



EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

José Baquero Franco

Ingeniero Agrónomo

INDICE

| | <u>Págs.</u> |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Composición de los aceites y grasas | 3 |
| 2. Esquema general del proceso de extracción de aceite de semillas | 5 |
| 3. Recepción y almacenamiento de semillas en fábrica | 7 |
| 4. Limpieza de las semillas | 8 |
| 5. Preparación de las semillas | 8 |
| 6. Pretratamiento de la semilla antes de la extracción de aceite | 9 |
| 7. Extracción de aceite por presión | 12 |
| 8. Extracción por solvente | 14 |
| 9. Instalaciones complementarias al extractor por solvente | 18 |

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a:
Editorial Alhambra, S. A., por la reproducción de las figuras 2, 5 y 6.
De Smet España, S. A., por la figura 7.

EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

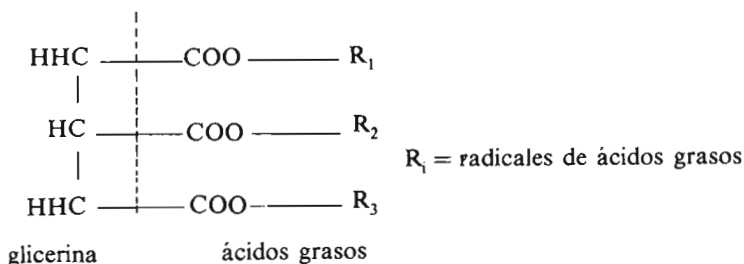
España es una importante productora de aceite de oliva, compartiendo el liderazgo de producción mundial de este aceite con Italia.

No obstante, cada día se está produciendo más aceite de semillas oleaginosas por ser más barato, y en algunos casos, como sucede con el aceite de soja, por producirse las harinas proteicas que resultan de la extracción del aceite del haba de soja de gran utilización en la alimentación animal, aunque después el aceite no tenga gran difusión y se exporte en gran medida.

En general es bien conocido el proceso de extracción del aceite de oliva por el gran número de almazaras existente en el país, pero es menos conocido el proceso de obtención del aceite a partir de semillas. En los puntos que siguen vamos a intentar exponer una panorámica general de dicho proceso haciendo particular referencia a las semillas de las que se obtiene aceite más usualmente en España: girasol y soja, si bien por todo el mundo se extrae aceite de otras semillas: colza, algodón, cacahuete, copra, palma, palmiste y muchas más.

1. COMPOSICION DE LOS ACEITES Y GRASAS

Todas las sustancias grasas están constituidas, básicamente, por ácidos grasos combinados con glicerina, constituyendo los glicéridos. En general los glicéridos que se encuentran en aceites y grasas son triglicéridos, que son tres moléculas de ácidos grasos combinados con la glicerina.



FORMULA GENERAL DE LOS GLICERIDOS

Se comprende fácilmente que dado el gran número de posibles combinaciones con los diferentes ácidos grasos se puedan obtener una gran variedad de aceites y grasas.

Precisamente la diferenciación entre aceites y grasas viene originada por la diferente composición en ácidos grasos y como consecuencia de ello del diferente punto de fusión que hace que unos sean líquidos a temperatura ambiente (aceites) y otros sean sólidos a dicha temperatura (grasas).

Para fijar ideas, seguidamente se indica la composición en ácidos grasos de los aceites más comunes.

1) Aceite de oliva:

- Acido oleico: 75-85 %.
- Acido linoleico: inferior a 7 %.
- Acido palmítico: 9-10 %.
- Acido esteárico: 2 % aproximadamente.

2) Aceite de girasol:

- Acido linoleico: 40-60 %.
- Acido oleico: 22-40 %.
- Acido mirístico: 5-7 %.
- Acido esteárico: 3-5 %.

3) Aceite de soja:

- Acido linoleico: 50-55 %.
- Acido oleico: 20-25 %.
- Acido palmítico: 11-13 %.
- Acido esteárico: 4-5 %.



Todas estas cifras pueden presentar algunas variaciones, pues, como sucede en todo producto derivado de la agricultura, hay dependencia de la variedad de semilla, condiciones climáticas, edafológicas, etc.

2. ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLAS

Antes de entrar en algunos detalles, y para centrar las ideas, diremos que con carácter general el proceso de extracción de aceite de semillas comprende tres grandes grupos de operaciones:

