refinación, almacenamiento y envasado vestirá ropa adecuada exclusivamente para el trabajo. La higiene de todo el perso-

nal manipulador será extremada y cumplirá obligatoriamente las exigencias generales, control de estado sanitario y aquellas otras que especifica la legislación vigente.

Todo productor aquejado de cualquier dolencia, padecimiento o enfermedad está obligado a poner el hecho en conocimiento de la dirección de la empresa, la cual, previo dictamen facultativo, determinará la procedencia o no de su continuación en ese puesto de trabajo, si éste implicara contagio para el producto elaborado o almacenado, dando cuenta del hecho a los Servicios de Sanidad Nacionales.

Se prohíbe fumar y masticar chicle u otros productos similares en los puestos de trabajo destinados a la manipulación de los productos que regula esta Reglamentación, así como en los almacenes de materias primas.

Prácticas permitidas

1. Para la obtención de aceite de oliva virgen:
 - a) Lavado y molturación de la aceituna.
 - b) Batido y calentamiento de la masa sin sobrepasar los 30°C en el sistema de presión y los 65°C en el sistema de centrifugación.
 - c) Presión o centrifugado.
 - d) Clasificación por un proceso mecánico de sedimentación, centrifugación o filtración.

2. Para la extracción de aceite de orujo y de semillas oleaginosas:
 - a) Acondicionamiento físico previo de la materia prima.
 - b) Presión o centrifugación de la materia prima.
 - c) Extracción con los disolventes autorizados, seguida de la eliminación de éstos, de acuerdo con lo establecido en esta Reglamentación.
 - d) Desolventización de las harinas y destilación de las miscelas.

3. Para la refinación de los aceites contemplados en esta Reglamentación:
 - a) La clarificación por un proceso mecánico: sedimentación, centrifugación o filtración.
 - b) Desmucilagínación por los anteriores métodos o mediante el empleo de productos debidamente autorizados.
 - c) La desacidificación del aceite por neutralización con lejías acuosas alcalinas o por procedimientos físicos que no provoquen modificación de la estructura glicerídica inicial.

- d) La decoloración con tierras decolorantes o con otros productos debidamente autorizados.
- e) La desodorización por tratamientos en corriente de vapor de agua.
- f) La winteración o desmargarinización, por enfriamiento a bajas temperaturas y separación subsiguiente.

4. La mezcla de aceites de semillas oleaginosas, de acuerdo con los requisitos establecidos en el apartado segundo de esta Reglamentación.

Prácticas prohibidas

En las industrias a que se refiere la presente Reglamentación queda prohibida:

1. La extracción o refinación de aceites de oliva, orujo o de semillas por procedimientos distintos de los autorizados.
2. La realización de procesos de esterificación.
3. Cualquier práctica que pueda alterar la estructura glicerídica del aceite.
4. El tratamiento con aire, oxígeno, ozono u otras sustancias químicas oxidantes.
5. El empleo, tenencia o manipulación en las industrias dedicadas a la extracción, refinación, envasado o almacenamiento a granel de aceites vegetales comestibles, así como en sus anejos, de cualquier disolvente o aditivo cuyo empleo no está autorizado y además:
 - Glicerina.
 - Aceites o grasas industriales o de síntesis.
6. Cualquier manipulación o mezcla de aceites vegetales fuera de las industrias o almacenes debidamente registrados para estos fines.
7. La mezcla de aceites, salvo en los casos en que esté expresamente autorizado por la presente Reglamentación y en concreto:
 - a) La mezcla de aceite de oliva o de orujo con los de semillas o con cualquier otro aceite o grasa.

b) La adición a los aceites destinados para el consumo humano, de aceites minerales, esterificados o de síntesis.

RESUMEN

La semilla de algodón está contenida en un fruto formado por las siguientes partes: linter o barra, cáscara y almendra y contiene de un 17 a un 23% de grasa. Del procesado de la semilla se obtiene entre otros productos: el aceite de algodón, usado para la obtención de productos alimentarios (aceite, shortenings, margarina). El procesado de la semilla deslintada se realiza de dos formas, según si la semilla se descascarilla o no.

La semilla de cacahuete descascarillada tiene un 38% de aceite. La torta proteica obtenida en el proceso de extracción por disolventes se usa para la alimentación animal siempre que no contenga aflatoxinas.

La semilla de colza contiene un 38-48% de aceite.

Contiene pequeñas cantidades de compuestos sulfurados (sinigrina), que en presencia de agua dan lugar a esencia de mostaza. Por ello la harina de colza no es muy adecuada para la alimentación animal. Se usa en mezclas como fertilizante. El aceite de la semilla, se usa para consumo humano previa refinación.

La semilla de cáñamo contienen un 32% de aceite. Se procesa para obtener aceite y harina proteica para la alimentación animal.

Del girasol se extrae un aceite de óptima calidad. La semilla contiene un 29% de grasa.

El contenido en aceite de la semilla de soja varía entre el 15-23% según la especie, la más apreciada es *Glycine hispida*.

Las primeras calidades se emplean como alimento directo en algunos países de Asia, el resto de las calidades se utilizan en usos industriales. En el procesado de la soja no se generan subproductos, ya que todos los productos que se obtienen son de un gran valor.

El germen de maíz desecado contiene un 30-35% de grasa.

El almacenamiento de las semillas oleaginosas presenta dificultades debidas a varias causas: naturaleza de la semilla, humedad y posibilidad de fermentaciones.

La humedad de la semilla tiene gran importancia para su conservación, si es superior al 8% es necesario un secado previo.

Los secaderos más utilizados en la industria del aceite son de varios tipos: secaderos de cilindros rotativos, secaderos celulares verticales y secaderos calentados por vapor.

Si las condiciones de humedad y temperatura son favorables para el desarrollo de las enzimas presentes en las semillas su acción da origen a fenómenos de fermentación de efectos negativos. Para evitar este problema es necesario que se disponga de instalaciones de secado y refrigeración.

Los silos para semillas pueden clasificarse en cuatro grandes categorías: silos metálicos con celdas verticales, silos de hormigón con celdas verticales, silos para productos en montón y silos especiales.

La elección del tipo de silo depende de factores climáticos principalmente. Los silos metálicos verticales se instalan en lugares donde las temperaturas no son muy altas y los de hormigón se instalan donde las temperaturas son elevadas (35-45°C).

Es necesario regular y controlar la humedad de las semillas pues constituye un factor de gran importancia en las etapas del procesado. La eliminación del agua exige instalaciones especiales, denominadas secaderos.

El trasiego de semillas y harinas se hace por medio de transportadores de sólidos en sentido vertical, horizontal o mixto. Se utilizan los siguientes tipos de transportadores horizontales: cintas transportadoras, tornillos sin fin, transportes de cadena y transportes de cangilones oscilantes.

Las semillas llegan a la industria con tierra, piedras, elementos metálicos, etc., elementos que deben ser eliminados antes de procesar la semilla. La separación se realiza con cribas corrientes de aire y separadores magnéticos.

La preparación de la semilla incluye todas las operaciones necesarias para ponerla en las mejores condiciones que permitan la extracción del aceite.

Algunas semillas no requieren tratamientos especiales (colza, cacahuete) y otras sí (algodón, girasol, cártamo y soja), en este último caso suele ser un descascarillado, operación que presenta las siguientes ventajas: elevado contenido en proteínas de las harinas y mejora de la digestibilidad de la harina.

El pretratamiento de las semillas sometidas al proceso de extracción de aceite es esencial para obtener un buen rendimiento en aceite sin dañar las características físico-químicas y organolépticas del mismo.

El pretratamiento consta de tres operaciones fundamentales: trituración, calentamiento, acondicionamiento (control de la humedad).

La extracción del aceite de una semilla oleaginosa es más rápida si la semilla se somete a una trituración previa o a una laminación.

El calentamiento también favorece la extracción del aceite, sin embargo debe de realizarse de manera que no produzca alteraciones físico-químicas u organolépticas.

El acondicionamiento consiste en conseguir que la semilla tenga la humedad y la temperatura adecuada para que se encuentre en las mejores condiciones para ser sometida al proceso de extracción de aceite. Cada semilla tiene un óptimo de humedad para obtener buenos resultados en la extracción del aceite.

Las máquinas que se suelen emplear en la preparación y acondicionamiento de las semillas se pueden clasificar en tres grupos: 1) molinos de rodillos, 2) calentadores-acondicionadores (cocedores) y 3) laminadores.

Preparada la semilla por los métodos anteriores se somete a la extracción del aceite. Dicha extracción puede realizarse por dos métodos: métodos mecánicos (presión) y métodos utilizando disolventes.