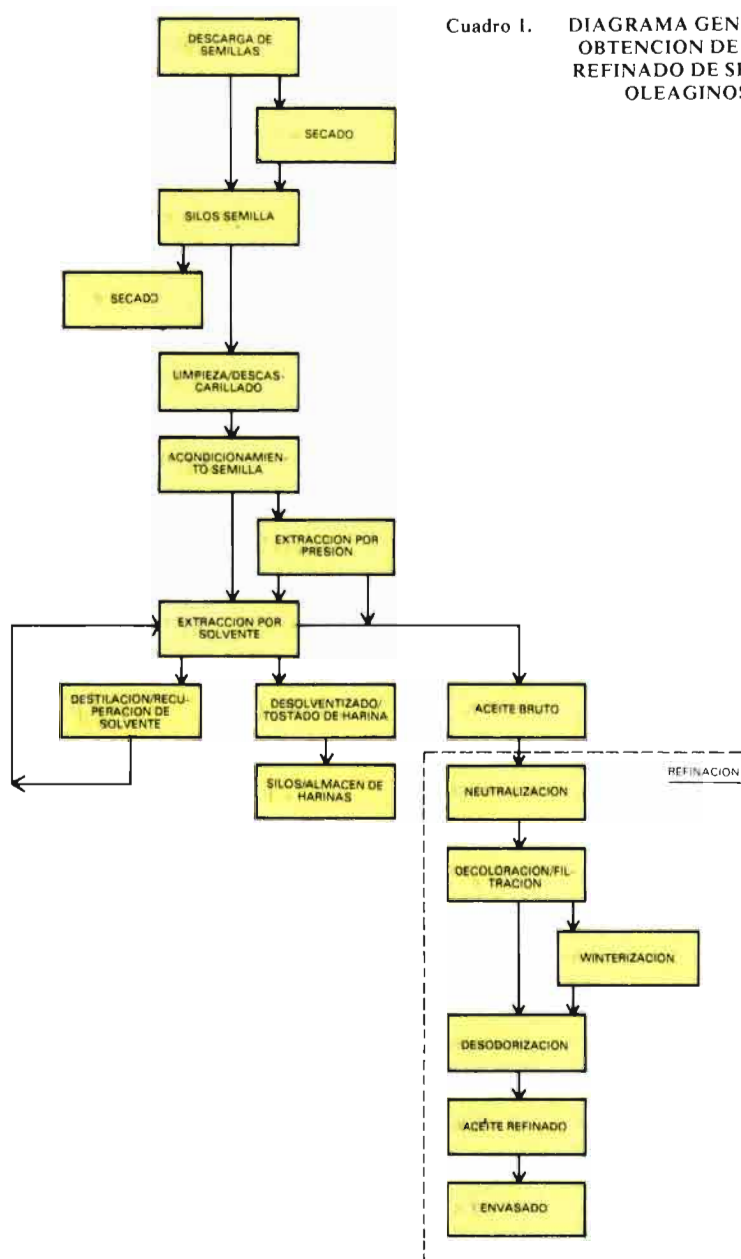
- a) Recepción, acondicionamiento, almacenamiento de la semilla en fábrica.
- b) Tratamiento de la semilla, con preparación-acondicionamiento de la misma y la extracción, por medio de un solvente, del aceite que contiene la semilla previamente acondicionada.
- c) Refinación del aceite extraído, ya que en estado bruto el aceite no es apto para el consumo. La refinación incluye varias operaciones básicas: neutralización, decoloración-filtración y desodorización, si bien generalmente se añade alguna otra operación complementaria, como puede ser la winterización.

No obstante, en esta Hoja Divulgadora no vamos a tratar el proceso de refinación porque sería imposible su inclusión en la extensión habitual de estas publicaciones y porque por su importancia podría dedicársele una Hoja específica.

En el cuadro I se recoge el diagrama bloque general del proceso de producción de aceite a partir de semillas oleaginosas, advirtiendo que luego cada semilla puede exigir alguna particularidad en el proceso general. Dicho diagrama contiene las diferentes fases de todo el proceso, pero es necesario hacer notar que, al menos en España, no es usual que en una sola fábrica se



Cuadro 1. DIAGRAMA GENERAL DE OBTENCION DE ACEITE REFINADO DE SEMILLAS OLEAGINOSAS





abarque la totalidad del proceso, estando separada generalmente la industria extractora, que llega hasta la obtención del aceite bruto y que es una industria administrativamente controlada, y la industria refinadora, que trata el aceite bruto hasta dejarlo apto para el consumo y que es una industria administrativamente liberalizada.

3. RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS EN FABRICA

Varios son los sistemas de recepción de semillas en la fábrica, dependiendo de la ubicación de la misma y la procedencia de las semillas. Así, la recepción puede realizarse por camión, ferrocarril o barco.

Las fábricas modernas disponen de los adecuados medios mecánicos (volcadoras de camiones o vagones, sistemas de transporte neumático para barcos) que permitan una rápida recepción y almacenamiento de las semillas en silos.

El almacenamiento de las semillas puede presentar ciertas dificultades, originadas por la constitución de la propia semilla, que haga difícil su manipulación, o bien por el posible riesgo de fermentaciones originadas por enzimas que contienen las semillas y que pueden producirse cuando encuentran adecuadas condiciones de humedad y temperatura.

La experiencia demuestra que es difícil que se produzcan fermentaciones con humedades y temperaturas inferiores a 6 por 100 y 30° C, respectivamente. En cualquier caso en las modernas fábricas se disponen de adecuadas instalaciones y equipos de secado, refrigeración y regulación-control que permiten controlar el almacenamiento.

El tipo de silo utilizado para el almacenamiento de semilla puede ser:

- De celdas verticales (metálicas o de hormigón), con carga por la parte superior y con fondo plano o cónico. En los silos de fondo plano la extracción se realiza por medio de extractor tipo tornillo sin fin.

-
- Silo-almacén, que son grandes naves provistas de adecuadas instalaciones para carga y descarga mecanizadas.
 - Silos especiales, como pueden ser los utilizados para semillas de difícil extracción, que son silos verticales de fondo cónico provistos de tornillos rascadores o extractores que hacen caer el producto hacia la boca del cono.

4. LIMPIEZA DE LAS SEMILLAS

Las semillas oleaginosas al llegar a las industrias contienen diversas materias extrañas: tierra, piedras, elementos metálicos, trapos, etc.

Todos estos elementos extraños deben separarse antes que la semilla pase a ser procesada, ya que se pueden originar graves daños en las instalaciones de proceso.

Hoy día no existe un mecanismo capaz de eliminar, por sí mismo, todas las posibles impurezas, y hay que recurrir a diversas máquinas especializadas, como son cribas con corrientes de aire, separadores magnéticos, etc.

5. PREPARACION DE LAS SEMILLAS

En este apartado se incluyen todas las operaciones necesarias para poner a la semilla en las mejores condiciones para la extracción del aceite.

Algunas semillas no precisan tratamientos especiales, tal como sucede con la colza y el cacahuete, pero hay otras que sí los precisan.

Centrándonos en las semillas de girasol y soja diremos que la semilla de girasol puede tratarse tal como es o bien descascarillada. En el primer caso se obtendrá harina de bajo contenido proteico, mientras que en el segundo caso se obtiene una harina mucho más rica en proteínas.

El descascarillado del girasol se realiza con máquinas específicas para tal fin.

Por lo que a la soja se refiere, la creciente demanda de harina con alto contenido en proteínas hace que la semilla se someta a veces a un proceso previo de descascarillado. El haba de soja



Fig. 1.—Vista conjunta de unidad de acondicionamiento de semilla y unidad de extracción.

está recubierta de una película que representa del 6 al 8 por 100 en peso de la semilla, y el descascarillado se realiza por medio de equipos especiales.

6. PRETRATAMIENTO DE LA SEMILLA ANTES DE LA EXTRACCION DE ACEITE

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

El pretratamiento de las semillas se compone de dos operaciones fundamentales:

- a) Trituración.
 - b) Calentamiento-acondicionamiento.
- a) La experiencia ha demostrado que la extracción del aceite de una semilla oleaginosa, bien sea por el sistema de presión o por el de solvente, se realiza mucho más rápida-

mente cuando la semilla se somete a una trituración previa o a una laminación.

La trituración de las semillas se realiza por medio de molinos de cilindros de uno o más pasos. Los primeros pares de cilindros son de superficie acanalada y los otros de superficie lisa. Los diámetros de los cilindros raramente son superiores a 400 milímetros y su longitud de unos 1.000 milímetros. Otros tipos de molinos, como los de martillos o cilindros dentados, están en desuso.

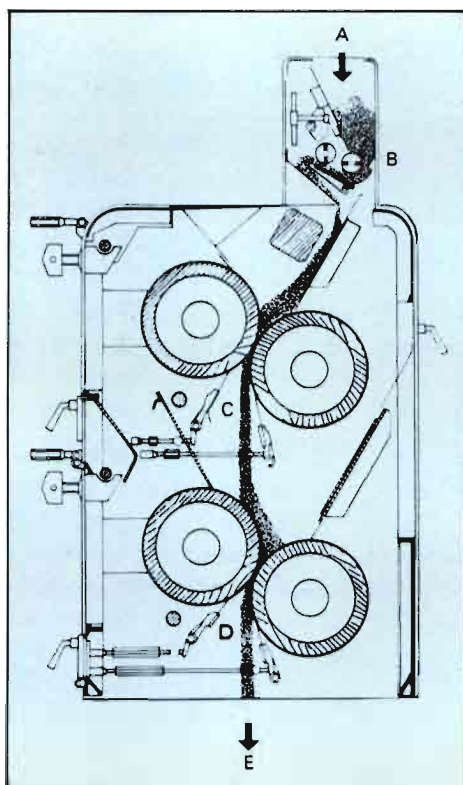


Fig. 2.—Esquema de funcionamiento de molino de cilindros. A: Entrada de semilla. B: Dispositivo dosificador de semilla. C: Primer par de cilindros. D: Segundo par de cilindros. E: Salida de semilla triturada.

- b) El calentamiento previo de una semilla favorece el proceso posterior de extracción. La teoría que regula este fenómeno puede resumirse de la siguiente forma:



- Las gotitas de aceite, de dimensiones ultramicroscópicas, que están repartidas en la masa de la semilla por efecto de la elevación de la temperatura se unen entre ellas más fácilmente.
- El aceite está contenido en una semilla en estado de emulsión con las proteínas, siempre presentes en una semilla oleaginosa. El calentamiento origina la desnaturalización de las proteínas, con la consiguiente rotura de la emulsión y, por tanto, la separación del aceite de la masa de semilla.

De cualquier manera, la operación de calentamiento debe conducirse con cuidado, a fin de evitar alteraciones fisicoquímicas degradantes de la calidad del aceite a extraer.

Por acondicionar una semilla se entiende llevarla a la temperatura y grado de humedad más conveniente para la extracción del aceite. Esto se explica por el hecho de que el calentamiento de la misma, acompañado de una adecuada humedad, da lugar a la formación de una película de agua que envolviendo las partes superficiales de las partículas que componen la semilla ayuda al proceso de difusión del aceite de la masa hacia su parte externa, también se facilita la rotura de parte de las células.

Los equipos de calentamiento-acondicionamiento están constituidos por una carcasa cilíndrica calentada por vapor y provistos de un eje con paletas agitadoras que tienen por finalidad remover la masa de semilla para que se caliente con contacto con las paredes, existiendo la posibilidad de inyectar agua o vapor para conseguir la humedad deseada.

Los modernos acondicionadores, llamados cocedores, trabajan en forma continua y pueden ser verticales u horizontales.

Cuando se trata fundamentalmente semillas de bajo contenido en aceite (inferior al 20 por 100), después de que la masa se haya acondicionado, se procede a un laminado que tiene por objeto reducirla a finísimas escamas de unos 0,3 milímetros de espesor para facilitar la extracción posterior del aceite por medio del solvente.

Los laminadores son equipos similares en alguna forma a los molinos de cilindros, pero con cilindros de gran diámetro y superficie lisa.

Modernamente, con el perfeccionamiento de los laminadores va desapareciendo la operación de trituración previa, y algunas semillas se laminan directamente después de haber sido calentadas-acondicionadas.

7. EXTRACCION DE ACEITE POR PRESION

Si observamos el cuadro 2 vemos que la semilla de girasol una vez acondicionada, se ve sometida a un tratamiento de prensado para extraer una parte del aceite en ella contenida. Debido al alto contenido en aceite de la misma, con este prensado previo se reduce la cantidad de aceite que hay que extraer por medio del solvente, reduciendo así la correspondiente instalación.

Hoy en día se utilizan para la extracción por presión las prensas continuas llamadas «expellers», constituidas por cestas perforadas, en cuyo interior va instalado un sinfín de presión que hace avanzar la masa, por las espiras helicoidales, a lo largo de la cesta. Estas prensas disponen del oportuno sistema de regulación de presión.

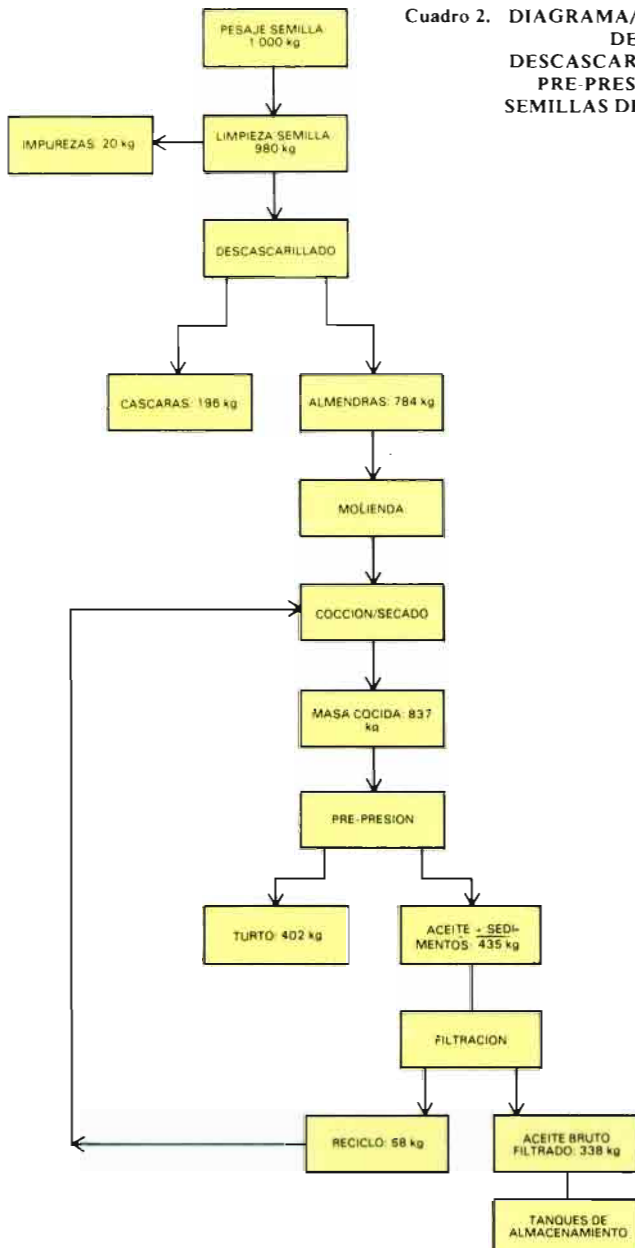
Después de ser tratada la semilla en las prensas y de haber extraído una parte del aceite en ellas contenido, de la prensa sale un producto llamado «turtó», que contiene la parte de aceite que no ha sido posible extraer y que se extraerá por medio de un solvente.

El aceite obtenido por presión contiene importante cantidad de impurezas, como pueden ser cascarillas, trozos de semillas, etc., por lo que antes de que se envíe a almacenamiento, junto con el aceite extraído por solvente, deben eliminarse tales impurezas, operación que se realiza generalmente en dos fases:

- Separación de sólidos más o menos gruesos mediante decantación o centrifugación.
- Separación de finos mediante filtración.



Cuadro 2. DIAGRAMA/BALANCE DE DESCASCARILLADO Y PRE-PRESION DE SEMILLAS DE GIRASOL



En el cuadro 2 se recoge un diagrama-bloque de descascari-llado y prepresión de semillas de girasol, con un balance básico de materias partiendo de 1.000 kilos de semilla, pesadas antes de la limpieza, y en el que se parte de un contenido en semilla limpia de:

- 44 por 100 de aceite.
- 49 por 100 de materia seca magra.
- 7 por 100 de agua.

La composición prevista en el balance, para la composición de la almendra, es:

- 54,7 por 100 de aceite.
- 38,3 por 100 de materia seca magra.
- 7 por 100 de agua.

Para el turtó obtenido en la presión se ha considerado una composición de:

- 18 por 100 de aceite.
- 74,5 por 100 de materia seca magra.
- 7,5 por 100 de agua.

8. EXTRACCION POR SOLVENTE

En este proceso, la semilla convenientemente preparada o el turtó proveniente de la extracción por presión se somete a la acción de un solvente de la grasa en ella contenida para su extracción.

Se han utilizado diversos tipos de solventes, tales como:

- Hexano.
- Benceno.
- Tricloroetileno.
- Sulfuro de carbono.

Aunque el tricloroetileno es el que tiene mayor poder solven-
te, la realidad es que hoy en día el solvente más universal es el
hexano, porque con él se obtiene mayor calidad de aceite y



Fig. 3. — Vista general de una unidad de extracción por solvente.

disminuyen otros problemas, como son la peligrosidad y toxicidad, así como la corrosividad en las instalaciones.

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

1) Por percolación, consistente en crear una lluvia de solvente sin inundar la masa de semilla.

En la figura 4 se muestra el esquema de un extractor por percolación. Los cangilones que transportan la masa de semilla preparada, reciben una lluvia de solvente impulsado por las bombas centrífugas de que dispone el extractor en su parte inferior. La extracción se realiza en contracorriente; es decir, que al principio la masa de semilla es lavada por una miscela rica en aceite y después, a medida que la masa se transporta hacia la descarga, se lava con mezclas cada vez más pobres en aceite, hasta el último lavado, que se efectúa con solvente puro. Existen otros tipos de extractores por percolación, pero todos están basados en el mismo principio.

2) Por inmersión, que se realiza cuando la masa de semilla va inmersa completamente en el solvente.

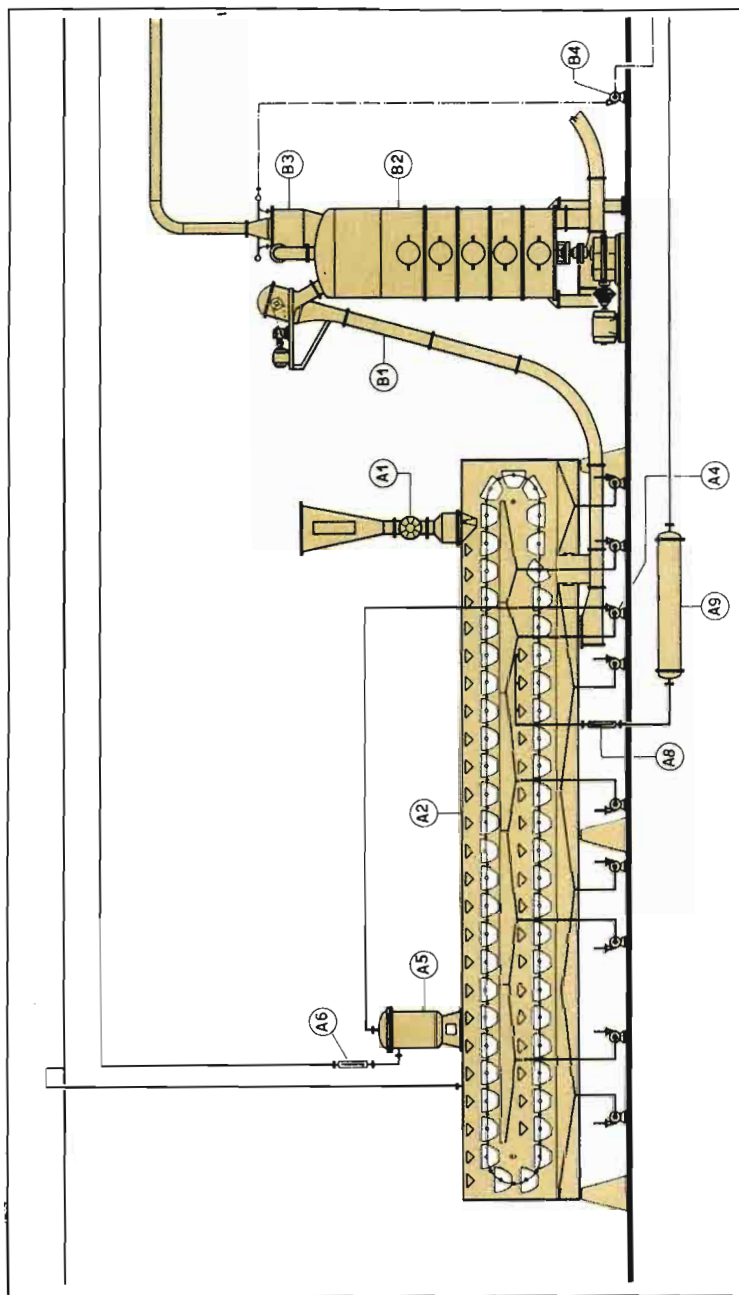


Fig. 4.—Esquema de extractor por percolación. A1: Válvula rotativa de carga de semilla. A2: Cuerpo del extractor. A4: Bomba de mezcla. A5: Filtro de mezcla. A6: Rotámetro (medidor de caudal para mezcla). A8: Rotámetro (medidor de caudal para solvente). A9: Filtro de solvente. B1: Transportador de harnas. B2: Desolventizador. B3: Desolventizador. B4: Bomba de inyección de agua al ciclón.



3) Sistema mixto, que en realidad consiste básicamente en la instalación de dos extractores en serie, uno primero por percolación y otro por inmersión, como aparece en la figura 5.

El proceso de percolación va bien para la extracción del aceite que se encuentra en estado libre por la acción de tratamientos anteriores (se produce una extracción por disolución). El proceso de inmersión es más adecuado para la extracción del aceite que aún se encuentra contenido en las células (se produce una extracción por difusión).

Hoy en día para la operación de la extracción por solvente se utilizan modernos extractores continuos de diferentes patentes. La elección del tipo de extractor deberá realizarse en base a la semilla o semillas a tratar, su preparación previa prevista, los balances de materia, energía y rendimientos que presente cada extractor, sin olvidar los aspectos de coste de la instalación.

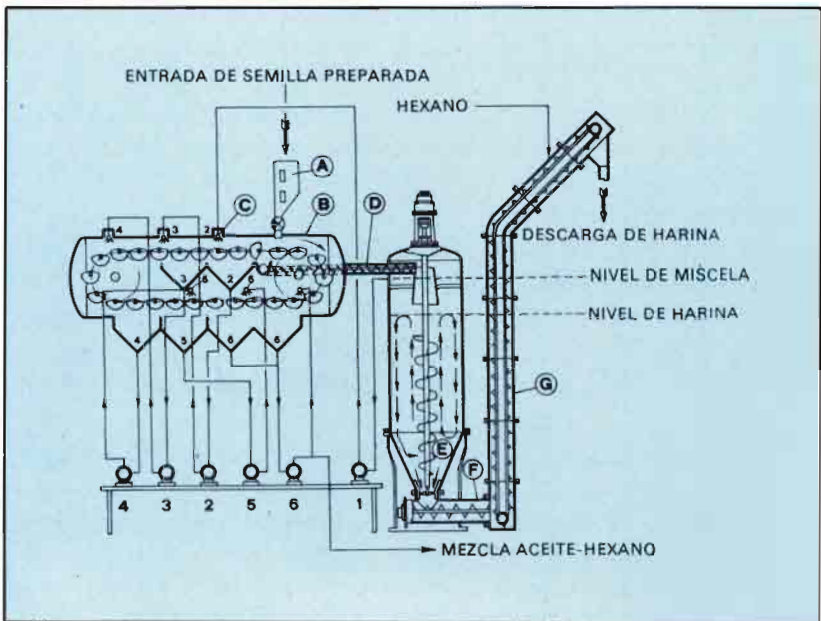


Fig. 5.—Esquema de extractor mixto percolación-inmersión. A: Tolvin de carga. B: Cuerpo del extractor. C: Duchas de solvente. 1 a 6: Bombas de recirculación de solvente. D: Tornillo extractor de harinas. E: Agitador del extractor por inmersión. F: Tornillo de descarga de harinas. G: Elevador de cangilones para harinas.

9. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS AL EXTRACTOR POR SOLVENTE

Del extractor sale el aceite disuelto en el solvente, constituyendo lo que usualmente se llama miscela. Es necesario separar ambos elementos, así como eliminar el solvente que ha quedado retenido en las harinas formadas por la masa de semilla desprovista, aunque no en su totalidad, de aceite.

Estas operaciones se realizan en una serie de instalaciones complementarias cuya finalidad es:

- a) Filtración de la miscela.
 - b) Destilación de la miscela y recuperación del solvente.
 - c) Desolventización de las harinas.
- a) Un mal enemigo en el proceso de extracción son los «finos» existentes en la masa de semilla preparada, que en buena parte pasan a la miscela, y que si no se eliminan, originan importantes trastornos en operaciones posteriores.

La operación de filtrar las miscelas tiene algunas dificultades por la presencia del solvente, volátil e inflamable, por lo que es necesario utilizar filtros cerrados.

- b) La destilación de la miscela tiene por objeto separar totalmente el solvente del aceite. Esta operación se realiza en equipos de destilación de diferentes tipos.

No obstante, estos equipos no logran extraer totalmente el solvente, por lo que es necesario hacer pasar posteriormente la miscela por una columna en la que se hace borbotear y circular, en contracorriente con la miscela, vapor de agua, a fin de arrastrar los residuos de solvente (operación que se conoce como «stripping»).

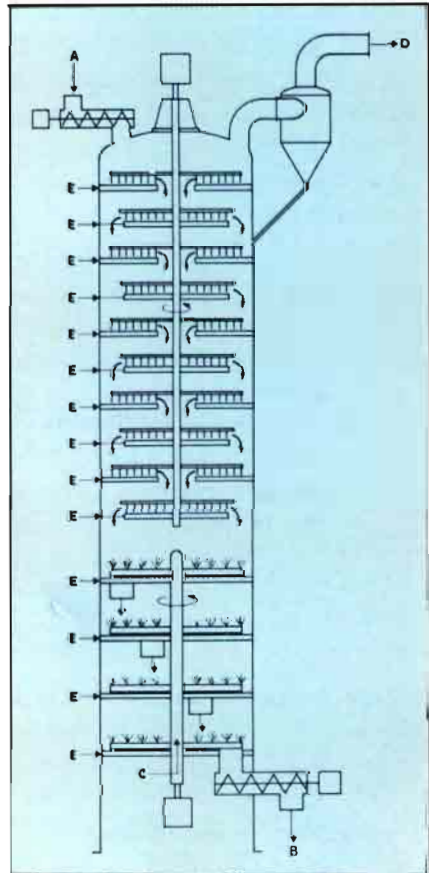
En las plantas de pequeña capacidad esta columna va incorporada en el mismo destilador.

- c) Si parece conveniente mencionar una instalación singular, que es el desolventizador de harinas. Los tipos más usuales de desolventizadores están constituidos por torres verticales con platos internos que se cargan de la harina a la que se quiere eliminar el solvente.



Un sistema de palas remueve la masa de harina y la hace caer desde un plato al inferior y así sucesivamente hasta llegar al fondo de la torre. Durante el camino que recorre la harina en el interior de la torre se va recalentando por contacto con la superficie de los platos que están calentados con vapor de agua. Por efecto del calentamiento el solvente se evapora, recogiénose en un sistema de lavado y condensación, en tanto que la harina desprovista de solvente se extrae por el fondo de la torre, como puede verse en la figura 6.

Fig. 6.—Esquema de desolventizador de harinas. A: Entrada de harina sin tratar. B: Salida de harina tratada. C: Entrada de vapor directo. D: Salida de solvente. E: Entrada de vapor de calefacción.



En el caso particular de la soja, la harina contiene ciertos enzimas perjudiciales para piensos que contengan urea, ya que descomponen este producto disminuyendo el valor nutritivo. Para evitar esto se procede a la destrucción de las enzimas ureásicas, constituyendo el llamado «tostado de la harina», que frecuentemente se realiza en la propia torre de desolventización, dependiendo del diseño de la torre, y con un proceso que consiste básicamente en humidificar la harina, calentarla hasta aproximadamente unos 105° C y mantenerla en cocción durante un tiempo aproximado de 20 minutos.

La harina resultante de la extracción del aceite por medio del solvente es un producto de alto contenido proteico y consecuente de gran valor comercial, ya sea como alimento para el ganado, ya sea para la producción de lo que se ha venido en llamar «proteína aislada», que es un producto apto para el consumo humano y que se obtiene aislando proteínas de otros productos proteicos.

Hay que hacer notar la importancia de controlar la humedad y temperatura de estas harinas cuando se almacenan a granel en silos, a fin de evitar calentamientos o hinchazones del producto que pueden deteriorar fuertemente el silo.

En el cuadro 3 se recoge un diagrama bloque de la extracción de aceite de soja con un balance de materias, partiendo de 1.000 kg de semilla, suponiendo un contenido en semilla limpia de:

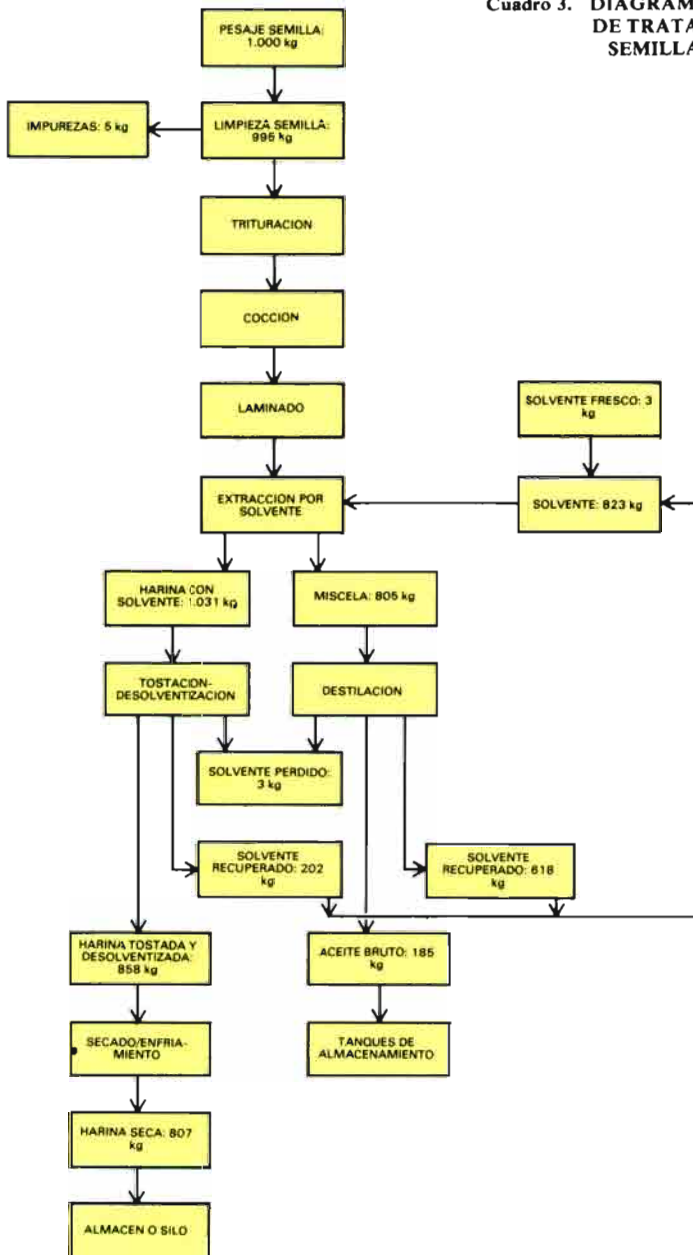
- 19 por 100 de aceite.
- 71 por 100 de materia seca magra.
- 10 por 100 de agua.

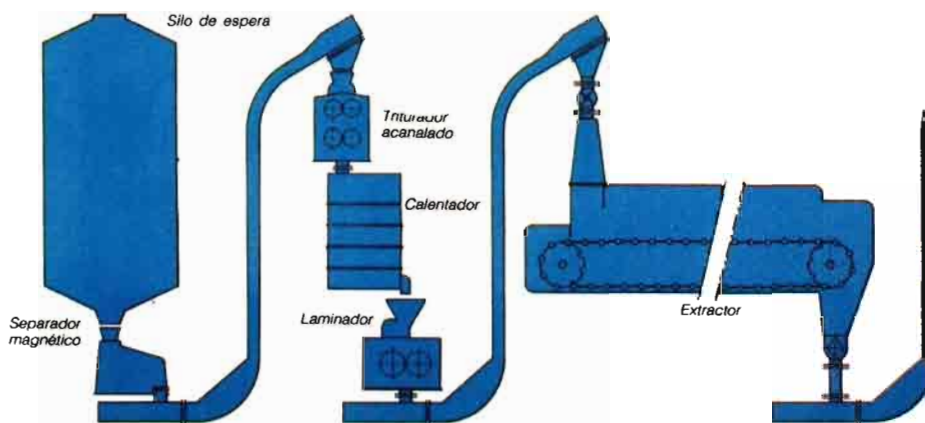
Para la harina seca obtenida se ha considerado una composición de:

- 0,5 por 100 de aceite.
- 87,5 por 100 de materia seca magra.
- 12 por 100 de agua.

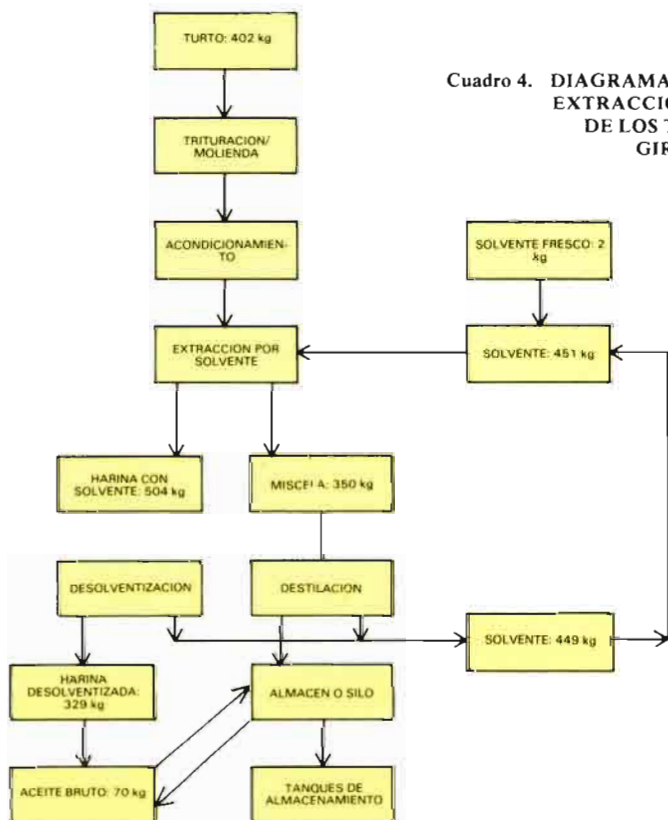


Cuadro 3. DIAGRAMA/BALANCE DE TRATAMIENTO DE SEMILLAS DE SOJA





Cuadro 4. DIAGRAMA/BALANCE DE EXTRACCION DE ACEITE DE LOS TURTO DE GIRASOL



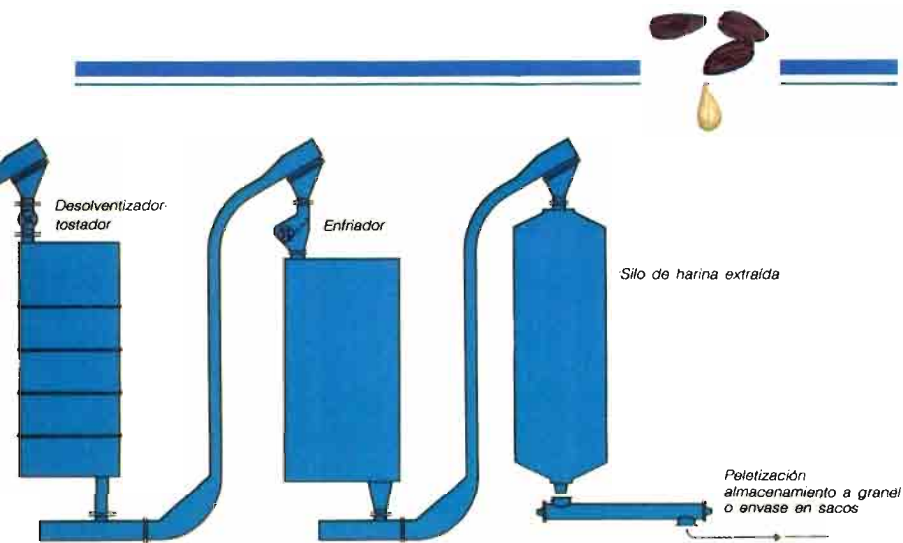


Fig. 7.—Diagrama simplificado del proceso de extracción por solvente.

En el cuadro 4 se recoge otro diagrama bloque para turtó de girasol (ver cuadro 2), considerando una composición para la harina desolventizada de:

- 0,8 por 100 de aceite.
- 91,2 por 100 de materia seca magra.
- 8 por 100 de agua.



**Desde principios de siglo tenemos 20 citas al año...
y no hemos fallado nunca**



HOJAS DIVULGADORAS

**Por sólo 400 pesetas enviadas por giro postal
recibirá ¡a DOMICILIO! 20 números al año de la
publicación agraria de más tradición.**



**MINISTERIO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACION**

**DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION AGRARIAS**

**Servicio de Extensión Agraria
Corazón de María, 8 - 28002-Madrid**

Se autoriza la reproducción **Integra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».