La presión de las semillas se realiza mediante prensas continuas. La semilla entra en un sin fin y a medida que avanza encuentra un espacio cada vez más reducido entre el sin fin y la cesta, lo que hace aumentar la presión en la masa. La cesta está constituida de manera que permite la salida del aceite. La masa de semilla continúa su recorrido hasta el final del sin fin por donde sale. En la parte final del sin fin hay un cono de acero que se puede mover a lo largo del eje de la prensa de manera que se regula el espacio que queda entre la parte final del sin fin y el cono, con lo que se modifica fácilmente el espesor de la lámina de semilla prensada que sale y por tanto el grado de presión a que se somete la semilla.

Durante el tratamiento la semilla está sometida a alta presión y rozamiento, por ello la temperatura puede elevarse mucho. Esto es negativo para la calidad del aceite, por lo que es un factor limitante en estos equipos.

Si se trabaja con semillas de alto contenido en aceite el proceso es el siguiente: 1) preparación y acondicionamiento, 2) primera presión hasta extraer el 76-78% del aceite de la semilla, 3) segunda presión hasta dejar en la torta un residuo de aceite del 12-14%.

De la presión de las semillas oleaginosas se obtienen dos productos: aceite de presión y una torta. Como el aceite de presión suele llevar impurezas, se realizan operaciones de separación. Como resumen, de la presión continua de las semillas oleaginosas se obtienen los siguientes productos: aceite de presión depurado, tortas y fangos de filtración.

El aceite de presión depurado se somete a diferente tratamiento según su destino. Los fangos vuelven al ciclo de presión. La torta proteínica puede ser desengrasada aun más en una planta de extracción con disolventes y también puede ser usada directamente como alimento animal.

En cuanto a la extracción del aceite por disolventes indicar que el aceite fácilmente extraíble procede de las células que se rompen durante los procesos de trituración, cocción, presión o laminado. La fracción más difícilmente extraíble procede de las células enteras. Existen dos procesos de extracción: 1) por solución (aceite obtenido de las células rotas) y 2) por difusión (aceite de las células enteras).

La extracción del aceite de una semilla oleaginosa se puede realizar de tres formas: percolación, inmersión y procedimiento mixto.

La percolación se realiza mediante una lluvia de disolvente que llega a toda la masa, sin llenar los espacios vacíos entre las semillas.

La inmersión consiste en que la masa de semilla está inmersa completamente en el disolvente.

Las plantas de extracción por disolvente se clasifican en relación al tipo de extractor en tres grupos: instalaciones por inmersión, instalaciones por percolación e instalaciones mixtas.

Las semillas con menos de 20% de aceite pueden ser procesadas directamente en extractor por disolvente, previa adecuada preparación. Los de mayor de 20% deben sufrir un primer tratamiento de presión con el fin de obtener tortas con un contenido en aceite aproximado de 15%.

El pescado puede ser industrialmente procesado para producir aceite y harina. La cocción del pescado es esencial para coagular sus proteínas y para la esterilización. La masa que

se obtiene es enviada a unas prensas de las que se obtiene una solución acuosa mezclada con grasa y una torta con un 50% de agua y un 50% de materia sólida.

La solución acuosa contiene un alto contenido en impurezas y se purifica por centrifugación. Como esta solución contiene gran cantidad de proteína soluble suele concentrarse. El producto resultante se añade a la torta inicial para aumentar el contenido en proteínas. Esta masa pasa a secaderos donde se disminuye su humedad. El producto seco se muele en molinos y se comercializa con el nombre de harina de pescado.

A continuación se citan dos de los principales tipos de grasas de origen animal: manteca fundida de cerdo y sebo fundido.

Los subproductos cárnicos son la materia prima de la que se parte para obtener los productos anteriores.

Los subproductos cárnicos son cargados en un digestor donde son sometidos a altas temperaturas (110-130°C) durante 2 a 4 horas, produciéndose la evaporación del agua y descargando posteriormente la harina y la grasa a un tornillo tamizador. En este tornillo se separa la grasa y las harinas.

Esta instalación se puede encontrar en la mayor parte de los mataderos, no obstante presenta algunos inconvenientes, por lo que se ha desarrollado otra técnica de la que se separa una fase grasa, una acuosa y otra sólida con sedimentos.

Tal y como figura en la Reglamentación Técnico Sanitaria de aceites vegetales comestibles las industrias agrarias y alimentarias destinadas a la extracción, refinación y envasado de aceites vegetales, así como los almacenes mayoristas y minoristas de tales productos deberán cumplir todas las especificaciones que se citan en dicha reglamentación en cuanto a su situación, recipientes, requisitos higiénico-sanitarios, condiciones generales de los materiales, requisitos del personal, prácticas permitidas y prácticas prohibidas.

EDITA Y DISTRIBUYE: