

(93)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

DIVERSOS EQUIPOS PARA LA OBTENCION DE ACEITE VEGETAL CRUDO

T E S I S
Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a n
BENJAMIN GOMEZ MALAGON Y
JOSE RAMIRO MENDEZ CISNEROS

México, D. F.

1973

M-165568



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE QUIMICA
DEPTO. DE PASANTES Y
EXAMENES PROFESIONALES.

FORMA C

Universidad Nacional
Autónoma de
México

(AUTORIZACION PARA ESCRIBIR DEFINITIVAMENTE EL TEMA REVISADO)

C. Director Gral. de Servicios Escolares
Universidad Nacional Autónoma de México,
P r e s e n t e .

Me permito comunicar a usted, que el tema de T E S I S .

Titulado: "DIVERSOS EQUIPOS PARA LA OBTENCION DE ACEITE
COMESTIBLE". (TEMA MANCOMUNADO)

que presenta: EL SR. BENJAMIN GOMEZ MALAGON

Pasante de la Carrera de: INGENIERO QUIMICO

Fué aceptado por el Jurado nombrado para dicho examen, el cual quedó inte -
grado en la siguiente forma:

Presidente Prof.: JULIO TERAN ZAVALETA
V o c a l " : ANTONIO REYES CHUMACERO
Secretario " : FERNANDO ITURBE HERMANI
1er. Suplente " : RUBEN BERRA GARCIA COSS
2o. Suplente " : MARGARITA GONZALEZ TERAN

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "
Cd. Universitaria D.F., a 29 de NOVIEMBRE 1973

EL JEFE DEL DEPTO. DE PASANTES
Y EXAMENES PROFESIONALES.


QUIM. JULIO TERAN Z:



FACULTAD DE QUIMICA
DEPTO. DE PASANTES Y
EXAMENES PROFESIONALES.

FORMA C

Universidad Nacional
Autónoma de
México

(AUTORIZACION PARA ESCRIBIR DEFINITIVAMENTE EL TEMA REVISADO)

C. Director Gral. de Servicios Escolares
Universidad Nacional Autónoma de México,
P r e s e n t e .

Me permito comunicar a usted, que el tema de T E S I S .

Titulado: "DIVERSOS EQUIPOS PARA LA OBTENCION DE ACEITE
COMESTIBLE". (TEMA MANCOMUNADO)

que presenta: EL SR. JOSE RAMIRO MENDEZ CISNEROS

Pasante de la Carrera de: INGENIERO QUIMICO

Fué aceptado por el Jurado nombrado para dicho examen, el cual quedó inte -
grado en la siguiente forma:

Presidente Prof.: JULIO TERAN ZAVALETA

V o c a l " : ANTONIO REYES CHUMACERO

Secretario " : FERNANDO ITURBE HERMANN

1er. Suplente " : RUBEN BERRA GARCIA COSS

2o. Suplente " : MARGARITA GONZALEZ TERAN

A t e n t a m e n t e .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "
Cd. Universitaria D.F., a 29 de ~~NOVIEMBRE~~ NOVIEMBRE 197 3

EL JEFE DEL DEPTO. DE PASANTES
Y EXAMENES PROFESIONALES.

QUIM. JULIO TERAN Z.

A LA MEMORIA DE MI PADRE.

A MI MADRE.

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

RAMIRO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MARTHA

BENJAMIN.

A NUESTRA FACULTAD

A NUESTROS MAESTROS

A NUESTROS COMPAÑEROS

BENJAMIN

-

RAMIRO

I N T R O D U C C I C N

Las semillas oleaginosas constituyen una apreciable fuente para la obtención de aceites y grasas comestibles y - no comestibles, así como de pastas y harinas; sus procesos - de obtención dan forma a una industria aceitera, con un po-- der económico de primera importancia en nuestro país.

Existe en la naturaleza un gran número de materia-- les oleaginosos, ya que cada especie de planta o animal desa-- rrolla cierta cantidad de aceite o grasa durante su vida; -- siendo 32 los materiales vegetales económicamente costea--- bles para la extracción de aceite.

El objetivo fundamental de este trabajo es presen-- tar la comparación de los dos sistemas de extracción de acei-- te crudo.

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO 1.- Generalidades

- 1.1 Qué es un aceite.
- 1.2 Diferencia entre grasas y aceites. 3
- 1.3 Propiedades físicas y químicas de los aceites.

CAPITULO II.- Las semillas como materia prima

- 2.1 Principales tipos de semillas y contenido de aceite. 37
- 2.2 Composición del aceite de cada semilla 49
- 2.3 Principales impurezas 50

CAPITULO III.- Análisis -

- 3.1 DE LA MATERIA PRIMA O SEMILLA
 - 3.1.1 Humedad 62, 72
 - 3.1.2 Determinación de impurezas
 - 3.1.3 Determinación del contenido de aceite. 68, 72, 78
- 3.2 DEL ACEITE -
 - 3.2.1 Determinación de acidez 77
 - 3.2.2 Índice de iodo 79
 - 3.2.3 Titer.
 - 3.2.4 Índice de saponificación
 - 3.2.5 Humedad del aceite

CAPITULO IV.- Proceso y métodos de obtención del aceite crudo

91, 95, 99, 101, 104

CAPITULO V.- Método Mecánico

5.1 Método Mecánico discontinuo

5.2 Método Mecánico continuo

CAPITULO VI.- Método de Extracción con solvente

6.1 Fundamento del Método

6.2 Proceso Discontinuo

6.3 PROCESOS CONTINUOS

6.3.1 Equipo de Lurgi

6.3.2 Equipo de French

6.3.3 Equipo de Smet

6.4 Método Combinado

CAPITULO VII.- Análisis Económico Comparativo de los Métodos de Extracción Mecánico y con solventes.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

C A P I T U L O I

G E N E R A L I D A D E S

1.1 Q U E E S U N A C E I T E

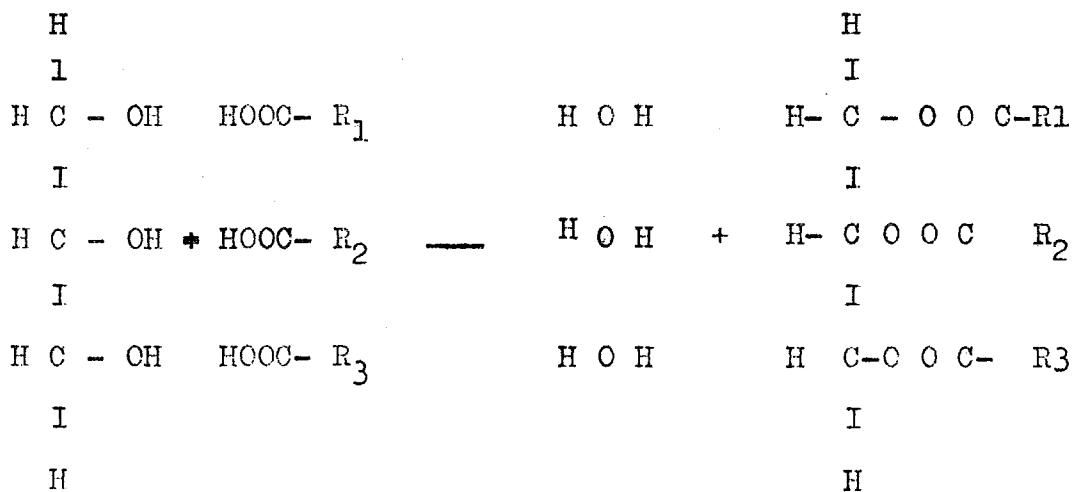
1.2 D I F E R E N C I A S E N T R E G R A S A S Y A C E I T E S

1.3 P R O P I E D A D E S F I S I C A S Y Q U I M I C A S

CAPITULO I.- GENERALIDADES

1.1) QUE ES UN ACEITE:

Las grasas y aceites son compuestos de origen animal ó vegetal que constan principalmente de esteres del propano - triol glicerol o glicerina y ácidos grasos. Se designan como esteres trigliceridos.- Desde el punto de vista estructural - se considera que el triglicerido está formado por la reacción de una molécula de glicerina con tres moléculas de ácidos gra sos, produciendo tres moléculas de agua y una molécula de un triglicerido según; la ilustración:



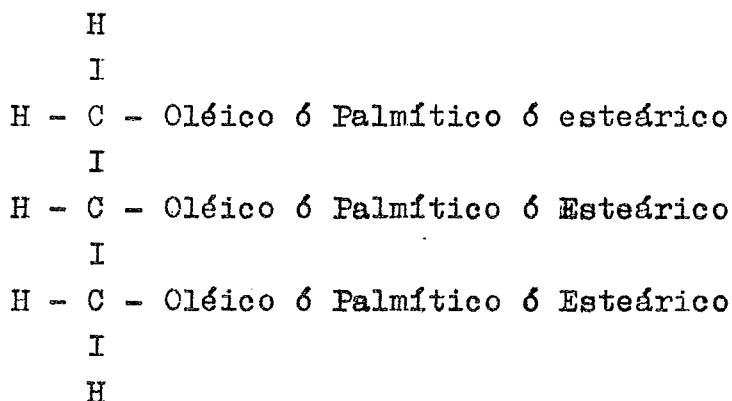
Los aceites vegetales se caracterizan por:

- a) Ser insolubles en agua y solubles en la mayoría de los disolventes orgánicos.
- b) Poseer un caracter oleaginoso.
- c) Tener peso específico menor que el del agua.
- d) Ser facilmente saponificables con alcalí.

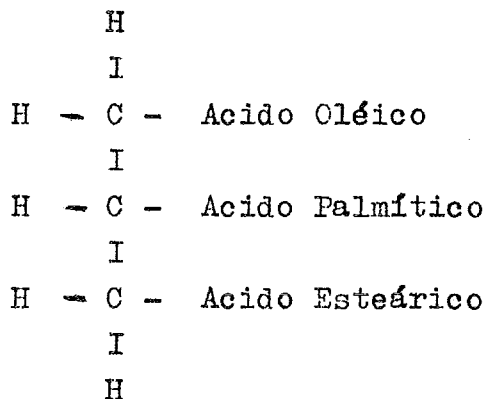
Los triglicéridos que constituyen la fracción mayor de todas las grasas y aceites naturales se clasifican en Simples y Mixtos, dependiendo de su composición. Un triglicérido simple, es aquél que tiene idénticos los tres radicales de ácido graso.

Los triglicéridos Mixtos, son aquellos que no tienen iguales los radicales de ácido graso.

Los aceites naturales han sido definidos como mezclas de triglicéridos mixtos, puesto que en la naturaleza ésta es la forma más común en que se encuentran.



TRIGLICERIDO SIMPLE

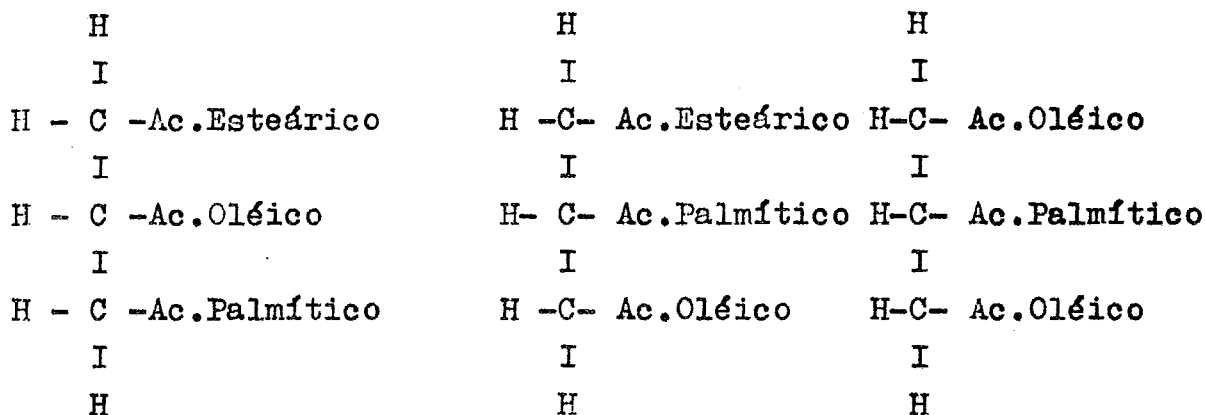


TRIGLICERIDO COMPUESTO

Cada triglicérido que contiene 2 ó más radicales ácidos diferentes tienen distintas formas isomera posibles

dependiendo de la colocación de los ácidos grasos en la molécula del triglicerido. Dichos isómeros se nombran de acuerdo con los radicales ácidos específicos presentes y la posición relativa de éstos en la molécula.

El siguiente ejemplo ilustra la nomenclatura de los triglicéridos

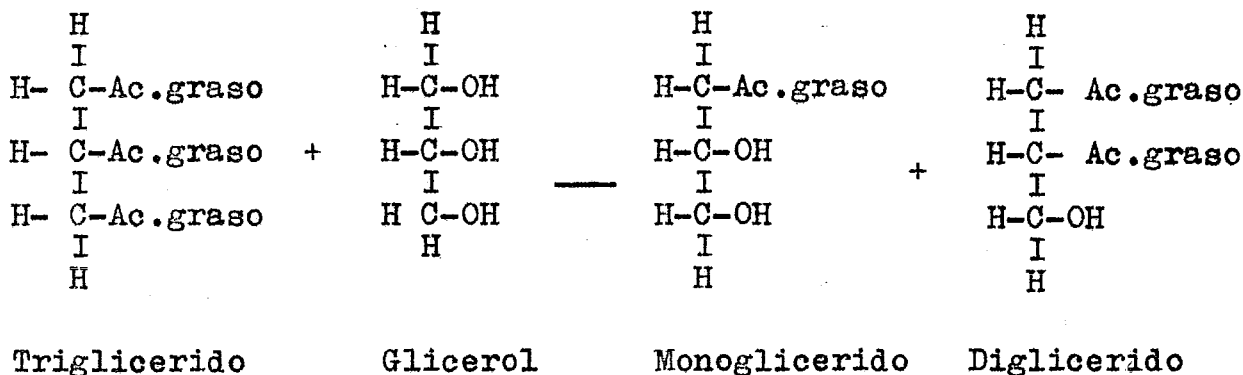


β Oleo Palmito
Estearina

β Palmito Oleo
Estearina

β Palmito Dioleina

Además de los triglicéridos existen mono y Diglicéridos los que están presentes en muy pequeñas cantidades - en las grasas naturales a menos que dichas grasas hayan sido parcialmente hidrolizadas, sin embargo existe la evidencia - de que hay pequeñas cantidades de ellos en todas las grasas naturales. Los monoglicéridos comerciales se producen fundamentalmente por alcoholisis, las grasas o ácidos grasos se - tratan con un exceso de glicerol en presencia de un cataliza - dor reaccionando según la ilustración:



La distribución de los ácidos grasos en la molécula del triglicerido, no se puede predecir y algunos autores han propuesto una distribución arbitraria; sin embargo, si un ácido se presenta en más de la tercera parte del contenido total de ácidos grasos en el aceite, se puede suponer que dicho ácido aparecerá en casi todas las moléculas trigliceridas del aceite y si un ácido se presenta en por lo menos dos terceras partes podrá formar una cantidad considerable de triglicerido simple.

Los ácidos que se encuentran esterificados en los trigliceridos pueden ser saturados o insaturados, por consiguiente solo podrán existir 4 tipos diferentes de moléculas trigliceridas: (2)

- 1o.- Moléculas con los tres ácidos saturados (sss)
- 2o.- " " dos saturados y uno insaturado (ssI)
- 3o.- Moléculas con uno saturado y 2 insaturados (sII)
- 4o.- Moléculas con los tres ácidos insaturados (III)

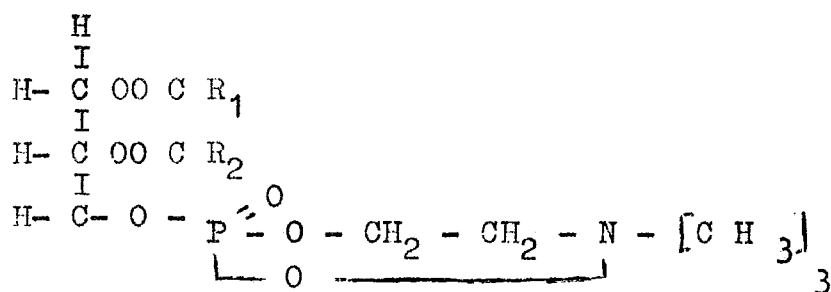
Básandose en su insaturación y en su consiguiente capacidad para la desecación o polimerización las grasas y aceites se clasifican en no secantes. (índice de Iodo inferior a 90), semisecantes (índice de Iodo de 90 a 130) y secantes (índice de Iodo superior a 130).

Los aceites naturales contienen constituyentes no gliceridos que son insaponificables?

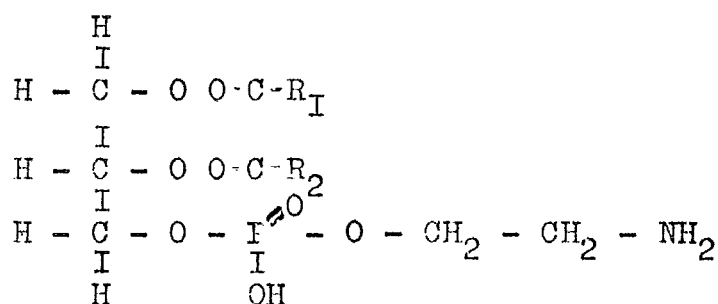
El contenido de materia insaponificable en la mayor parte de los aceites naturales oscila normalmente entre el 0.5 y 2.6% aunque hay pocas excepciones particularmente en aceites de animales marinos.

Esta porción consta de una mezcla de sustancias, siendo las principales y son las siguientes:

FOSFATIDOS: Se consideran como triglicéridos en los cuales un radical de ácido graso ha sido reemplazado por ácido fosfórico. Se han encontrado dos tipos de Fosfatidos Lecitina y Cefalina.

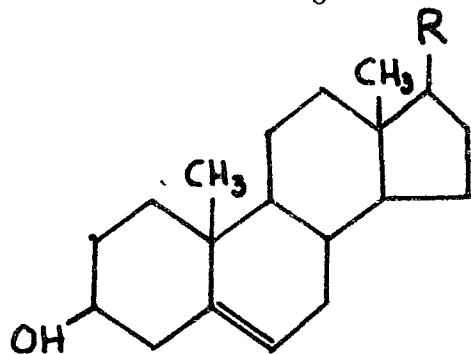


Lecitina



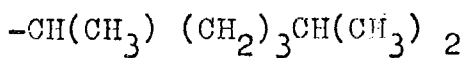
Cefalina

ESTEROLES: El esteroles característico de las grasas animales es el colesterol $\text{C}_{27} \text{H}_{46} \text{O}$; para los aceites vegetales se conocen dos tipos de esterole, los que son: Sitosterol y Estigmasterol. La diferencia radica en la ocupación del radical en el grupo esterol

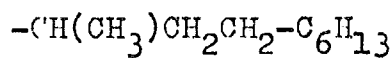


Grupo Esterol

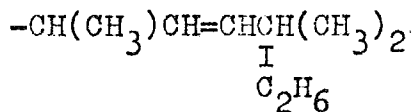
En donde si R es:



COLESTEROL



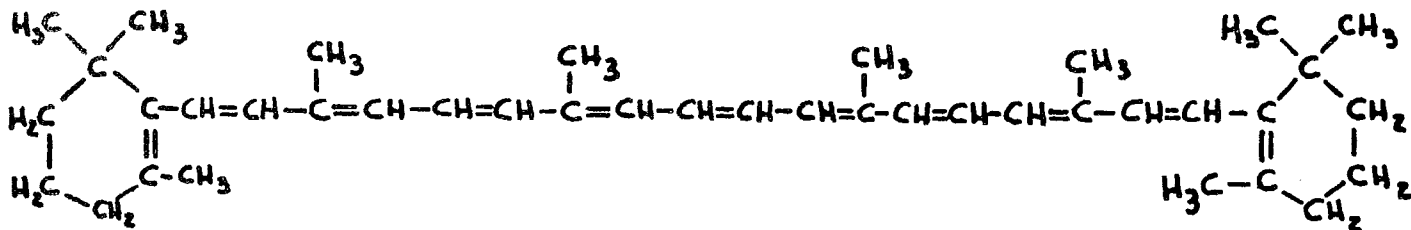
SITOSTEROL



ESTIGMASTEROL

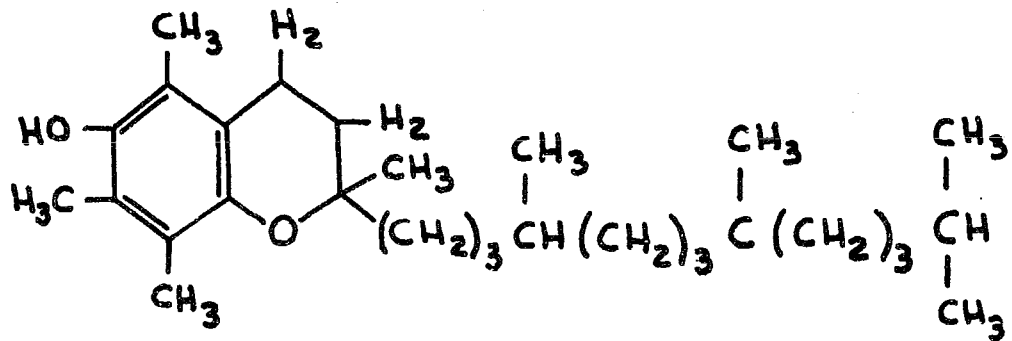
HIDROCARBUROS: Algunos de los hidrocarburos presentes en los aceites son: Escualeno $\text{C}_{30} \text{H}_{50}$; Gaduceno, $\text{C}_{18} \text{H}_{32}$.

CAROTENO: Los pigmentos carotenoides son los responsables del color amarillo rojizo de la mayoría de los aceites, su estructura es:



β - CAROTENO

TOCOFEROLES: Son compuestos de elevado peso molecular:



Se han identificado varios tocoferoles aislados y han sido designados como α , β , γ , tocoferoles. La diferencia consiste fundamentalmente en la posición de varios grupos metilos.

Los tocoferoles son agentes antioxidantes; en consecuencia son sustancias de gran importancia que aumentan la estabilidad de grasas y aceites.

CETONAS: Ciertas cetonas de peso molecular elevado, se han encontrado en las grasas y aceites y son los responsables del olor y sabor.

COMPONENTES NUTRICIONALES: Los aceites son una importante fuente de vitaminas solubles en grasas tales como: A, D y E.

1.2) DIFERENCIAS ENTRE GRASAS Y ACEITES ✓

(No hay distinción clara entre los términos grasa y aceite. La primera, generalmente significa el estado sólido mientras que corrientemente, aceite se aplica a la forma líquida; la vaguedad de ésta terminología es evidente por el hecho de que una grasa en una zona de temperatura climática, puede ser un aceite a temperaturas tropicales. Los términos están empleados indistintamente sin una referencia específica al estado físico.

Una clasificación más racional basada en la composición química en las aplicaciones industriales y en su origen pone a las grasas y los aceites comercialmente importantes de la siguiente forma:

- 1.- Aceites Vegetales.
- 2.- Grasas de mamíferos terrestres.
- 3.- Aceites de animales marinos.
- 4.- Aceites esenciales.
- 5.- Aceites minerales.

Los aceites vegetales son aquellos que se extraen de la pulpa de frutas de plantas perennes y de semillas de plantas anuales cultivadas, constituyen el grupo más importante por tener una gran variedad de aceites tanto en su composición como en sus características. Estos aceites consisten predominantemente de ácidos grasos insaturados a excepción de los aceites de coco y de la semilla de palma, los cuales tienen un contenido muy elevado de ácido Láurico.)

En la mayoría de los casos, los ácidos grasos saturados se presentan en menos del 20% del total. Son normalmente líquidos y contienen un porcentaje bastante grande de sustancias no gliceridas.

GRASAS DE MAMIFEROS TERRESTRES.- Tienen insaturación relativamente baja y contienen principalmente ácidos de 16 a 18 átomos de carbono. Los ácidos oléico y linoléico.

Los ácidos saturados y no saturados irregularmente distribuidos, tienen puntos de fusión relativamente elevados. Si se derivan de materiales no estropeados tienen color claro y contenido bajo de componentes no glicéridos; las calidades no comestibles tienen a menudo color oscuro; se derivan principalmente de grasas del cuerpo obtenido como un subproducto del empacado de carnes.

Son relativamente baratas y se usan como grasas comestibles, como fuente de ácidos grasos comerciales y para fabricación de jabones. La excepción la constituye la grasa de la leche que se distingue por su baja insaturación y por tener una gran variedad de ácidos grasos saturados de cadena corta.

ACEITES DE ANIMALES MARINOS: Se distinguen por su contenido considerable de ácidos grasos cuya longitud de -- cadena varía bastante por debajo y por encima de 18 carbonos y por la presencia de ácidos muy insaturados (4 ó más dobles enlaces) juntamente con un contenido considerable de ácidos saturados (hasta 25% del total). Aunque usados en la alimentación; como aceites secantes y después de su hidrogenación para fabricar jabones, entre ellos jabones metálicos, la diversidad de los ácidos grasos que los componen impiden que sean materiales convenientes para usos especiales y son generalmente las grasas más baratas. En la manufactura de -- grasas y pieles se usan grandes cantidades de éstos aceites. A diferencia de las grasas de mamíferos terrestres, los -- aceites marinos no son un subproducto de la preparación de alimentos.

Los miembros comercialmente importantes proceden -- de la ballena y pequeños peces ricos en aceite como la sardina de california, el menhaden (especie de sábalo) y el --- arenque que se pescan principalmente para extraerles el aceite. El aceite de ballena es en una gran parte cera líquida.

El aceite del cuerpo y de la cabeza se componen aproximadamente del 65 y 74% de ésteres de alcoholes monovalentes superiores normales y 35 y 26% de ésteres de glicerol respectivamente. Los aceites de hígado de pescado proceden de peces muy diferentes ya que los peces ricos en aceites tienen por lo general hígado con un contenido bajo de aceite y viceversa y son importantes como la única fuente de vitamina A natural.

ESENCIALES: Los aceites esenciales o etéreos difieren grandemente de las grasas y aceites en su composición y propiedades, éstas son sustancias odoríferas de naturaleza aceitosa obtenidos de fuentes vegetales; son generalmente líquidos pero también pueden ser semisólidos o sólidos a temperaturas ordinarias. Se dice erróneamente que consisten de grandes ésteres de ácidos grasos; sin embargo la mayoría de los aceites esenciales están compuestos de terpenos, constituyentes oxigenados, sesquiterpenos y pequeñas cantidades de residuos no volátiles; las principales características de éstos aceites se debe a los terpenos y sesquiterpenos. Los compuestos oxigenados incluyen alcoholes, aldehidos, ácidos, lactonas, óxidos, cumarinas, etc.

La mayoría de los ácidos grasos presentes en los aceites esenciales se encuentran esterificados y consisten de un bajo número de átomos de carbono (de Fórmico a Uleríco).

ACEITES MINERALES: Los aceites minerales se derivan del petróleo, están formados de mezclas complejas de componentes. El aceite refinado contiene de un 80 al 98% de hidrocarburos y de un 2.0 al 20% de compuestos sulfurados, tiene además pequeñas cantidades de materiales que contienen nitrógeno y oxígeno.

La porción de hidrocarburos consiste de compuestos que contienen de 20 a más de 70 átomos de carbono por molécula y está formada por un gran número de compuestos simples cuya similitud en sus propiedades físicas y químicas las hace prácticamente imposible de separar; debido a esto

poco se sabe de los compuestos sulfurados presentes en un -
aceite lubricante.

Por lo tanto éstos aceites se clasifican en un ti-
po general y así son llamados parafínicos, neftalénicos o -
aromáticos dependiendo de sus principales características.

1.3.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS ACEITES

VISCOSIDAD:

La viscosidad es la medida de la resistencia al deslizamiento, debido a una fricción interna y se expresa en poises los que se expresan en dina-seg/cm²

La ley que rige el flujo de un líquido a través de un tubo capilar está descrita por la ecuación de Poiseville - la que dice:

$$N = \frac{p r^4}{8 V L^t}$$

donde:

N= Coeficiente de viscosidad en poises
V= Volúmen del líquido
L, r= Longitud y radio del tubo capilar
t= Tiempo en segundos
p= Presión

Una de las propiedades extraordinarias de los triglicéridos de los ácidos grasos es su caracter oleaginoso. Esta propiedad es atribuible a la viscosidad que está relacionada con la estructura molecular de cadena larga de las grasas y aceites.

La viscosidad no tiene una relación directa con otras propiedades funcionales y su valor es casi nulo para una identificación.

DENSIDAD:

No hay grandes diferencias en las densidades de las distintas grasas y los diferentes aceites, aunque tanto el -- grado de insaturación como el peso molecular medio influyen -- ligeramente sobre esta propiedad, de la correlación dada por

Lund puede derivarse la siguiente relación:

$$\text{peso específico} = 0.3467 + 0.0003 (\text{índice de saponificación}) + 0.0014 (\text{índice de iodo}).$$

Debido a la estructura extraordinaria de sus ácidos grasos, los aceites de ácidos conjugados y los aceites hidroxiácidos no satisfacen ésta relación. La densidad de casi todos los aceites, entre los límites de temperatura a los cuales se calientan ordinariamente los aceites en los tratamientos industriales (de 10 a 260°C) varía linealmente con la temperatura a razón de 0.00064/°C ó 0.000355/°F. En la siguiente tabla se dan valores representativos a 60°C.

T A B L A

ACEITE	DENSIDAD
Aceite de Coco	0.895
" " Colza	0.886
" hidrogenado de algodón	0.880
" de linaza	0.902
" de Ricino	0.932
" " algodón	0.895
" " tung	0.912
Manteca de cerdo	0.889

Densidades de Aceites y Grasas a 60°C

Las grasas se contraen bastante al solidificarse - aproximadamente (5-5%); la contracción es mayor en los más saturados por consiguiente la densidad de una grasa parcialmente solidificada depende en gran parte de las proporciones relativas entre los sólidos y el líquido; A 40°C la densidad de la grasa de cerdo completamente solidificada o de un aceite vegetal hidrogenado similar, es aproximadamente 1.000 y -

la de un aceite muy hidrogenado como aceite de algodón -- es aproximadamente 1,022, la variación de la densidad -- del material sólido es del orden de 0.00030 a 0.00035/°C.

PUNTO DE HUMO INFLAMACION Y DE FLAMA.

Los puntos de humo de ignición y de flama de -- las grasas y aceites están relacionados con su estabilidad térmica.

Todos ellos se determinan de forma semejante:- Por calentamiento en contacto con el aire, bajo condi-- ciones específicas, con la observación visual de los -- puntos finales definiéndose cada uno de la siguiente -- forma:

a).- El punto de humo es la temperatura más baja a la que los productos gaseosos volátiles de descomposición son producidos en cantidades suficientes para ser visibles.

b).- El punto de ignición es la temperatura a la que los productos gaseosos volátiles de descomposi-- ción son obtenidos con bastante rapidez para que su concentración sobre la superficie de la muestra sea sufi-- ciente para permitir una ignición instantánea. En este momento la velocidad de descomposición es insuficiente para sostener una combustión continua.

c).- El punto de flama o de combustión es la -- temperatura a la que la descomposición se efectúa con -- suficiente rapidez para sostener una combustión conti-- nua.

El punto de humo es de cierta importancia res-- pecto a las grasas comestibles, especialmente las empleadas para refrito de grasa. Los puntos de ignición y de encendido son significativos principalmente en relación con grasas y aceites que vayan a ser tratados o emplea-

dos a temperaturas relativamente altas. El punto de ignición es particularmente útil para detectar la presencia de disolvente residual en aceites extraídos mediante solventes.

El punto de humo depende de la composición de la grasa. Los ácidos grasos y los mono y diglicéridos son mucho menos estables que los triglicéridos, por lo tanto el punto de humo en las grasas naturales depende de un grado considerable de la cantidad que de ellos haya presentes.

La determinación exacta del punto de humo requiere una observación crítica del área inmediatamente por encima de la muestra según se va elevando la temperatura.

Se deberán tener los siguientes cuidados:

- 1.- Es esencial la ausencia de las corrientes de - aire y una absoluta limpieza.
- 2.- Es importante la velocidad de calentamiento
- 3.- La aparición de humos se observa mejor con luz artificial en un área oscura y reducida.

CONDUCTIVIDAD CALORIFICA:

Las grasas son relativamente malas conductoras del calor. La conductividad calorífica varía poco para los diferentes aceites y oscila aproximadamente, entre $0.00040 \text{ cal/seg. cm}^2$ ($^{\circ}\text{C/cm}$) a 20°C y 0.00039 a 100°C ó $0.097 \text{ btu/hr - pie}^2$ ($^{\circ}\text{F/pie}$) a 68°F y 0.095 a 212°F .

CALORES DE COMBUSTION:

Los calores de combustión de los ácidos grasos saturados aumentan con el incremento de su longitud de cadena y varían de cerca de 5900 cal/gr para el ácido Butírico hasta 8900 para el Láurico 9600 para el Estearico y 9800 para el Behénico.

En los ácidos insaturados los calores de combustión son ligeramente menores que para los ácidos saturados de la misma longitud de cadena. Para el ácido Oléico se ha reportado un valor de 9450 cal/gr y 9350 para el ácido Linoléico.

Los triglicéridos tienen sustancialmente los mismos calores de combustión que los ácidos grasos, por lo tanto -- los calores de combustión de las grasas comunes tales como manteca y cebo es de 9500 cal/gr .

Todos los valores se han tomado a volúmen constante y a una temperatura de 15°C.

Se puede calcular el calor de combustión aproximado de los aceites en cal/gr. a volúmen constante y a 15°C por medio de la siguiente ecuación empírica:

$$\text{CALOR DE COMBUSTION} = 11380 - (-\text{índice de iodo}) - 9.15 (\text{índice de saponificación})$$

CALOR ESPECIFICO Y CALOR DE FUSION.

El calor específico de los aceites aumenta ligeramente cuando disminuye el índice de iodo y varía casi linealmente con la temperatura. En la siguiente tabla se dan algunos valores aproximados para diferentes grasas.

CALORES ESPECIFICOS DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS DE ACEITE

A C E I T E	calor específico a:	
	40 ° C	200° C
Aceite de Ricino	0.52	0.59
Aceite hidrogenado de semilla de algodón	0.50	0.60
Aceite de soja y aceite de linaza	0.48	0.58
Aceite de tung	0.46	0.55

"Índice de yodo = 6.5.

El calor de fusión depende la capacidad de los cristales de grasa y es mayor para las grasas de peso molecular elevado que para las de peso molecular bajo; mayor para los triglicéridos sencillos que para los triglicéridos saturados mixtos y mayor para los triglicéridos saturados.

Los calores de fusión de la trilaurina, la trimisirina, la tripalmitina y la triesterina son respectivamente 46.2, 50.3, 53.1 y 54.5 ^{cal}/gr.

Los valores indicados para el aceite de algodón bruto, el aceite de algodón parcialmente hidrogenado y el aceite de algodón muy hidrogenado son: 20.6, 27.4, 44.3 ^{cal}/gr. respectivamente.

PUNTO DE FUSION Y SOLIDIFICACION:

El punto de fusión de una sustancia pura formada -- solamente por un constituyente, es la temperatura a la que están en equilibrio las fases sólidas y líquida a la presión atmosférica; lo anterior implica que, los puntos de fusión y de solidificación son los mismos, aunque los valores -- obtenidos en una determinación real no son exactamente iguales. Las grasas naturales no están formadas por constituyentes únicos, por lo contrario, son mezclas complejas que contienen diversos componentes y presentan puntos de fusión diferentes a los de los compuestos puros.

Las grasas no funden bruscamente y corrientemente -- hay un intervalo considerable entre la temperatura de solidificación y la de fusión. Este intervalo corresponde al período de ablandamiento gradual que tiene lugar durante la fase de transición de una grasa sólida a un aceite líquido.

En general, los triglicéridos reflejan los puntos de fusión de los ácidos grasos que los componen, los cuales se rigen por los siguientes principios fundamentales:

A).- Los puntos de fusión de los ácidos grasos aumentan con el incremento del grado de insaturación y la longitud de cadena.

B).- Los puntos de fusión de triglicéridos simples de ácidos grasos altamente saturados son ligeramente mayores a aquéllos de los ácidos puros, sin embargo los triglicéridos de ácidos insaturados funden a una temperatura ligeramente menor que la de los ácidos puros.

C).- Triglicéridos mixtos que contengan dos diferentes ácidos grasos tienen generalmente un punto de fusión intermedio entre los de los triglicéridos simples de los mismos ácidos.

D).- Los puntos de fusión de los monoglicéridos son mayores que de los glicéridos y éstos a su vez mayores que los de los triglicéridos simples.

El punto de fusión final de una grasa comercial funde entre límites determinados de temperatura es difícil de determinar por el método ordinario del tubo capilar; sin embargo la verdadera temperatura a la cual desaparecen todos los cristales de la grasa sólida se determina mejor por métodos calorimétricos o dilatométricos. En realidad el punto de fusión final es de carácter útil solo en las mantecas duras, en las grasas muy hidrogenadas y en las otras en las cuales la fusión se produce con brusquedad notable; no siéndolo para el consumidor o fabricante a los cuales les interesa más la consistencia de la grasa a una temperatura dada. En la siguiente tabla se muestran puntos de fusión de algunas grasas comerciales.

PUNTOS DE FUSION FINALES DE MUESTRAS MEDIAS
DE GRASA

Grasa o Aceite	P.f., °C	Grasa o Aceite	P.f., °C
Aceite de babasú	26	Aceite de palma (re- finado)	40
Sebo de buey	50	Aceite de semilla - de palma (palmise)	29
Sebo de Borneo	38		
Mantequilla de vaca	37	Aceite de cacahuete	13
Manteca de cacao	36	Aceites hidrogenados	
Aceite de coco	26	Aceite de ricino	87 ^a
Aceite de semilla de algodón	11	Aceite de semilla - de algodón	60.0 ^b
Manteca de cerdo, Es- tados Unidos	45	Aceite de sardina	57.5 ^b
		Aceite de soja	66.5 ^b

^aIndice de yodo = 0.5.

^bIndice de yodo = 10.

El punto de solidificación de una grasa o una mezcla de grasas es característico solamente si la determinación se realiza en condiciones normalizadas, este no representa el equilibrio entre las fases líquidas y sólidas; por lo contrario, es la temperatura máxima a la que se -- lleva a la grasa al estado sólido. Se conoce con el nombre de título de titer al punto de solidificación de la mezcla de ácidos grasos en una grasa determinada.

INDICE DE REFRACCION.

El índice de refracción es una constante adimensional que depende del carácter y del estado de la sustancia examinada.

El índice de refracción se ha definido como una constante de composición a una temperatura y a una longitud de onda determinada. Puesto que es una constante de -- la grasa es de utilidad tanto para la identificación como para el análisis cuantitativo.

Las generalizaciones acerca de la relación que -- existe entre el índice de refracción y la estructura y -- composición de los ácidos grasos y glicéridos es como a -- continuación se indica:

a).- Los índices de refracción tanto de grasas como de ácidos grasos aumentan conforme aumenta la longitud de las cadenas de hidrocarburos y el número de enlaces dobles en las cadenas.

b).- Los índices de refracción de los glicéridos simples son considerablemente más altos que los de -- los correspondientes ácidos grasos.

c).- Los índices de refracción de los glicéridos mixtos, están en general próximos a los de las co--- rrespondientes mezclas de triglicéridos sencillos.

d).- Los índices de refracción de los monoglicéridos son considerablemente más altos que los índices de refracción de los correspondientes triglicéridos.

Mientras que el índice de refracción está relacionado con la estructura molecular y la insaturación para un mismo tipo de aceites, las variaciones debidas a ésta última son mayores que las variaciones por otras causas.

Por ésta razón y por que el índice de refracción es fácil y rápidamente determinado, es un medio apropiado para seguir el progreso de una hidrogenación.

Del mismo modo es aplicable a otros procesos en los que un cambio significativo en el índice, pueda relacionarse con un cambio de carácter o composición del producto.

Se ha encontrado la relación entre insaturación saponificación e índice de refracción como sigue:

$$(A) \quad \frac{N}{d} = 1.4515 + 0.001171 (IY)$$

$$(B) \quad \frac{N}{d} = 1.4643 - 0.000066 (IS) - \frac{0.0096(IA)}{(IS)} + 0.00017(IY)$$

IY= Índice de Yodo

IS= Índice de saponificación

IA= Índice de acidez

En éstas relaciones especialmente la ecuación (A), sus resultados han sido comprobados existiendo consistentemente variaciones locales y temporales y la correlación es menos precisa de un año a otro.

La idea de emplear el índice de refracción como un sencillo y rápido medio de determinar el índice de Yo do es una consecuencia natural de la estrecha asociación que existe entre ellos.

El índice de refracción de una mezcla de aceites es función del índice de refracción de cada aceite en la mezcla.

Puede calcularse la composición de la mezcla a partir del índice de la misma, si se conoce el índice de cada componente y si la diferencia entre los índices de los dos es de magnitud suficiente el cálculo se efectúa como sigue:

$$\begin{array}{l} \text{Volúmen \%} \\ \text{(primer componente)} \end{array} = \frac{100 (z-y)}{(x-y)}$$

X = Índice de refracción del primer componente.

Y = " " " segundo "

Z = " " de la mezcla

El índice de refracción de una sustancia depende de la longitud de onda a la que se haya medido.

Normalmente para grasas y aceites se emplea la luz del sodio, es decir, la línea D del espectro (5893 Å). La diferencia entre los índices de refracción en dos longitudes de onda distinta se conoce como dispersión, la que es también una propiedad de significación. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{DISPERSION ESPECIFICA} = \frac{(N_g = N_d) \times 10^4}{d}$$

donde:

N_g y N_d son los índices de refracción para la línea G de (Línea del mercurio = 5358 Å) y D respectivamente y d es la densidad

HIDROLISIS.- En condiciones apropiadas los triglicéridos de grasas y aceites se pueden hidrolizar para producir ácidos grasos libres y glicéridos:



Esta reacción es reversible si los reactivos y productos no se eliminan.

Se pueden preparar esteres de alcoholes de peso molecular pequeño, haciendo reaccionar el alcohol -- con la grasa desplazando a la glicerina:



En presencia de un exceso de glicerina libre o cualquier otro alcohol, formados por una hidrólisis parcial se puede producir un cambio en la posición de los ácidos grasos en las moléculas de los triglicéridos, -- formando en consecuencia nuevos triglicéridos los cuales diferirán estructuralmente de los originales. Tal cambio de posición no se hace de una manera dirigida si no que es totalmente al azar.

De las propiedades químicas de las grasas únicamente dos se emplean con fines analíticos. Estas propiedades se relacionan con el peso molecular y con la insaturación de los ácidos grasos. Los métodos químicos y la utilidad de cada uno de ellos son los siguientes:

- a).- INDICE DE YODO.- Es una medida de la insaturación total de grasas que contienen solamente enlaces dobles no conjugados.
- b).- INDICE DE HIDROGENO.- Es una medida de la insaturación total de grasas que contienen enlaces dobles aislados y conjugados.
- c).- INDICE DE DIENO.- Es una medida de los en

laces dobles conjugados.

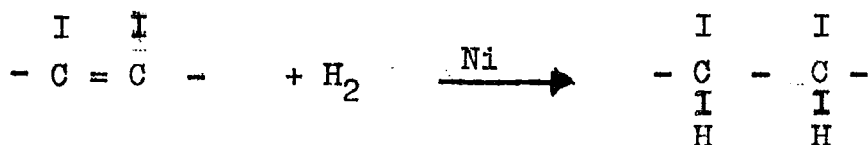
- d).- INDICE DE TIOCIANÓGENO.- Es una medida especial de la insaturación que, cuando se emplea con el índice de Yodo permite el cálculo de la composición del ácido graso.
- c).- LOS INDICES DE SAPONIFICACION Y NEUTRALIZACION.- Son medidas del peso molecular.

El índice de saponificación y el índice de Yodo - presentan variaciones según el origen de la grasa y el aceite y según los distintos métodos por los cuales se determinan.

INDICE DE YODO.- La determinación del índice de yodo en grasas que (determinen) contienen enlaces aislados, - se basa en la absorción del halógeno bajo condiciones elegidas para provocar resultados estequiométricos. También se mide la insaturación de grasas que contienen enlaces dobles conjugados, pero en la mayor parte de los casos, los resultados obtenidos indican una insaturación parcial en lugar de una insaturación total.

La adición cuantitativa del monobromuro de Yodo o monocloruro de Yodo constituye el índice de Yodo, el cual se define como el número de gramos de yodo absorbido por 100 gr. de grasa, ésta reacción de sustitución se realiza por medio de un contacto prolongado de la grasa con un exceso de halogeno, o con un contacto rápido en presencia de fósforo como catalizador.

INDICE DE HIDROGENO.- Cuando las grasas no saturadas y el hidrógeno se calientan conjuntamente en presencia de un catalizador tal como Níquel, Platino o Paladio, el hidrógeno se adiciona fácil y rápidamente a los enlaces no saturados, ésta reacción es la base en la que se funda la hidrogenación comercial práctica.



La adición de hidrógeno a los enlaces insaturados parece estar menos inhibida por la configuración estructural que la adición halógenos. Por lo tanto ésta reacción - es potencialmente hablando, un medio preferible de medición de la insaturación total, en aquéllos compuestos que no pueden analizarse satisfactoriamente por los métodos de halogenación. Esta característica se aplica específicamente a las grasas que contienen enlaces dobles conjugados. La hidrogenación se aplica específicamente a las grasas que contienen enlaces dobles conjugados. La hidrogenación se ha aplicado con éxito a los aceites de Tung y de Oiticica, o diversos compuestos de alta presión de vapor, esteres y ácidos grasos no saturados. Sin embargo el índice de hidrógeno, como un método analítico es poco usado debido a la dificultad que presenta al obtenerse.

INDICE DE DIENO.- Es una medición de uniones polienoides conjugadas es decir alternando enlaces sencillos - y dobles. El índice de Dieno se expresa en términos de números equivalentes en gramos de Yodo por cada 100 gr. de grasa.

Pequeñas cantidades de ácidos grasos conjugados se encuentran en las grasas naturales son el resultado de la oxidación o polimerización y los ácidos no conjugados, se convierten en conjugados por isomerización alcalina. La determinación del índice de Dieno se basa en la reacción de adición del anhídrido maléico en exceso a los enlaces conjugados según la siguiente reacción:

Tiocianogeno se adicionaba mol a mol al ácido oléico; a uno de los dos enlaces no saturados del ácido linoléico - y a dos de los tres dobles enlaces del ácido linoléico. - Posteriormente se comprobó que ésto era falso. En la actualidad en el caso del ácido linoléico, la adición es ligeramente mayor que lo requerido por un enlace doble y el ácido linoléico absorbe algo menos que lo necesario para saturar dos enlaces dobles.

Se ha demostrado que el método de absorción del tiocianógeno es altamente empírica dependiente de muchos factores especialmente de la concentración y del exceso del reactivo, y del tiempo y temperatura de reacción.

INDICE DE SAPONIFICACION O NEUTRALIZACION Y ACIDEZ.

Saponificación significa la hidrólisis de un ester para dar el correspondiente alcohol y ácido o sal. La saponificación significa también la hidrólisis de una grasa de cualquier modo.

El índice de saponificación llamado a veces número de saponificación es una medida de la cantidad de alcalí requerida para saponificar un determinado peso de grasa y generalmente se expresa como el número de miligramos de hidróxidos de potasio necesarios para saponificar un gramo de grasa. El índice de saponificación esta relacionado con el peso molecular medio de la grasa, ésto también ocurre con otros pocos términos como son: el equivalente de saponificación, que es el número de gramos de grasa saponificada por una mol de hidróxido de potasio (56.108).

El índice de neutralización y el equivalente de neutralización son definiciones correspondientes que se refieren particularmente a los ácidos grasos en vez de los triglicéridos. El índice de ester es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar el aceite neutro en un gramo de grasa. Es por lo tanto igual al índice de saponificación menos el índice de acidez.

El índice de acidez se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasa.

$$\text{EQUIVALENTE DE SAPONIFICACION} = \frac{56,108}{\text{índice de saponificación}}$$

$$\text{EQUIVALENTE DE SAPONIFICACION} = \frac{\text{P M medio de la grasa}}{3}$$

$$\text{INDICE DE NEUTRALIZACION} = \text{P M medio de los ácidos grasos (ácidos grasos)}$$

Estos índices son datos útiles en el análisis de grasas y aceites ya que son constantes de estas sustancias usándose para la estimación de la composición de mezclas grasas.

COLOR.- El color característico de la mayor parte de las grasas y los aceites es predominantemente una mezcla de amarillo y rojo y se debe en primer lugar a la presencia de pigmentos del tipo carotenoide. No obstante, son frecuentes otras tonalidades incluyendo el azul, verde y castaño; el castaño se atribuye a la descomposición de constituyentes no grasos, particularmente proteínas. El color verde, algunas veces observado en el cebo y en el aceite de soya obtenido de habas verdes proviene de la clorofila o compuestos similares y el color azul visto con frecuencia en la manteca de cerdo se debe a la presencia de pigmentos específicos.

El color es de particular importancia por estar íntimamente vinculado con el comercio.

SOLUBILIDAD Y MISCIBILIDAD.- Las grasas y los aceites se mezclan fácilmente con la mayoría de los solventes orgánicos, salvo los alcoholes a temperaturas superiores a sus puntos de fusión.

El aceite de ricino muestra la peculiaridad de mezclarse fácilmente con los alcoholes y sólo en grado limitado con los hidrocarburos a la temperatura ambiente. A temperaturas muy inferiores a sus puntos de fusión, las grasas son muy poco solubles en los solventes.

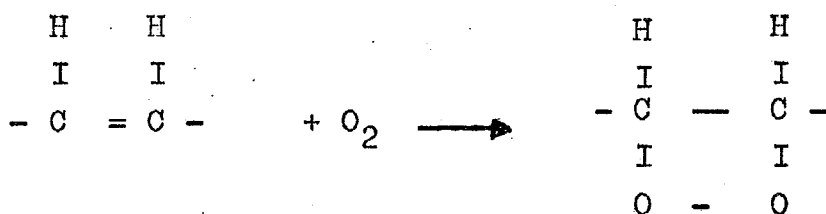
Los aceites ordinarios refinados disuelven aproximadamente el 0.07% de su propio peso de agua a -1°C y aproximadamente 0.14% a 32°C . La solubilidad de los aceites en agua es muy pequeña. Los aceites disuelven aproximadamente 92% de su volumen en dióxido de carbono a 64°C y aproximadamente 62% a 140°C .

La solubilidad de otros gases, como el nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y monóxido de carbono aumenta con la temperatura del aceite.

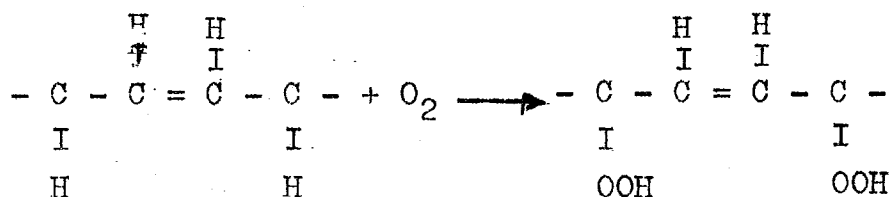
El aire se disuelve en los aceites en la proporción aproximada de 8 volúmenes / 100 volúmenes a 30°C y 13 volúmenes / 100 volúmenes a 150°C . En todos los casos existe una relación lineal entre la solubilidad y la temperatura.

OXIDACION.- La oxidación atmosférica se puede detectar perfectamente en grasas y aceites altamente insaturados ya que produce estados anormales en los mismos. En los aceites industriales secantes, la oxidación los conduce a una polimerización, dando el fenómeno de la rancidez en las grasas y aceites comestibles. Se ha calculado que no más del 0.1% de una grasa se descompone para dar los compuestos volátiles de peso molecular bajo que son los responsables del olor y sabor rancios.

El primer paso de la oxidación es la adición de oxígeno al doble enlace o cerca de él para formar compuestos inestables, los que se designan genéricamente como peróxidos. La reacción sería la siguiente:



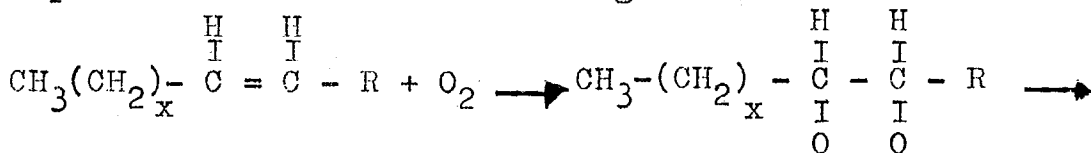
Sin embargo se ha demostrado que en ácidos no - conjugados y a temperaturas ordinarias, la oxidación se lleva por un mecanismo mediante el cual se obtienen hidroperoxidos, formados por la adición de átomos de oxígeno a los carbonos adyacentes a la doble ligadura:



La posición de la doble ligadura tiene un efecto considerable tanto en la adición del oxígeno como en la reactividad del peróxido resultante. Si se encuentran dos o más dobles enlaces en la cadena producirán un efecto activador mutuo.

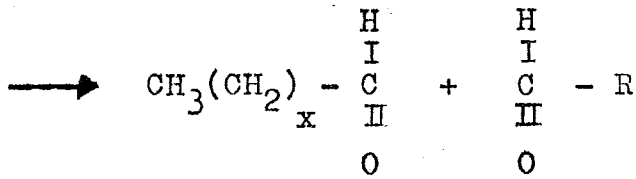
Por lo tanto el ácido linoléico con dos dobles enlaces se oxidará más fácilmente que el oléico con una doble ligadura; así mismo este efecto se acentúa si existen dobles enlaces conjugados.

El típico olor desagradable de la rancidez, se debe principalmente a la presencia de aldehidos de peso molecular medio; particularmente a los aldehidos heptílico y monolífico. Los cuales se forman por la oxidación y ruptura de la cadena del ácido graso en el doble enlace



glicerido insaturado

peróxido



A L D E H I D O S

En una grasa enranciada se han encontrado una gran variedad de sustancias incluyendo aldehidos y ácidos de bajo peso molecular, ácidos hidroxilados, ácido cetónico cetonas, etc. los cuales no contribuyen al olor y sabor de éstas.

C A P I T U L O I I

M A T E R I A P R I M A

2.1.- PRINCIPALES TIPOS DE SEMILLAS
Y CONTENIDO DE ACEITES.

2.2.- COMPOSICION DEL ACEITE DE CA-
DA SEMILLA.

2.3.- PRINCIPALES IMPUREZAS.

CAPITULO II.- M A T E R I A P R I M A

2.1).- PRINCIPALES TIPOS DE SEMILLA Y CONTENIDO DE ACEITES

Los aceites son un constituyente esencial de todas las formas de vida vegetal y animal y han sido distribuidos muy ampliamente en la naturaleza. (Cada especie de planta o animal desarrolla cierta cantidad de aceite o grasa durante su ciclo de vida. Sin embargo son relativamente pocas las plantas y animales que producen una cantidad suficiente de aceite y suficientemente aprovechable para formar un artículo de consumo.)

La fuente más grande de aceite hasta el presente - la constituye las semillas de plantas anuales, tales como: Lino, soya, semilla de algodón, cacahuate, etc. Algunas de éstas plantas como el ricino (planta de castor) y algunas variedades del lino se cultivan expresamente para producir aceite. Algunas otras como la soya y el cacahuate que producen semillas las cuales no son unicamente fuente de aceite, sino que se usan grandemente como alimentos.

En el caso de algunas otras plantas productoras de aceite como lo son el algodón y el maíz, el aceite es simplemente un subproducto de la semilla ya que estos se cultivan con el propósito de obtener la fibra y el harina. La soya - se extrae para obtención de harina polímica, el aceite de soya es un subproducto (valioso) pero un subproducto respectivamente y no con el objeto de extraer aceite.

El aceite que se obtiene de cosechas anuales es en general el producto de plantas propias de climas relativamente templados y requieren ciertos cuidados en su cultivo.

A pesar del cual la producción de aceite de cualquier cosecha individual puede variar dentro de límites muy amplios de una estación a otra.

Otra gran fuente de aceite vegetal la comprenden ciertos árboles productores de aceite de los cuales los más importantes son: la palma, la copra, el olivo y el tung. El aceite que proviene de el olivo y una porción de el de la palma se deriva de la pulpa de el fruto más que de su semilla. De la semilla (kernel) se extrae 40% de muy buen aceite, "aceite de palmiste" que es más fino que lo de la pulpa (aceite de palma). Todos estos árboles productores de aceite requieren de un clima caliente y los demás importantes, la copra y la palma son árboles tropicales. Ambos la copra y la palma producen grandes cantidades de aceite por unidad de área cultivada mucho más de lo que producen las plantas anuales. Estos árboles crecen en forma silvestre y un gran porcentaje del aceite producido por ellos proviene de árboles sin cultivo o semi cultivados.

A continuación se muestran los diferentes tipos vegetales de los que se obtiene aceite, para uso industrial, su contenido de aceite y algunas de sus propiedades caracte rísticas.

Debe hacerse notar que tanto (el contenido del acei te como sus características, dependen de la variedad del ve getal, de la temporada y de la cosecha.)

	ACEITE DE CACAHUATE	SEMILLA DE BABASÚ	ACEITE DE CARTAMO	ACEITE DE SEMILLA DE GIRASOL.
CONTENIDO DE ACEITE %	37-50	80	25-35	28-34
NUMERO DE YODO (WIJS)	83-103	14-18	140-150	120-137
NUMERO DE SAPONIFI- CACION	185-197	247-251	188-194	188-194
PUNTO DE FUSION °C	-2	24-26	-13 A -18	-16 A -18
TITER °C	26-32	22-23	15-18	16-20
INDICE DE REFRACCION	MIN. MAX. °C.	1.4672 1.4704 25	1.4494 1.4503 40	1.4747 1.4736 1.4748 15 25

✓

	LINO	<u>GERMEN DE MAÍZ</u>	OLIVA	RICINO	AJONJOLÍ	
CONTENIDO DE ACEITE %	35-44	17	22	50-52	46-56	
NUMERO DE YODO (WIJS)	170-205	111-130	79-88	81-86	102-116	
NUMERO DE SAPONIFI- CACION	188-196	188-198	187-195	176-185	187-193	
PUNTO DE FUSION °C	-20	-10 A -12	-3 A 0	-10 A 12	0 A -5	
TITER °C	19-21	14-20	17-26	2-3	20-25	
INDICE DE REFRA- CCION	MIN. MAX. °C.	1.4789 1.4851 25	1.4689 1.4736 15	1.4635 1.4679 25	1.4760 1.4772 25	1.4690 1.4723 25



	TUNG	SOYA	SEMILLA DE AMAPOLA	COCO	KAPOC	
CONTENIDO DE ACEITE %	55	13-26	46-50	50-60	20-30	
NUMERO DE YODO (WIJS)	160-175	128-141	135-160	8-10	85-95	
NUMERO DE SAPONIFI- CACION	189-195	189-195	189-198	246-268	189-195	
PUNTO DE FUSION °C	4	-20 A-23	-15 A-20	23-26	-10	
TITER °C	36-37	20-21	15-19	20-24	22-34	
INDICE DE	MIN.	1.5170	1.4742	1.4729	1.4447	1.4685
REFRACCION	MAX.	1.5220	1.4748	1.4748	1.4495	1.4710
	°C.	20	25	25	40	25

✓

	CAÑAMÓN	NUEZ	PALMA	NABO O COLZA	SEMILLA DE UVA	
CONTENIDO DE ACEITE						
%	32	48	50-60	38-45	25-35	
NUMERO DE YODO						
(WIJS)	150-166	145-160	34-58	97-108	140-150	
NUMERO DE SAPONIFI-						
CACION	190-193	189-198	195-207	170-180	188-194	
PUNTO DE FUSION °C	-32	-12 A-16	27 A50	-9	-13A-18	
TITER °C	14-17	14-16	40-47	11-15	15-18	
INDICE DE	MIN?					
REFRACCION	MAX.	1.4700	1.4690	1.4495	1.4710	1.4747
	°C.	1.4725	1.4710	1.4502	1.4729	0-
		40	40	40	25	15

✓

	SEMILLA DE TOMATE	OTITICA	SEMILLA DE ALGODÓN	ARBOL TALL
CONTENIDO DE ACEITE %	25	58-62	19-23	30
NUMERO DE YODO (WIJS)	106-118	140-160	101-117	165-170
NUMERO DE SAPONIFI - CACION	183-192	186-193	190-198	175-185
PUNTO DE FUSION °C	-20	21-65	-2 A 2	9.9
TITER °C	-	42-47	30-37	-
INDICE DE MIN.	1.4729	1.5135	1.4704	-
REFRACCION MAX.	1.4736	1.5184	1.4723	-
°C.	25	25	25	-



		CACAO	MOSTAZA	SEMILLA DE PALMA	PERILLA
CONTENIDO DE ACEITE %		44-57	30-35	49	41-45
NUMERO DE YODO (WIJS)		34-38	106-113	10-20	193-208
NUMERO DE SAPONIFI- CACION		192-202	176-184	241-257	188-197
PUNTO DE FUSION °C		32-36	-16	24-26	-14 A-15
TITER °C		45-51	6-8	20-28	12-17
INDICE DE	MIN.	1.4560	1.4680	1.4495	1.4800
REFRACCION	MAX.	1.4578	1.4730	1.4502	1.4840
	°C.	40	25	40	20



		NIGER	SHEA BUTTER	SEMILLA DE TE DE CHINA	AVELLANA	ACEITE DE ARROZ
CONTENIDO DE ACEITE %		34-40	45	30-35	50-60	8-15
NUMERO DE YODO (WIJS)		126-134	49-62	88	83-90	96.4
NUMERO DE SAPONIFICACION		189-198	178-184	195-200	192-200	193.2
PUNTO DE FUSION °C		-	23-45	-	-	-
TITER °C		28-30	48-54	-5	-17	-
INDICE DE	MIN.	1.4680	1.4629	-	-	-
REFRACCION	MAX.	1.4700	1.4656	-	-	-
	°C.	40	40	-	-	-



COMPOSICION DEL ACEITE DE CADA SEMILLA

El análisis completo de grasas naturales, es decir la determinación cualitativa y cuantitativa de todos sus componentes algo relativamente complicado y largo. La aparición de métodos espectroscópico y absorción ultravioleta hace posible obtener una determinación bastante segura de los mayores constituyentes de ácidos grasos y puesto que éste análisis puede llevarse a cabo en un tiempo relativamente corto, se practica este método para análisis rutinarios. La cromatografía; especialmente la fracción de la fase vapor, ofrece la posibilidad de una mejora en este campo extendiendo la gama de constituyentes que podrían determinarse y acortando el tiempo requerido para el análisis. No obstante, la aplicación satisfactoria de éste procedimiento a cualquier material. Pero de una forma limitada, debe depender de la eficacia del aparato normalizado y las técnicas de la sensibilidad y de la reproductividad adecuadas. Los α y β monoglicéridos pueden determinarse mediante el método del ácido peryódico y aún más recientemente se ha puesto a punto un método cromatográfico por el que pueden determinarse, cuantitativamente los mono-di y triglicéridos. Se han indicado también diversas técnicas cromatográficas realmente prometedoras para la determinación de ácidos grasos saturados, aunque dichas técnicas esperan aún un examen y una normalización.

La apreciación y la distribución de los radicales de ácidos grasos en una molécula de un glicérido, es hasta ahora un trabajo de investigación. Algunos de los menores constituyentes de las grasas tales como esteroides, vitaminas y fosfátidos, tienen importancia científica y comercial.

No cabe esperar que una simple muestra o un grupo de muestras sean representativas de cualquier tipo de grsa excepto dentro de límites relativamente amplios.

Los análisis resumidos en las siguientes tablas - se han recopilado de diferentes reportes existentes en la literatura.

Los principales ácidos grasos que se han encontrado en los aceites vegetales son los siguientes:



ACIDOS SATURADOS

NOMBRE	FORMULA
Caprónico	$C_6 H_{12} O_2$
Caprílico	$C_8 H_{16} O_2$
Cáprico	$C_{10} H_{20} O_2$
Láurico	$C_{12} H_{24} O_2$
Mirístico	$C_{14} H_{28} O_2$
Palmítico	$C_{16} H_{32} O_2$
Estearico	$C_{18} H_{36} O_2$
Aracídico	$C_{20} H_{40} O_2$
Behénico	$C_{22} H_{44} O_2$
Lignocérico	$C_{24} H_{48} O_2$

A C I D O S I N S A T U R A D O S

NOMBRE	FORMULA	NOMBRE SISTEMATICO
Miristoléico	$C_{14} H_{26} O_2$	9-Tetradecenóico
Palmitoléico	$C_{16} H_{30} O_2$	9-Hexadecenóico
Oléico	$C_{18} H_{34} O_2$	9-Octadecenóico
Gadoléico	$C_{20} H_{30} O_2$	9-Eicosenóico
Erucíco	$C_{22} H_{42} O_2$	13-Docosenóico
Ricnoléico	$C_{18} H_{34} O_3$	12-oh-9-Octadecenoíco
Linoléico	$C_{18} H_{32} O_2$	9-12-Octadecadienóico
Linolénico	$C_{18} H_{30} O_2$	9-12-15-Octadecatruenoíco
Eleosteárico	$C_{18} H_{30} O_2$	9-11-13-Octadecatrienoíco
Licánico	$C_{18} H_{28} O_3$	4ceto-9-11-13-Octadecatri <u>ne</u> oíco
Aracidoníco	$C_{20} H^{32} O_2$	5-8-11-14-Eicosetetraen <u>o</u> íco

NOTA ——— TRA = TRAZAS

ACEITE DE CACAHUATE

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	6 - 9	7
Esteárico	3 - 6	4
Aracídico	2 - 4	3
Behénico	tra- 3	2
Linocérico	1 - 3	2
Palmioléico	tra-s	-
Oléico	53 - 71	60
Linoléico	13 - 27	22

ACEITE DE LA SEMILLA DE BABASU

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Caprónico	tra-0.2	0.1
Caprílico	4-7	5
Capríco	3-8	7
Laúrico	44-46	45
Mirístico	15-20	17
Palmítico	6-9	7
Esteárico	3-6	4
Oléico	12-18	14
Gadoléico	1-3	1

ACEITE DE CARTAMO

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Mirístico	0.1-1.5	0.1
Palmítico	3-6	4.5
Estearico	1.4	2
Aracídico	0.2-0.5	0.4
Oléico	15-26	20
Linoléico	51-79	70
Linolenico	0.1-8	3

ACEITE DE GIRASOL

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Palmítico	3.5-4	4
Estearico	1.5-3	2
Aracídico	0.6-0.8	0.6
Lignocérico	---	0.4
Oléico	22-39	33
Linoléico	51-68	59

ACEITE DE LINO

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Mirístico	4-7	5.5
Palmitico	2-5	4
Estearico	0.3-0.9	0.3
Behénico	Tra-0.4	0.2
Oléico	12-34	22
Linoléico	7-27	17
Linoléico	35-65	51

ACEITE DE GERMEN DE MAIZ —

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmitico	7-8	8
Estearico	3-4	3.5
Aracídico	Tra-0.5	0.5
Lignocérico	--	0.2
Oléico	43-47	46
Linoléico	39-42	42

ACEITE DE OLIVA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Láurico	0.1-1.1	0.5
Mirístico	tra	tra

(CONTINUA)
ACEITE DE OLIVA

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Palmitico	7-15	9.5
Estearico	1-3.8	2
Aracido	tra	tra
Oléico	70-86	82
Linoléico	4-12	7

ACEITE DE RICINO

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Palmitico	1-2	2
Estearico	1-2	1
Oléico	tra-8.5	6.5
Ricinoléico	86-92	87
Linoléico	3- 6	3
Aracido	0.3-0.8	0.5

ACEITE DE AJONJOLI

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Palmitico	7-9	8
Estearico	4-5	4
Aracido	0.4-0.8	0.5
Behénico	-	0.1
Lignocérico	-	0.1
Oléico	37 -50	45
Linoléico	37 -47	42

ACEITE DE TUNG

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmitico	1.5	4
Esteárico	0.5-2	1.5
Oléico	1-19	08
Linoléico	1-10	4
Linolénico	0.5-10	2.5
Eleosteteárico	74-95	80

ACEITE DE FRIJOL DE SOYA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Esteárico	3-6	4.5
Mirístico	tra -0.3	0.1
Palmitico	7-10	7
Aracídico	0.3-0.9	0.7
Miristoléico	tra -0.1	0.1
Palmitoléico	tra -0.4	0.2
Oléico	17-57	28.4
Linoléico	28-57	54
Linolénico	2-10	5

ACEITE DE AMAPOLA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmitico	3-5	4.5
Esteárico	3-4	3
Oléico	25-30	28
Linoléico	58-65	64.5

ACEITE DE COCO

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Caprónico	0.2-0.8	0.5
Caprílico	6-9	8
Capríco	6-10	7
Láurico	44-51	47.5
Mirístico	13-18	17.5
Estearico	1-3	2
Palmítico	8-10	9
Palmitoléico	tra 0.4	0.2
Oléico	5.5-7.4	6
Linoléico	tra -2.5	2

ACEITE DE CAPOC

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Mirístico	tra-0.3	0.3
Palmítico	-	16
Estearico	-	3
Aracídico	tra-1	0.5
Oléico	-	47.4
Linoléico	-	32

ACEITE CAÑAMON

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	-	5.6
Estearico	-	1.7
Aracídico	-	1.1
Oléico	7-14	12.0
Linoléico	53-69	61.6
Linolénico	16-24	18.2

ACEITE DE NUEZ

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Mirístico	tra-0.5	0.2
Palmítico	4-7	5.6
Estearico	1-25	1.2
Oléico	12-36	22
Linoléico	48-76	63
Linolénico	3-10	8

ACEITE DE PALMA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Mirístico	0.5-5.9	2
Palmítico	32-47	41
Estearico	2-8	4.5
Lignocérico	-	tra

(CONTINUA)
ACEITE DE PALMA

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Oléico	40-51	42.5
Linoleico	5-10	9

ACEITE DE NABO

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Mirístico	0-1.5	0.6
Palmítico	tra-4	2
Estearico	0.4-1.6	0.9
Aracídico	tra-0.6	0.5
Behénico	0.5-1.6	1
Lignocérico	1-25	1.1
Palmitoléico	-	0.1
Oléico	13-39	18
Erúcio	44-56	52
Linoléico	14-29	22
Linolénico	1-7	3

ACEITE DE SEMILLA DE UVA

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Mirístico	0.1-1.6	0.1
Palmítico	4-6	4.5

(CONTINUA)
ACEITE DE SEMILLA DE UVA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Estearico	1-4	2
Aracidico	0.2-0.6	0.4
Oléico	14-28	21
Linoléico	50-78	69
Linolénico	0.1-8	3.5

ACEITE DE SEMILLA DE TOMATE

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	--	12
Estearico	--	6
Oléico	--	45
Linoléico	--	35

ACEITE DE OITICICA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	5-8	6.5
Estearico	4-8	5.5
Oléico	4-7	6
Licánico	7.4-81	73

ACEITE DE CACAO

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	--	24.6
Estearico	--	35.2
Oléico	--	38
Linoléico	--	2.6

ACEITE DE SEMILLA DE ALGODON

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Mirístico	--	0.6
Palmítico	19-24	20.9
Estearico	0.5-3.5	2
Aracídico	0.2-0.5	0.2
Lignocérico	0.2-1.2	0.3
Oléico	24-36	28
Linoléico	42-52	45
Linolénico	tra -10	2.1

ACEITE DE TALL

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	7-8	7
Oléico	40-47	43
Linoléico	35-38	38
Palmitoléico	--	1
Aracidónico	9-14	11

ACEITE DE MOSTAZA

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Mirístico	--	0.5
Palmítico	1-3	1
Estearico	0-0.5	0.5
Aracídico	0-1	0.6
Behénico	01-4	2.4
Lignocérico	1-2	1
Oléico	23-35	27
Erúcico	42-49	49
Linoléico	13-18	15
Linoléico	1-4	3

ACEITE DE PERILLA

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Palmítico	6-9	8
Estearico	7-8	8
Oléico	3-11	7
Linoléico	30-40	37
Linoléico	42-51	48

ACEITE DE SEMILLA DE PALMA

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Caprónico	tra -1.8	0.6
Caprílico	2-9	4
Capríco	3-14	4.9
Láurico	36-51	50
Mirístico	8-16	14
Palmitico	1-10	8
Estearico	1-13	2
Aracídico	0.1-0.6	--
Palmitoléico	0.1-0.6	0.4
Oléico	10-24	14
Linoléico	1-5	2

ACEITE DE NIGER

ACIDO GRASO	VARIACIONES %	PROMEDIO %
Laúrico	--	0.7
Mirístico	--	1.1
Palmitico	--	8.2
Estearico	--	3.8
Aracídico	--	1.2
Oléico	--	17
Linoléico	--	68

ACEITE DE SHEA BUTTER

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	--	6
Estearico	--	37.5
Oléico	--	48.5
Linoléico	--	5.7

ACEITE DE THE DE CHINA

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Palmítico	--	4.9
Estearico	--	1.2
Behénico	--	0.8
Oléico	--	86.7
Linoléico	--	6.8

ACEITE DE ARROZ

ACIDO GRASO	VARIACIONES	PROMEDIO
	%	%
Mirístico	0.2-1.7	--
Palmítico	8-12	--
Estearico	2.5-4.5	--
Palmitoléico	0.2-1.6	--
Oléico	19-49	--
Linoléico	34-62	--

2.3).- PRINCIPALES IMPUREZAS: ✓

El término impurezas de la materia prima se aplica a la diversidad de cuerpos extraños que se encuentran en la misma al llegar a la planta.

El producto a procesar, debido a la diversidad de semillas que se han expuesto sólo enumeraremos (las impurezas -- que comunmente se encuentran y estos son: polvo, arena, piedras, hojas secas, paja, trozos pequeños de madera, fibras de origen vegetal y humedad.)

Para cada material las impurezas varían según su origen y su técnica de recolección.

Con respecto a la humedad según el material se ha pre fijado límites permitidos durante el almacenaje para su conservación.

(La importancia del conocimiento de las impurezas es -- extremadamente grande ya que afecta tanto a la calidad del -- producto terminado, así como el rendimiento y simultáneamente deteriora el equipo. La cantidad de impurezas se encuentran) -- normalizadas según la materia prima, permitiéndose (un ^{en} porcentaje que oscila del 2 al 3%.)

(Cuando la cantidad de impurezas es muy grande se procede a un castigo. Disminución del precio en la compra de la materia prima.

Las impurezas ocasionan un aumento en el costo de -- producción e implica la adquisición de equipo especializado para su eliminación y aún así su eliminación no es completa teniendo como resultado un aumento en las pérdidas y un desgaste prematuro en el equipo.)

✓

C A P I T U L O I I I

A N A L I S I S

3.1 DE LA MATERIA PRIMA

- 3.1.1.- Humedad. ✓
- 3.1.2.- Determinación de Impurezas.
- 3.1.3.- Determinación del contenido de aceite.

3.2 DEL ACEITE

- 3.2.1.- Determinación de Acidez.
- 3.2.2.- Índice de Iodo.
- 3.2.3.- Teter.
- 3.2.4.- Índice de saponificación.
- 3.2.5.- Humedad del aceite.

3.1.1.- HUMEDAD:

La humedad es de gran importancia en la materia prima, por afectarle directamente y por no considerarse como una impureza, la humedad en la materia prima se encuentra de una forma superficial o formando una parte exterior de las células del producto a tratar, la determinación de la humedad en la materia prima, es un método realmente sencillo que consiste en los siguientes pasos:

- 1o.- Se obtiene una muestra representativa del producto.
- 2o.- Se toma una muestra pequeña y se pesa.
- 3o.- Se coloca en una estufa a 110°C. durante 40 minutos cuando menos y posteriormente se pasa a un desecador esperando que la muestra se enfríe.
- 4o.- Una vez fría la muestra se procede a obtener su peso final, procediéndose a calcular la humedad por la siguiente ecuación.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso muestra inicial} - \text{peso muestra final}}{\text{Peso muestra inicial}} \times 100$$

Otro aspecto por el cual hay que tener mucho cuidado con la materia prima es que el exceso de humedad produce una germinación durante el período de almacenaje originando problemas y también si existe un exceso de agua la semilla se hincha originando una oxidación en el aceite teniendo como consecuencia un bajo rendimiento.

Debido a los diversos productos a tratar y a las

diferentes regiones de procedencia a la materia prima no se puede generalizar la humedad OPTIMA CONVENIENTE. El contenido de AGUA de la materia prima está sujeta a los contratos de compra venta.)

3.1.2.- DETERMINACION DE IMPUREZAS:

Debido a la diversidad de productos menciona-- dos solo expondremos el procedimiento más general para este tipo de determinaciones.

La determinación de impurezas tiene una gran - importancia ya que sus resultados afectan tanto al productor como al fabricante.

La determinación de las impurezas tiene como - base el muestreo ya que de aquí depende el resultado obtenido de el análisis. Los pasos a seguir son los siguientes:

1o.- Se procede a tomar la muestra de materia - prima esta se obtiene haciendo un muestreo de la siguiente forma: se toman pequeñas - muestras de diferentes partes de los transportes y a diferentes alturas y se mezclan en un recipiente, del cual se saca la muestra final, esto se hace para que la muestra final sea lo más representativa posi-- ble.

2o.- Se determina la masa de la muestra y se coloca en un tamiz con el objeto de eliminar (si es semilla) piedras, hojas secas, trozos pequeños de madera y fibras (cuerpos - de gran tamaño)

30.- A la materia prima (semilla) se procede a limpiarla por medio de un cilón de aire - de laboratorio con el objeto de eliminar el polvo y demás impurezas ligeras.

40.- A la materia prima final (semilla) se toma su masa y se procede a calcular mediante la siguiente fórmula el % de impurezas:

$$\% \text{ Impurezas} = \frac{(\text{peso de la muestra inicial}) - (\text{Peso de la muestra final}) \times 100}{\text{Peso de la muestra inicial}}$$

El porcentaje máximo permitido de impurezas es del 2% -3%

3.1.3.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ACEITE

No hay un solo método aplicable a la determinación de grasa en todos los distintos tipos de productos --- existentes, aunque los métodos llamados de extracción están más cerca de un método general que la mayor parte de los restantes.

Los métodos de determinación de grasa son empíricos en cierto grado, dependiendo del método empleado así como de la procedencia del material. Las variaciones en los métodos de análisis producen resultados diferentes. Esta diversidad de resultados se atribuye a distintos factores, pero los más importantes son:

- a).- El método en la preparación de la muestra.
- b).- La extensión o el grado en que la grasa, - la grasa oxidada y ciertos componentes no grasos, sean solubles en el solvente elegido.

(PROCEDIMIENTO GENERAL.- La determinación de la grasa implica tres operaciones distintas independientemente del origen del material o del método y estas son:

- 1.- Tratamiento preeliminar de la muestra, incluyendo el secado previo, la digestión, ó cualquier combinación de éstos.
- 2.- Separación de la grasa por extracción con solvente apropiado o por separación centrífuga.
- 3.- Valoración de la grasa) por un método u otro.

PRESECADO.- La finalidad del secado previo es reducir el contenido de humedad de la muestra. Se realiza por las siguientes razones:

- 1.- Las muestras presecadas pueden ser molidas o de otra manera subdivididas con mayor facilidad que cuando están en su estado original. Este estado de subdivisión es importante en relación con su extracción perfecta.
- 2.- El agua, al menos en cantidades excesivas, impide una extracción completa y eficiente si se emplea éter etílico o éter de petróleo como agente extractor.
- 3.- El presecado ayuda a la separación de la grasa de las células de los tejidos de la carne y de sus productos.
- 4.- Las emulsiones pueden romperse por lo menos parcialmente, de forma que la grasa es más accesible y más fácil de extraer.

Una precaución importante que debe observarse en el secado previo es el de evitar la oxidación de la grasa, puesto que reduce la solubilidad en eter de petróleo.- La oxidación puede evitarse o cuando menos minimizarse, secando la muestra a temperaturas menos de 100°C y presiones debajo de 760 mm de Hg. Si no es posible realizar el secado con la ayuda del vacío es aconsejable emplear un tipo de estufa de tiro forzado para eliminar el agua lo más rápido posible para que de esta forma exponer la muestra a la menor cantidad posible de calor. Cuando se trata de sustancias especialmente sensibles al calor, pueden secarse con un eficaz agente desecante, no obstante, que éste procedimiento es muy lento para ser práctico en usos rutinarios. Es preferible seleccionar un método que no requiera de secado previo

FULVERIZACION O MOLIENDA.- La finalidad de la molienda es reducir el tamaño de partícula de la muestra de forma que el solvente pueda penetrar en la misma, fácil y completamente. Hay una amplia variedad de molinos de laboratorio apropiados, pero ningún tipo de molino es satisfactorio para triturar todos lo tipos de muestras.

Los materiales desmenuzables, excepto los de alto contenido de grasa, pueden ser molidos en molinos de discos. Un oscurecimiento en el producto molido es una indicación de la oxidación por el calentamiento al realizarse la molienda.

Los materiales que contienen cantidades apreciables de grasa no pueden ser molidos por cualquier método que genere una cantidad importante de calor, ya que puede perderse algo de grasa y el quebrado no puede llegar a ser suficientemente completo. Tales sustancias se trituran mejor mediante corte o troceo, similar a la originada por las máquinas de picar carne o en un rebanador de nueces.

(Los métodos para la determinación del conteni
do de grasa y aceite son los siguientes:

1.- Se extrae la grasa con un solvente, se eva
pora éste y se pesa el residuo graso. Es--
tos son los más seguros y los más usados.)
Con una modificación u otra se aplican ---
prácticamente a todos los tipos de produc-
tos. Estan normalizados en su aplicación a
semillas oleaginosas, subproductos de és--
tas, alimentos animales y cereales.

(2.- La grasa se extrae con un disolvente y se
determina alguna propiedad física de la di
solución, tal como el índice de refracción
o el peso específico. El cambio que, en la
propiedad física elegida, tiene lugar por-
la adición de la grasa al disolvente, es -
correlativo con el contenido de grasa. Es-
tos métodos se emplean con frecuencia en -
el control de producción, donde es escen--
cial la rapidez y simplicidad.

3.- La muestra se digiere para liberar la gra-
sa que después se separa por centrifuga---
ción, y luego se determina volumétricamen-
te.) El método de Gerber comunmente se em-
plea en la industria láctea por ejemplo: -
(El disolvente ideal para una extracción --
cuantitativa de la grasa, debe poseer las
características siguientes:

a).- Tener un alto poder solvente para las gra
sas.

b).- Tener un bajo o nulo poder solvente para
sustancias no grasas, tales como protef--
nas, aminoácidos, esteroides, hidratos de
carbono y fosfolípidos.

- c).- Evaporarse rápidamente y no dejar residuos.
- d).- Tener un punto de ebullición relativamente bajo.
- e).- No ser inflamable.
- f).- No ser tóxico, tanto en estado líquido como en vapor.
- g).- Penetrar fácilmente en las partículas de la muestra.
- h).- Estar compuesto de un solo componente o ser una muestra azeotrópica para evitar la posibilidad de fraccionamiento.)

Es evidente que es difícil satisfacer todos los requisitos para un disolvente ideal. Por tanto, la solución práctica es elegir un solvente que tenga las características que sean de mayor importancia. Los solventes recomendados por la American Oil Chemists' Society son:

- 1o.- Eter de petróleo cuya composición es: Isopentano 0 - 5%, n-Pentano 70 - 85%, Isohexano 5-20% y n-Hexano 5 - 20%.
- 2o.- Hexano comercial.
- 3o.- Eter etílico ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$).

El procedimiento general de estimación de la grasa por extracción de la materia de origen con un disolvente al evaporar éste y la determinación gravimétrica del residuo - se rige por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Aceite} = \frac{\text{Peso muestra} - \text{Peso residuo} \times 100}{\text{Peso Muestra}}$$

3.2.1.- DETERMINACION DE ACIDEZ ✓

(Puesto que los ácidos grasos con ácidos débiles, es necesario emplear una base fuerte, tal como sosa o potasa para su valoración por esta razón, el punto equivalencia estequiométrica, cuando se valoran con una base fuerte, estará en la zona alcalina de neutralidad (PH 7) por esta razón la acidez originada por los ácidos grasos libres se valora con sosa en dilución alcohólica empleando fenolftaleína como indicador.)

El uso del alcohol etílico como medio para las valoraciones ácido-base, se ha recomendado por lo siguiente:

- 1o.- Los ácidos grasos libres son solubles en alcohol etílico, pero los triglicéridos no lo son. La mezcla debe agitarse muy bien para asegurar la solubilidad de los ácidos grasos y una distribución uniforme del color del indicador.
- 2o.- El sistema de dos fases presenta incomodidad en la observación del punto final.
- 3o.- Aún cuando sea necesaria la agitación vigorosa, es posible sobrepasarse, especialmente por la introducción de una excesiva cantidad de dióxido de carbono de la atmósfera que produce una decoloración prematura del indicador de FENOLFTALEINA.
- 4o.- Para obtener resultados más exactos, particularmente si la acidez es baja (es decir menor de 0.1%) el cambio de color debe observarse en la capa superior o alcohólica, después de dejar reposar la muestra el tiempo suficiente para dar lugar a la separación.

La fenolftaleína se especifica como indicador para la determinación de ácidos grasos libres en prácticamente casi todos los métodos normalizados.

MÉTODOS DE LA AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY

Ácidos grasos libres.- El método establecido por la American Oil Chemists' Society para la determinación de ácidos grasos libres en aceites vegetales y marinos crudos y refinados en grasas animales, se lleva de la siguiente forma:

Reactivos alcohol etílico 95%. El alcohol debe dar un punto final claro con fenolftaleína y debe neutralizarse con álcalis hasta un débil pero permanente color rosa antes de su empleo, otro disolvente que puede emplearse con aceites vegetales crudos y refinados es el isopropanol, de 99%. Para aceites secantes, el disolvente consta de partes iguales, en volumen, de alcohol isopropílico y toluol.

PROCEDIMIENTO.- Las muestras deben mezclarse bien y estar completamente líquidos antes de pesarla de acuerdo con la especificación de la siguiente tabla:

Ácidos grasos libres %	Cantidad de muestra Grs.	Cantidad de alcohol C.C.	Concentración de alcali N
0.0 - 0.2	56.4 ± 0.2	50	0.1
0.2 - 1.0	28.2 ± 0.2	50	0.1
1.0 - 30.0	7.05 ± 0.05	75	0.25
30 - 50.0	7.05 ± 0.05	100	0.25 - 1.0
50 - 100	3.525 ± 0.001	100	1.0

Cantidad de muestra y de alcohol y concentración de alcali requeridos para la determinación de ácidos grasos libres.

pesar la cantidad de muestra en un frasco de muestra de -- aceite o en un matraz erlenmeyer, añadir la cantidad determinada de alcohol caliente neutralizado y 2 cm³ de fenolftaleína (1% en alcohol del 95%), valorar con álcali agitando vigorosamente hasta la aparición del primer color rosa-permanente de la misma intensidad que la del alcohol neutralizado antes de la adición de la muestra. El color debe -- persistir durante 30 segundos. Procedimiento alternativo - para muestras de bajo contenido de ácido.- Para productos que tengan un contenido de ácidos grasos libres menos de - 0.1%, colocar unos 50 cm³ de alcohol en un matraz erlenmeyer y añadir unas pocas gotas de la muestra. Añadir 2 cm³- de solución indicadora de fenolftaleína y calentar a baño maría de 60 - 65°C. Añadir hidróxido de sodio 0.1 N gota a gota con agitación vigorosa hasta obtener un color rosa -- permanente. Añadir 56.4 gr. de muestra, calentar a la temperatura citada y valorar con hidróxido sódico 0.1 N agi--tando vigorosamente hasta la primera aparición permanente de color rosa. Este color debe ser de la misma intensidad que la del alcohol antes de la adición de los 56.4 grs. y debe persistir durante 30 segundos. El color debe ser observado en la capa alcohólica por encima de la muestra, después de que se le haya dejado sedimentar. El tiempo necesario para ello es de un minuto o menos.

% de ac.grasos libres = c.c.de álcali X N X 28.2 gr. de -
(como oléico) muestra

% de ac. grasos libres = c.c. de álcali X N X 20.0 gr. de
(como láurico) muestra

% de ac.grasos libres = c.c. de álcali X N X 25.6 gr. de
(como palmítico) muestra

ACIDEZ DE ACIDOS GRASOS COMERCIALES

PROCEDIMIENTO: Pesar exactamente unos 5 gr. de ácidos grasos en un matraz erlenmeyer y añadir de 75 a 100 c.c. de alcohol etílico del 95%, caliente y neutralizado. Añadir 0.5 c.c. de solución indicadora de fenolftaleína (al 1.6% en alcohol etílico) y valorar la solución con hidróxido potásico acuoso 0.5 N hasta que un color rosa persistan durante 30 segundos.

El índice de acidez (mg de KOH por gr. de muestra = valoración (c.c.) X 28.05/grs. de muestra.

Indice de Acidez	Peso de muestra grs.
0 - 5 - - - - -	20.0 <u>±</u> 0.05
5 - 15 - - - - -	10.0 <u>±</u> 0.05
15 - 30 - - - - -	5.0 <u>±</u> 0.05
30 -100 - - - - -	2.0 <u>±</u> 0.001

Cantidad de muestra para la determinación de acidez en aceites secantes.

ACIDEZ DE ACEITES SECANTES

PROCEDIMIENTO.- La cantidad de muestra a analizar se determina por la acidez del aceite. Con la tabla anterior se obtiene la cantidad adecuada de muestra y pesar ésta cantidad en un erlenmeyer de 250 c.c. añadir al matraz 100 c.c. de solvente neutralizado. Este disolvente se prepara previamente mezclando volúmenes iguales de alcohol isopropílico o toluol. Añadir 1 c.c. de solución indicadora de fenolftaleína (1 gr. en 100 c.c. de alcohol metílico) y valorar la solución con hidróxido de potasio 0.1 N en alcohol metílico hasta que un color rosa persista durante un minuto.

El índice de acidez (mg de KOH por gr. de muestra) = valoración (c.c.) X 5.61 peso de muestra.

MÉTODOS DE LA BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Ácidos grasos libres: este método es para aceites oxidados o polimerizados, lanolina y grasa de lana, - prescribe la adición de benceno o éter etílico al disolvente alcohólico, con el fin de facilitar la disolución de la muestra.

PROCEDIMIENTO.- Pesar de 2 a 50 gr. de muestra, dependiendo del color y de la acidez, en el matraz y disolverla en 25 c.c. de benceno o de éter etílico. El peso de la muestra debe ser tal que en la valoración no se exceda de 10 c.c. Añadir 50 c.c. de alcohol neutralizado y 0.5 c.c. -- del indicador elegido, valorar con álcali acuoso 0.1 N ó 0.5 N, agitando vigorosamente durante la titulación. Se alcanza el punto final cuando un débil pero definido cambio de color persiste durante 15 segundos. Calcular el -- porcentaje de ácidos grasos libres según lo anterior.

MÉTODO POTENCIOMÉTRICO PARA LA ACIDEZ LIBRE

Disolver la muestra en el solvente (49.5 % de isopropanol anhidro, 50% de benceno; 0.5% de agua) y valorar con álcali normalizado empleando un medidor electrométrico de pH provisto de un electrodo de vidrio resistente a los álcalis y una semicélula saturada de CALOMELANOS.

El medidor de pH debe normalizarse con una solución Boffer standar antes de realizar la valoración. La adición de álcali debe hacerse lentamente al acercarse a la zona del punto de inflexión, esperando 30 segundos después de la adición de cada porción, para permitir que la reacción alcance el equilibrio.

Llevar a una gráfica las lecturas del medidor de pH (valores de pH) frente al volumen de álcali. El punto final de valoración viene señalado por el punto de inflexión en la curva de valoración.

3.2.2 .- DETERMINACION DEL INDICE DE IODO

Se han propuesto muchos procedimientos para la determinación del grado de insaturación de grasas y aceites que contienen enlaces aislados pero solo son 4 los más aceptados y de mayor uso:

- a).- Método de Wijs.
- b).- Método de Hanus.
- c).- Método de Faufmann.
- d).- Método de Hubl

METODO DE WIJS:

Este método es el más aceptado ya que se aproxima mucho a los valores teóricos, se cree que su reacción oscila entre el 98.6% y 98.8% del valor estequiométrico. No obstante, la solución de Wijs es sensible a la luz, y al calor por lo cual tiene una desventaja respecto a su estabilidad, debiendo ser protegido convenientemente.

Para preparar el reactivo de Wijs se debe disolver 13 gr. de Iodo en 11 gr. de ácido acético glacial. Enfriar una porción de 100 a 200 c.c. y valorar 25 c.c. de ésta con tiosulfato sódico 0.1 N. Pasar una corriente de cloro gaseoso seco a través del resto de la fracción separada, hasta que la valoración primitiva no llegue a duplicarse por completo. Cuando ha pasado la cantidad de cloro necesaria, tiene lugar un cambio característico de color,-

lo que constituye una ayuda para juzgar la proximidad del punto final. Valorar una porción de 25 c.c. de la solución clorada con tiosulfato sódico 0.1 N. Es conveniente añadir un ligero exceso de cloro y luego ajustarla a la concentración deseada, mediante la adición de algo de la solución primitiva de Iodo. La cantidad de Iodo a añadir puede calcularse como sigue:

X = c.c. de Iodo a añadir a la solución clorada

A = Valoración del Índice de Iodo primitivo.

B = Valoración después de la cloración.

V = Volúmen de la solución de ICI

C = Titulación deseada de la solución.

$$X = V (B - C) / (C - A)$$

Determinar el contenido de Iodo y de halógeno total y ajustar a una relación iodo/cloro de 1.0 a 1.2.

Si se emplea monoclóruo de Iodo, se puede preparar una solución concentrada de la siguiente manera:

Añadir 317.0 ± 0.1 gr. de monoclóruo de Iodo a 11 gr. de Acido acético glacial y filtrar sobre un frasco de vidrio oscuro. La filtración debe de ser rápida para evitar la contaminación con la humedad. Conservar en sitio fresco. Si se forma un precipitado después de reposar, desechar ésta solución.

SOLUCION DE WIJS. Añadir 117.0 ± 0.1 c.c. de la solución concentrada a un frasco patrón de ácido acético glacial y agitar a fondo para mezclar bien. Conservar en sitio oscuro y frío.

Procedimiento para grasas y aceites conjugados y no conjugados.- Derretir la mezcla si no fuese líquida, pero sin que la temperatura exceda de 15°C. el punto de fusión de la muestra. Filtrar todas las grasas excepto los aceites secantes de alta viscosidad a través de papel filtro para eliminar cualquier impureza sólida y toda traza de humedad. La muestra debe estar absolutamente seca.

Es necesario un exceso de reactivo, pero para -- grasas no conjugadas debe mantenerse este exceso entre 100 y 150 %, basado en la cantidad absorbida. Los índices de -- Todo obtenidos en grasas conjugadas son arbitrarios y las condiciones de análisis, incluyendo el peso de la muestra, deben restringirse necesariamente al límite más estrecho -- que los requeridos para las grasas no conjugadas. Pesar la cantidad de muestra que se indica en la siguiente tabla:

Peso requerido de muestras para la determinación de yodo
por el método Wijs

Indice de Yodo	Aceites normales, pesos de muestras para un exceso de reactivo de -- 100-150 %	Aceites conjugados, pesos de muestra para un exceso de reactivos de 115-135%
80+	0,3175-0,3969	0,3377-0,3691
90	0,2822-0,3528	0,3002-0,3281
100	0,2540-0,3175	0,2702-0,2953
110	0,2309-0,2886	0,2456-0,2684
120	0,2117-0,2646	0,2252-0,2461
130	0,1954-0,2442	0,2078-0,2271
140	0,1814-0,2268	0,1930-0,2109
150	0,1693-0,2116	0,1801-0,1969
160	0,1587-0,1984	0,1689-0,1846
170	0,1494-0,1868	0,1589-0,1737
180	0,1411-0,1764	0,1501-0,1640
190	0,1337-0,1671	0,1411-0,1554
200	0,1270-0,1587	0,1351-0,1476
210	0,1210-0,1547	0,1287-0,1406
220	0,1155-0,1443	0,1228-0,1374

+) Para valores inferiores a 80, calcular la cantidad de muestra para que haya un exceso apropiado de reactivo.

y se coloca en un matraz seco de 500 c.c., al que se haya -
añadido 20 c.c. de CCl_4 .

Añadir con pipeta 25 c.c. de solución de Wijs, ta
par el matraz, agitar para asegurar una mezcla perfecta.

Preparar al menos dos determinaciones en blanco -
con cada grupo de muestras, semejantes en todo, pero sin la
muestra y trabajarlos simultáneamente. El ácido acético tie
ne un coeficiente de expansión relativamente alto, de forma
que las valoraciones del blanco realizadas en diferentes pe

riodos del día, pueden variar significativamente debido a los cambios de temperatura en el laboratorio. Guardar los frascos en sitio oscuro en las condiciones siguientes:

MUESTRA	TEMPERATURA °C	TIEMPO Min.
No conjugadas, Índice Iodo menor 150	25 ± 5	30
No conjugada, Índice Iodo mayor 150	25 ± 5	60
Aceites Acido conjugada,- ejem. tung, oiticida, ri- cino deshidratado	25 ± 1	60

Después del tiempo fijado, retirar los matraces y añadir a cada uno 20 c.c. de solución de Ioduro de Potasio al 15% para reducir el halógeno en exceso, seguidos de la adición de 100 c.c. de agua destilada. Valorar con solución 0.1 N de tiosulfato de sodio, añadiéndolo gradualmente y con agitación constante y vigorosa. Continuar la valoración hasta que casi haya desaparecido el color amarillo. Añadir 1 ó 2 cc. de almidón y continuar la valoración hasta que desaparezca justamente el color azul.

Índice de Iodo = (B-S) X N X 12.69/ Peso muestra

B = Valoración del blanco

S = Valoración de la muestra

N = Normalidad de la solución de Na₂S₂O₃

Se admite generalmente que el método de Wijs es el método más exacto para la valoración de la insaturación de grasas y aceites que tienen solo dobles enlaces aislados. No es totalmente satisfactorio para las grasas que contienen ácidos conjugados y en otros determinados casos especiales.

METODO DE HANUS:

Para preparar el reactivo de Hanus se debe disolver 13.2 grs. de Iodo en 11 gr. de ácido acético glacial (99.5%), que no muestra reducción alguna con dicromato ni con ácido sulfúrico. Añadir la cantidad suficiente de bromo como para duplicar el contenido de halógeno. El Iodo puede disolverse por calentamiento suave, pero la solución debe enfriarse cuando se añade el bromo. Empleando monobromuro de Iodo el reactivo de Hanus se puede preparar de la siguiente manera: Disolver 10 gr. de monobromuro de Iodo en 500 c.c. de ácido acético glacial (del 99.5%). Conservar en frasco de color ambar o amarillo, provistos de tapón de vidrio esmerilado.

PROCEDIMIENTO.- Preparar la muestra según se describe en el método de Wijs. Pesar la cantidad adecuada a continuación y colocarla en un matraz o frasco de 500 c.c. de tapón esmerilado, que contenga 10 c.c. de cloroformo. El exceso de reactivo debe ser por lo menos de un 150% de la cantidad absorbida. Añadir 25 c.c. de la solución de Hanus y dejar reposar durante 30 min. agitando de vez en cuando. Este tiempo debe respetarse, Añadir 10 c.c. de KI al 15%, homogenizar con agitación y añadir 100 c.c. de agua recientemente hervida y fría, recogiendo, mediante lavados cualquier cantidad de Iodo libre que pudiera haber en el tapón. Valorar con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N hasta que casi desaparezca el color amarillo. Añadir el almidón y continuar la valoración hasta que haya desaparecido totalmente el color azul. El índice de Iodo se calcula de la misma forma que en el índice de Wijs. Preparar y realizar simultáneamente con la muestra determinaciones en blanco.

METODO DE KAUFMANN:

El reactivo de Kaufmann se prepara disolviendo de 12 a 15 gr. de bromuro de sodio (previamente secado a 30°C), en 100 partes de metanol y diluir después a 1000 c.c. con metanol. Por comodidad esta solución puede tenerse almacenada en mayores cantidades. A 11 c.c. de ésta solución (decanada) añadir 5.2 c.c. de bromuro puro.

TECNICA.- Pesar la muestra en un matraz y disolverla en 10 c.c. de cloroformo. Añadir 25 c.c. del reactivo. En este punto puede precipitar alguna cantidad de bromuro de sodio. Dejar reposar en sitio oscuro de $\frac{1}{2}$ a 2 horas dependiendo del índice de Iodo. Añadir 15 c.c. de solución de Ioduro de potasio al 10% y valorar con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N, empleando solución de almidón como indicador. Juntamente con la muestra, preparar y llevar determinaciones en blanco. Calcular el índice de Iodo como en el procedimiento de Wijs.

METODO DE HUBL:

Preparación del reactivo de Hubl.- Disolver 25 gr. de Iodo en 500 c.c. de alcohol del 96%. Disolver 30 gr. de cloruro de mercurio en otra porción de 500 c.c. del mismo alcohol. Filtrar, si fuere necesario mezclar las dos soluciones 24 hrs. antes de su empleo pero no hacer uso del reactivo que lleve preparado más de 48 hrs.

TECNICA.- Colocar la muestra pesada en un matraz seco de 500 a 800 c.c. provisto de tapón esmerilado, disolver la grasa en 10 c.c. de cloroformo y añadir 25 c.c. del reactivo de Hubl. Tapar el matraz, y dejar reposar en la oscuridad de 2 a 24 hrs., dependiendo del valor del índice de Iodo esperado. Para los aceites secantes se requieren 24 hrs. Añadir 20 c.c. de solución de KI al 30%. Si se forma un precipitado de HgI_2 , añadir más cantidad de KI. Añadir unos 300 c.c. de agua destilada y valorar con solución 0.1 N de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

empleando solución de almidón como indicador. Preparar y realizar simultaneamente determinaciones en blanco, calcular el índice de Iodo como el método de Wijs.

3.2-3.- DETERMINACION DEL TETER.-

TETER.- La prueba del teter es un método que determina - los puntos de solidificación de los ácidos grasos y el - cual es aplicable para grasas y aceites vegetales y animales (terrestres y marinos)

PROCEDIMIENTO.- El primer paso se basa en la preparación de los ácidos grasos lo que se efectúa de la siguiente - manera: pesar 110 gr. de glicerol cáustico en un vaso. - calentar y agitar hasta 150°C; añadir 50 ml. de la muestra de aceite o grasa fundida y recalentar de 140 a 150° C. En algunos casos para asegurar una completa saponificación es necesario agregar una pequeña cantidad de solución (glicerol cáustico) adicional. Continuar la agitación hasta una saponificación completa teniendo cuidado de no calentar arriba de 150°C.

Enfriar ligeramente y agregar de 200 a 300 c.c. de agua destilada, agitar bien y calentar hasta la disolución del jabón. Agregar con cuidado y con agitación -- 50 ml. de ácido sulfúrico diluido. Hervir hasta que los ácidos grasos estén completamente fundidos y claros. Si se desea se puede agregar agua antes o durante la ebullición. Si se usa un mechero de gas el nivel del agua debe de mantenerse para evitar resequedad en las paredes.

Eliminar la capa acuosa que contiene ácido sulfúrico mediante el uso de un sifón apropiado; agregar -- agua y hervir de 2 a 3 minutos hasta que los ácidos grasos se encuentren completamente fundidos y transparentes.

Elimínese el agua otra vez, y si es necesario repítase el lavado, hasta que el agua de lavado dé una reacción neutra con el indicador anaranjado de metilo.

Filtrar los ácidos grasos a través de un papel - filtro para eliminar los residuos de humedad en un vaso de precipitados sin el empleo de un embudo. Los ácidos deben permanecer fundidos hasta estar completamente filtrados.

Calentar los ácidos filtrados a 130°C. para eliminar cualquier traza de humedad y llénese el tubo probador de TETER a una altura de 57 mm., tener cuidado de que la mezcla no perdure a 130°C no se recaliente a ésta temperatura más de una vez. Si se encuentra presente humedad excesiva decántese el agua y volviendo a refiltrar y a recalentar. Los ácidos deben estar completamente secos.

SOLIDIFICACION DE LOS ACIDOS.- Para teter arriba de 35°C - llénese el baño de agua al nivel designado y ajuste la temperatura de 15 a 20°C menos del teter esperado.

Para teter menores de 35°C llénese el baño con etilen glicol. Colóquese la placa de acero inoxidable y sobre esta póngase hielo seco justamente arriba del nivel de etilen glicol mantengase la temperatura del baño de 15 a 20°C menos del teter de la muestra. Sumérjase un termómetro de tal manera que quede equidistante a las paredes del tubo medidor de teter.

Agítese con agitador vertical el cual deberá de desplazarse 38 mm. como máximo. La agitación deberá iniciarse cuando la temperatura se encuentre por lo menos 10 grados abajo del punto de teter.

Agítese a la velocidad adecuada hasta que la temperatura sea constante 30 seg. o comience a elevarse en un intervalo menor. Terminar de agitar y retírese el agitador observando los incrementos en la temperatura. El punto de

teter será la temperatura más alta indicada en el termómetro durante este incremento. Una segunda determinación generalmente debe de tener una diferencia no mayor de .2 °C

3.2-4. DETERMINACION DEL INDICE DE SAPONIFICACION

ESTIMACION DE LA VALORACION EN BLANCO.-

En todos los métodos se requiere una determinación en blanco simultaneamente con la muestra. Para los trabajos más cuidadosos, son aconsejables por lo menos 2 valoraciones en blanco, cuya valoración debe de concor-dar con 0.1 c.c. de ácido 0.5 N.

El blanco puede eliminarse por el procedimiento del doble indicador. Según este procedimiento el exce-so de alcali se valora el punto final de la fenolftaleina. Se añade entonces el azul de bromo fenol y se conti-nua la valoración hasta un segundo punto final. El ácido requerido para la valoración desde el 1o. hasta el 2o. - punto final es equivalente al álcali que reacciona con - la muestra. El cambio de color de la fenolftaleina tiene lugar cuando se ha neutralizado todo el exceso de álcali y el azul de bromo fenol, cambia el color cuando todo el jabón ha reaccionado con el ácido. El ácido consumido en tre los dos cambios de color es equivalente al álcali -- que reacciona con la grasa.

PROCEDIMIENTO DEL DOBLE INDICADOR.

Saponificar la muestra por medio de hidróxido - de potasio. Enfriar y añadir 0.3 c.c. de fenolftaleina al 1% en solución alcohólica.

Valorar entonces con ácido clorhídrico 0.1 N -- hasta que desaparezca el color del indicaro. Añadir 0.2 - c.c. de azul de bromo fenol de 0.010 N y 10 c.c. de bence-

no y continuar la valoración con el mismo ácido (HCl 0.5 N) hasta la aparición de un color verde.

La solución es claramente azul, una o dos gotas antes del punto final y claramente amarilla una o dos gotas después. No obstante algunas precauciones son útiles corrientemente, la solución se vuelve amarilla varias gotas antes de alcanzar el punto final. Se agita en tonces, viéndose el cambio de color nuevamente azul por una posterior agitación del matraz. El benceno también extrae la materia colorante (corrientemente amarilla) de los aceites. Por agitación del matraz antes de alcanzar el punto final, la emulsión del benceno amarillo en la fase acuosa azul, dá a veces la apariencia del punto final, verde. Afortunadamente, las dos fases se separan rápidamente al cesar la agitación, y puede observarse el color de la fase acuosa.

METODOS COLORIMETRICOS DE VALORACION:

Procedimientos para grasas y aceites normales.- Derretir la muestra, a menos que sea líquida y filtrar a través de papel filtro, para eliminar cualquier impureza y las últimas trazas de humedad. La muestra debe estar completamente seca. Pesar una cantidad tal de muestra (por lo general de 4 a 5 grs), para que la valoración en retorno sea del 45 al 55% del valor del blanco; es decir debe haber un exceso aproximadamente del 100% de hidróxido de potasio. Añadir 50 c.c. de este álcali en solución alcohólica con una pipeta y dejar que ésta escurra durante un tiempo indefinido. La cantidad de reactivo puede reducirse a 25 c.c. en el caso de que la cantidad de muestra se reduzca de 2 a 2.5 grs. de forma que se mantenga el mismo exceso de álcali. Sin embargo se prefiere casi siempre la muestra de mayor peso. Preparar y realizar simultáneamente determinaciones en blanco, juntamente con la muestra y similar en todos los detalles . Acoplar un condensa

✓

dor de aire, de por lo menos 650 mm. de longitud y hervir suave pero constantemente, hasta que la muestra este completamente saponificada. Esto, por lo general requiere de 30 minutos para muestras corrientes, pero es aconsejable-continuar durante una hora para asegurarse que la reacción ha sido completa. Si no se ha disuelto la totalidad de la muestra es conveniente agitar el matraz cada 5 minutos durante el período de calentamiento. Tener cuidado de que los anillos de vapor no alcancen la parte alta del condensador para que no haya pérdida de ésteres de bajo punto de ebullición. Los condensadores de reflujo refrigerados por agua son de empleo satisfactorio y aún preferibles, a menos que el tipo de refrigeración por aire esté cuidadosamente refrigerado y tanto el calentamiento como la ebullición bien controlados. Después de enfriar un tanto el matraz y el condensador, pero no lo suficiente como para que el contenido se gelatinice, lavar las partes internas del condensador con un poco de agua destilada. Separar el condensador, añadir cerca de 1 c.c. del indicador (fenoltaleína al 1% en alcohol etílico) y valorar con ácido clorhídrico 0.5 N hasta que justamente desaparezca el color rosa.

$$\text{Indice Saponificación} = \frac{28.05 (\text{c.c. del blanco} - \text{c.c. muestra})}{\text{Peso muestra}}$$

En los casos especiales siguientes, proceder según lo dicho para los aceites y grasas comunes excepto lo que se indica para cada caso.

PROCEDIMIENTO PARA ACEITES SECANTES.- Saponificar porciones separadas de ensayo durante períodos de una y dos horas. Si los resultados del ensayo de dos horas son mayores que los de una hora repetir los ensayos prolongando los mismos a 3 y 4 horas de calentamiento.

PROCEDIMIENTO PARA DERIVADOS DE ACEITES SECANTES.- El reactivo se prepara reemplazando el alcohol etílico por alcohol N-butílico. Pesar dos gramos de muestra y añadir 25 c.c. del reactivo más un c.c. de agua destilada. Por lo general, la saponificación se completa en una hora pero si fuese necesario prolongar más tiempo el calentamiento. Lavar el condensador, después de la saponificación, con alcohol etílico y añadir al matraz el suficiente alcohol atílico para llevar el volúmen total a 50 c.c.

METODO POTENCIOMETRICO.- Se refiere la valoración potenciométrica del exceso de álcali cuando se analizan muestras coloreadas tales como resinas y algunas grasas y cebos que -- son tan oscuros como para impedir la percepción del punto final. El procedimiento es el mismo que el descrito para la valoración colorimétrica.

PROCEDIMIENTO.- Los valores del pH referidos en éste procedimiento son aparentemente mejores que los reales debido a que la valoración se efectúa en una solución alcohólica. -- Sin embargo ésto no es importante mientras los valores mantengan su relación.

Saponificar la muestra. Después de la saponificación pasar el contenido del matraz a un vaso de forma alta. Lavar bien el matraz con porciones de 25 c.c. de alcohol -- neutro hasta que se hayan añadido al vaso 100 c.c. y entonces enfriar a temperatura ambiente.

Introducir un agitador de velocidad variable, de paletas de vidrio y ajustar la velocidad para mantener una agitación vigorosa pero sin salpicaduras. Colocar en la solución los electrodos y un medidor de pH de electrodos de vidrio, asegurándose de que queden cubiertos por la solución. El medidor de pH debe ajustarse con anterioridad mediante -

una solución buffer estándar en las proximidades del punto final de valoración. Valorar con ácido clorhídrico 0.5 N. - Al principio, puede añadirse el ácido suficiente para llevar el pH de la solución a 12.2 o 13. Esperar el tiempo suficiente para que el sistema de electrodos alcance el equilibrio, - añadir entonces ácido en porciones de un c.c. hasta que el - cambio de pH por cada c.c. añadido sea de 0.3 unidades de pH. En este punto, reducir las adiciones de ácido a porciones -- de 0.1 c.c. hasta que se haya pasado el punto final. Este he- cho se nota por una disminución significativa en el cambio - del pH por incremento de 0.1 c.c. de ácido.

Continuar la valoración con porciones de 1 c.c. has- ta que, claro esta, el punto de inflexión, (punto final) es- te bien determinado. Este punto de inflexión es el punto del máximo cambio de pH por c.c. de ácido. Se obtiene mediante - una representación gráfica llevando las lecturas de pH con- tra los c.c. de ácido empleado. Calcular el punto de saponifi- cación de la manera habitual.

REACTIVOS.

Alcali alcohólico.- Preparar hidróxido de potasio alcohólico por disolución de 40 gr. de hidróxido de potasio- (grado reactivo) en un litro de alcohol etílico, manteniendo la temperatura por abajo de 15.5°C, mientras dure la disolu- ción del álcali. Esta solución debe quedar clara. Un oscure- cimiento de la solución es debido a la presencia de aldehi- dos en el alcohol. Hay varios procedimientos para purificar alcohol si no está suficientemente exento de aldehidos, pe- ro el más sencillo es el que se realiza como sigue:

Poner unos pocos gramos de (10 - 15) hidróxido de potasio en un matraz, añadir de 1 a 1.5 partes de alcohol -- etílico al 95% y hervir en baño de agua, bajo condensador de reflujo de 30 a 60 minutos. Destilar, recoger el alcohol y - emplearlo para preparar la solución de álcali.

INDICADORES.- El punto final de la valoración determina - por lo general, visualmente, empleando fenolftaleína como indicador. Se han mencionado otros indicadores tales como el acetato 2,4 dinitrofenilo, azul alcalino 6B, azul de metileno en fenolftaleína y tinolftaleína para su empleo con muestras poco claras, en las que el cambio de color con la fenolftaleína es invisible.

3.2-5.- HUMEDAD Y MATERIA VOLATIL.

El agua es muy ligeramente soluble en las grasas y por lo tanto, su presencia, no es corriente excepto en pequeñas cantidades.

Ejemplo de esto en aceite de algodón:

AGUA EN SOLUCION	TEMPERATURA °C
0.074	0
0.090	10
0.106	15.5
0.121	22.5
0.138	54.5

Frecuentemente se advierte presencia de agua en las grasas crudas, por lo general, sin exceder del 1 ó 2% y en ese caso únicamente como fase suspendida o depositada. Existen varios métodos para la determinación de humedad en grasas y aceites y todos ellos se emplean bastante. La mayor parte de los métodos aceptados, están limitados por al gún tipo específico de producto o alguna zona de contenido de humedad.

Los métodos en los que mediante secado se elimina la humedad, son los que más corrientemente se emplean, se basan en una medición gravimétrica de la pérdida en peso que tiene lugar cuando se calienta una muestra a temperatura suficiente para evaporar el agua. Esta evaporación puede efectuarse al vacío o a presión atmosférica en estufa o en placa caliente, y a distintas temperaturas. Las temperaturas más altas (superiores a 100°C), se emplean principalmente para control de producción, donde son necesarios ensayos rápidos.

Los métodos que emplean secado, no diferencian entre humedad y otras sustancias que pueden volatilizarse en las condiciones empleadas en dichos métodos. Puesto -- que todas las grasas y aceites contienen sustancias no --acuosas volátiles en cantidades variables, la diferencia-- que se obtiene en el secado incluye la humedad y estas -- otras sustancias volátiles. Este hecho debe señalarse --- siempre en los resultados de tales determinaciones. La -- cantidad de materia volátil que puede evaporarse juntamente con la humedad, depende del producto que se está ensayando y de las condiciones empleadas, especialmente de la temperatura a la que se calienta la muestra; por consi---guiente, cuando se emplean los métodos de secado, deben -- controlarse estrechamente las condiciones especificadas -- para el método empleado. Por lo general, la cantidad real de materia volátil no acuosa, presente en grasas desodorizadas comestibles es pequeña, pero puede llegar a alcan---zar varias décimas por ciento en grasas de baja calidad.

C A P I T U L O I V

PROCESO Y METODOS DE OBTENCION DEL ACEITE

CRUDO.

CAPITULO IV.- PROCESO Y METODOS DE OBTENCION DEL ACEITE
CRUDO.

La obtención de las grasas y aceites a partir de semillas oleaginosas constituye una rama especializada y bien definida de la tecnología de las grasas.

(El término extracción se aplica a la separación de las grasas y aceites, de los materiales que los contienen, como -- son las semillas.

Los diferentes procesos de extracción tienen puntos en común, que son:

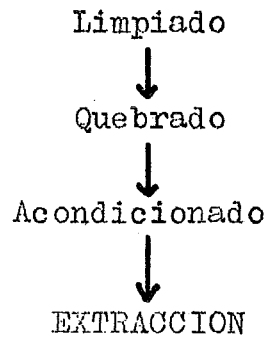
- 1.- Obtener el aceite, libre de impurezas indeseables tanto como sea posible.
- 2.- Obtener la mayor cantidad posible del aceite.
- 3.- Producir un residuo o harina de más alto valor pro
técnico posible.)

El paso primario en cualquier tipo de extracción lo -- forma un grupo de operaciones tendientes a convertir a la mate
ria prima en las condiciones más favorables para su mejor pro
cesamiento (extracción). Si bien estas operaciones dependen --
del método empleado y éste a su vez del tipo de materia prima
así como de su contenido de aceite, pueden distinguirse cier--
tas operaciones preliminares comunes.

(El tratamiento preliminar a que se somete la materia --
prima dependiendo de su condición física se puede dividir en --
cuatro procedimientos básicos que son los siguientes:

I

Ejemplo: Soya



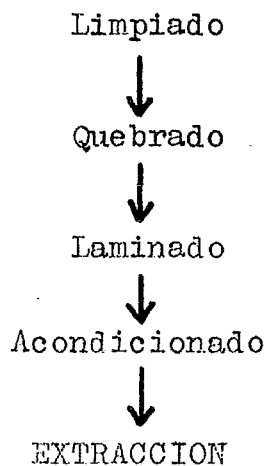
II

Ejemplo: Algodón



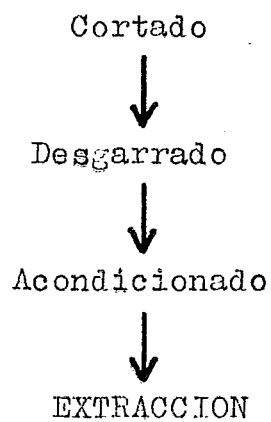
III

Ejemplo: Colza, Girasol



IV

Ejemplo: Copra



✓ LIMPIADO.- La materia prima generalmente llega a las plantas en una amplia variedad de estados de limpieza. La materia extraña que puede encontrarse presente incluye: polvo, piedras, terrones, ramas, hojas, trozos de metal, etc., -- aunque tales impurezas se eliminan varias veces antes del proceso de extracción; (la materia prima se limpia además -- antes de almacenarse con el objeto de evitar daños en la -- misma. Se emplean una gran variedad de dispositivos para -- la limpieza, sin embargo, todos ellos consisten de combinaciones de tamices, mamparas, separadores de aire o ciclo--nes y separadores magnéticos;) estos últimos son de gran utilidad ya que el principal contaminante de la materia prima es el fierro; el cual daña las diferentes piezas de la maquinaria a través del proceso.

DESBORRADO.- Es una operación específica de algunas semi--llas, Ejemplo: el algodón, el desborrado consiste en eliminar la fibra existente en la corteza de la semilla.

DESCORTICADO.- Es la operación mediante la cual se separa la corteza o cáscara de la pulpa de la materia prima. Aun cuando las cortezas contienen cerca del 1%, de aceite algunas veces es indispensable eliminarlas antes de efectuar -- la extracción para evitar una disminución en la cantidad -- del aceite producido, ya que las cortezas absorben y retienen el aceite en la pasta final. Existen algunas excepciones donde no se efectúa el descorticado, cuando la opera--ción no es económica o cuando las cortezas favorecen la extracción, por ejemplo en la semilla de lino, perilla, ajonjolí y cártamo.

El descorticado se realiza en diferentes tipos de maquinaria de acuerdo a la naturaleza de la corteza y el tamaño de la semilla a tratar. Siguiendo el criterio ante

rior la materia prima se divide en dos grandes grupos:

- 1.- Semillas con corteza gruesa y dura.
- 2.- Semillas de tamaño medio con corteza blanda y flexible.

Para semillas de corteza gruesa y dura se usan -- dos tipos de máquinas. Una de ellas consiste de un rotor central provisto de baffles curvos a lo largo de los cuales fluyen las semillas que se alimentan por el centro y se rompen por impacto contra la coraza externa.

El otro tipo de máquina lo constituye un simple - molino de martillos. El rotor consiste de una flecha con cuatro martillos de acero, las semillas se dejan caer dentro de la trayectoria de los martillos rompiéndose por - impacto.

Para semillas de corteza blanda y flexible se -- usan descorticadores de barra y de disco.

El elemento giratorio de un descortificador de ba-- rras esta constituido por un cilindro provisto de nava-- jas o barras salientes longitudinalmente espaciadas y - afiladas de forma cuadrada. Opuesto al cilindro y con un área de cerca de un tercio de este existe un elemento - cóncavo que presenta barras salientes similares. La semi-- lla se alimenta entre los dos elementos y las cortezas - se van separando a medida que la semilla queda atrapada entre las navajas, el claro entre las navajas es varia-- ble dependiendo del tamaño de la semilla.

El descortificador de discos es similar al de ba--- rras, excepto que en lugar de navajas posee ranuras en - forma radial sobre dos discos opuestos, montados verti-- calmente uno de los cuales es fijo y el otro giratorio, - la alimentación es por el centro y la descarga por la pe

riferia. Las dificultades que presentan los descorticadores van de acuerdo al estado de la semilla. Si se alimenta semilla con gran humedad la máquina se atasca, por otro lado si la semilla está demasiado seca la pulpa se puede desintegrar.

La operación de descortinado crea un paso adicional que es la separación de las cortezas de la pulpa lo cual se efectúa por medio de tamices rotatorios y por medio de aire.

QUEBRADO O TRITURADO

(La extracción de el aceite) por cualquier método que se use, (se facilita con una reducción en el tamaño del material.)

Para semillas de un contenido de aceite bajo o medio la semilla se debe de dividir en un promedio de 8 partes. Si se tiene material de alto contenido solamente se desgarrar o corta.

(El quebrado o triturado se realiza en molinos de rodillos) de diferentes diseños dependiendo del fabricante sin embargo, el molino de uso casi universal es el mostrado en la siguiente figura.

espera

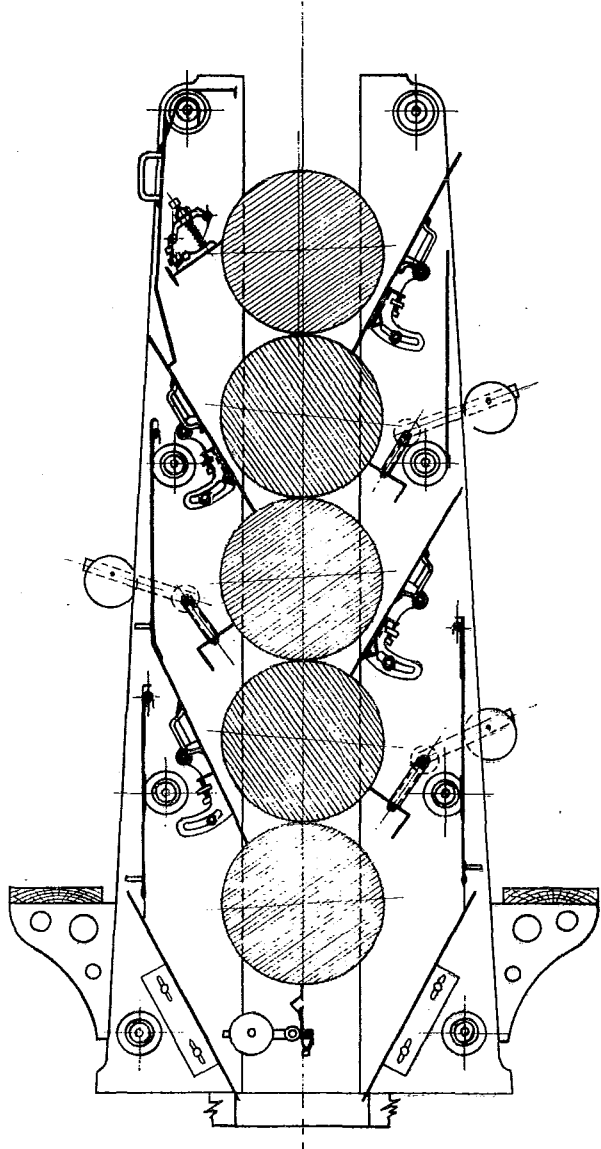


FIG. 4-1 MOLINO DE RODILLOS

Consiste de una serie de 5 rodillos colocados verticalmente uno sobre otro. (La alimentación se realiza entre los dos rodillos superiores y está diseñado para -- que cada rodillo soporte el peso de los rodillos de arriba: consecuentemente la semilla se sujeta a una presión -- que aumenta progresivamente a medida que esta pasa hasta el fondo del molino.) Los rodillos inferiores son lisos y los superiores generalmente corrugados siendo los cuatro primeros del mismo tamaño y el último algo mayor.

Existen además quebradores que consisten generalmente de 2 pares de rodillos o canles con fosos distintos los cuales giran a diferentes velocidad y en sentido contrario. Se pueden usar varios pares de éstos colocados verticalmente según el grado de quebrado que se requiera.

✓ ACONDICIONAMIENTO.-(El acondicionamiento o cocimiento es la operación mediante la cual se dosifica humedad o se se ca cuando está demasiado húmeda y temperatura a el material de caracter oleaginoso. El objetivo principal de este tratamiento es el de cuagular la proteína en las paredes de las células de los materiales haciéndolas así permeables al flujo del aceite, mismo que se vé incrementado mediante la disminución de su viscosidad y de la tensión superficial a temperaturas relativamente elevadas (menos de 90°C))

Un factor que obviamente afecta la afinidad entre la semilla y el aceite y el cual es fácil de controlar durante la operación del cocimiento es el contenido de humedad. Sin embargo es imposible determinar la manera mediante la cual inhibe tal afinidad. Lo que si es un hecho, es que durante el acondicionamiento se forma una película de agua líquida absorbida, la cual desplaza al --- aceite. Por otro lado, el agua puede también encontrarse en un estado de enlace y su presencia en la semilla en ta

les condiciones podrá hacer a la superficie de esta relati
vamente lipofóbica.

La humedad óptima en el material cocido varía de acuerdo al tipo de semillas y al método usado para la ex--
tracción.

(El cocido o el acondicionamiento además de favo-
recer la producción del aceite determina también en un gra
do considerable la calidad de la harina residual y del mis
mo aceite.)

El dispositivo usado por casi todos los fabrican-
tes de equipo en el acondicionamiento de la semilla es un
cocedor vertical tipo French Fig. 4.2.

El cocedor vertical consta de una serie de tres
a seis charolas o más, cerradas de forma cilíndrica, colo-
cadas verticalmente una sobre otra, las cuales se encuen-
tran independientemente enchaquetadas para vapor en el fon-
do y pared lateral.

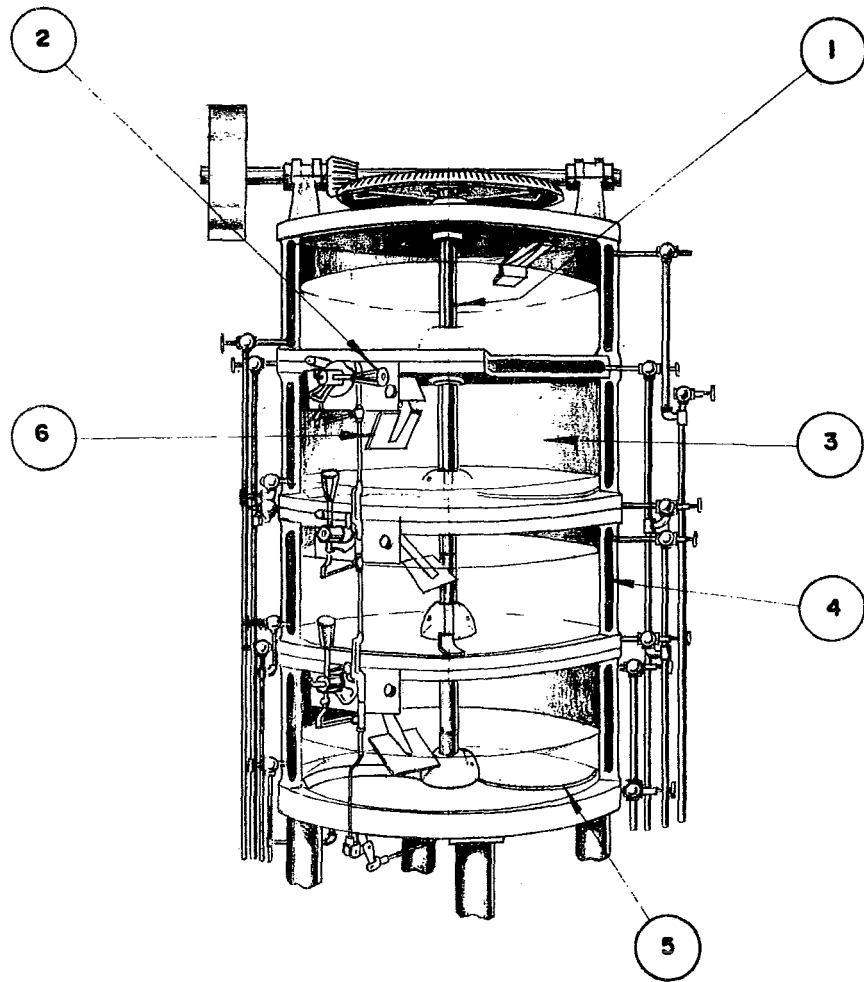
La charola superior se encuentra provista de es-
preas para humidificar a la semilla y las inferiores tie-
nen un tubo vacío y un ventilador para eliminar el exce
so de humedad, la cual se puede controlar no solo al final si
no también en cada etapa.

Para preparar el material se alimenta en la par-
te superior descargándose a la charola inmediata inferior
através de compuertas que gobiernan el flujo de la pulpa -
de una charola a otra. Esta descarga se hace abriendo y ce
rrando las compuertas automáticamente con mecanismo que mi
den el nivel de la pulpa, el cual se fija según los tiem--
pos de residencia requeridos para cada charola. La descar-
ga final y terminación del proceso de acondicionamiento se
realiza en la charola del fondo.



Otro tipo de cocedores que se usan en la industria son acondicionadores horizontales y estos generalmente se encuentran en prensas mecánicas de baja capacidad - los cuales consisten de una canal con sistema de calentamiento enchaquetado a base de vapor, siendo estos de uno o dos pasos.

copy



- 1.- VASTAGO GIRATORIO
- 2.- COMPUERTA DE PASO
- 3.- CHAROLA
- 4.- ENCHAQUETAMIENTO PARA VAPOR
- 5.- AGITADOR
- 6.- PALETA REGULADORA DE NIVEL

FIG. 4-2 ACONDICIONADOR FRENCH

Los métodos de obtención de aceite crudo se clasifican en tres grupos:

I.- METODO MECANICO

A.- Discontinuo

B.- Continuo

II.- METODO DE EXTRACCION CON SOLVENTE

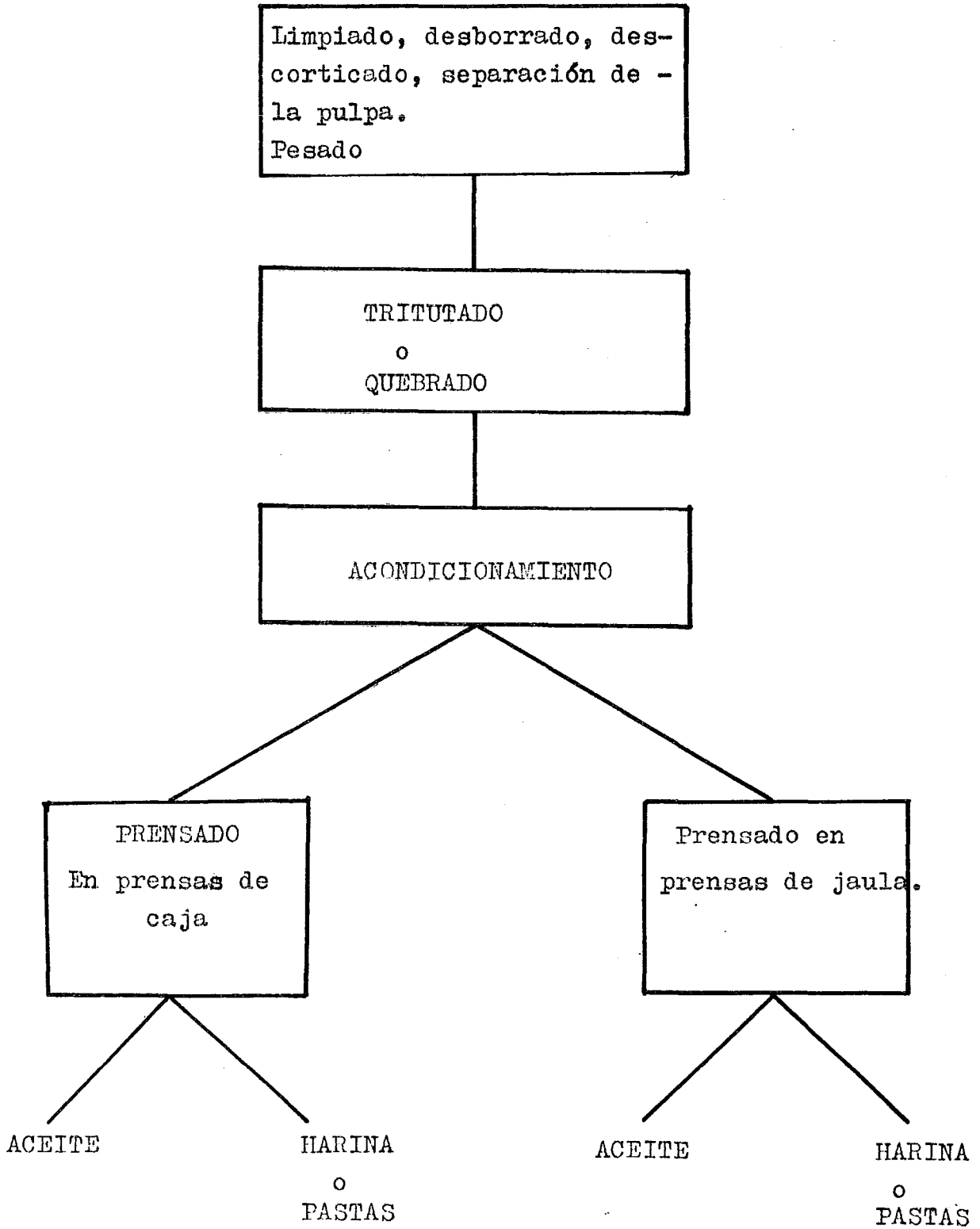
A.- Discontinuo

B.- Continuo

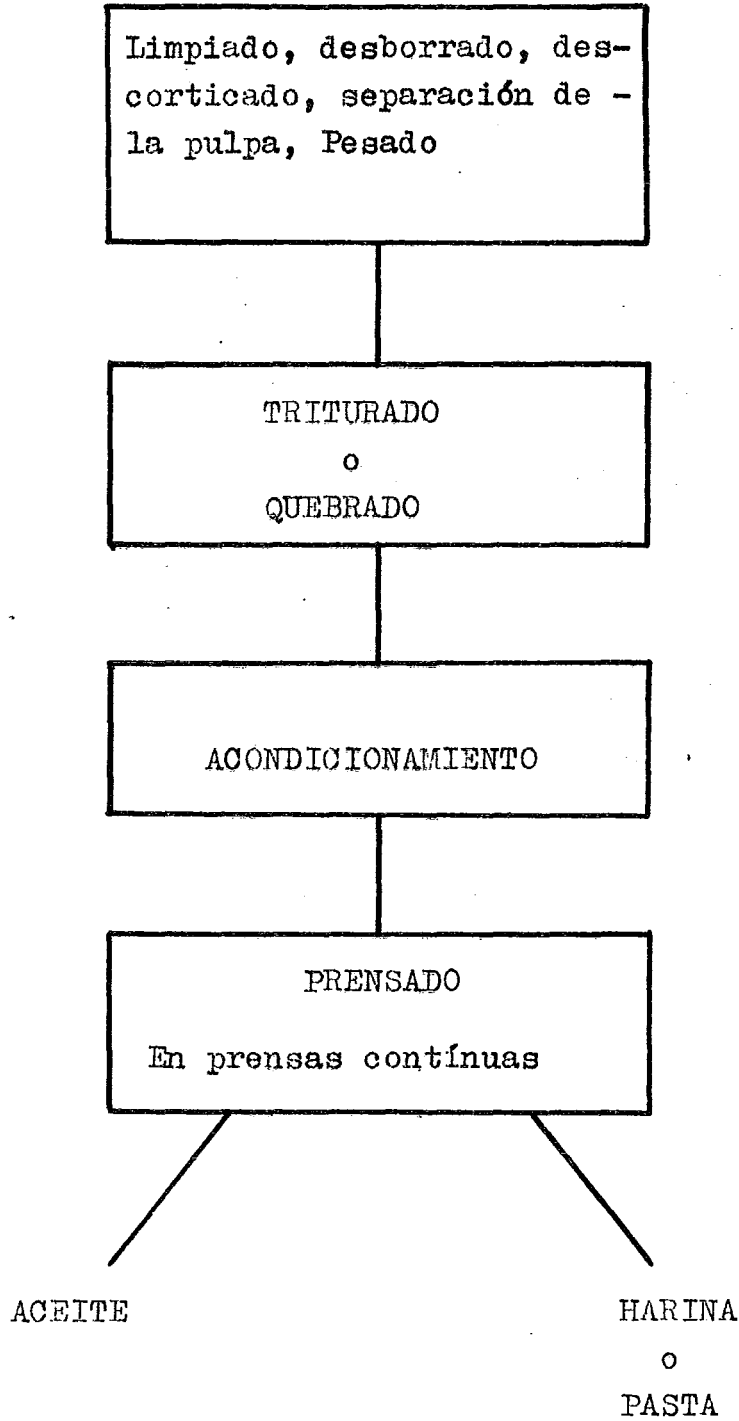
III.- METODO COMBINADO

Los diagramas de bloques para los métodos anteriores son los siguientes:

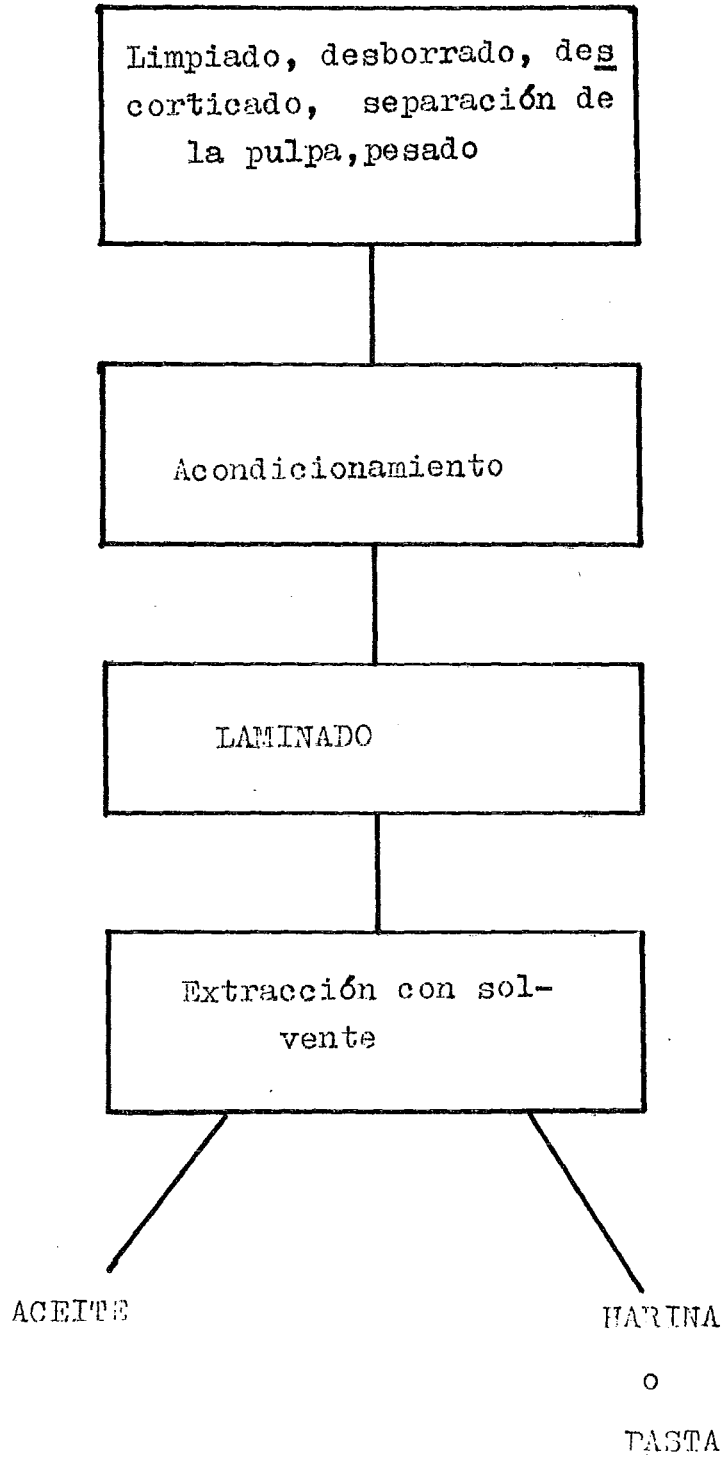
METODO MECANICO DISCONTINUO



METODO MECANICO CONTINUO

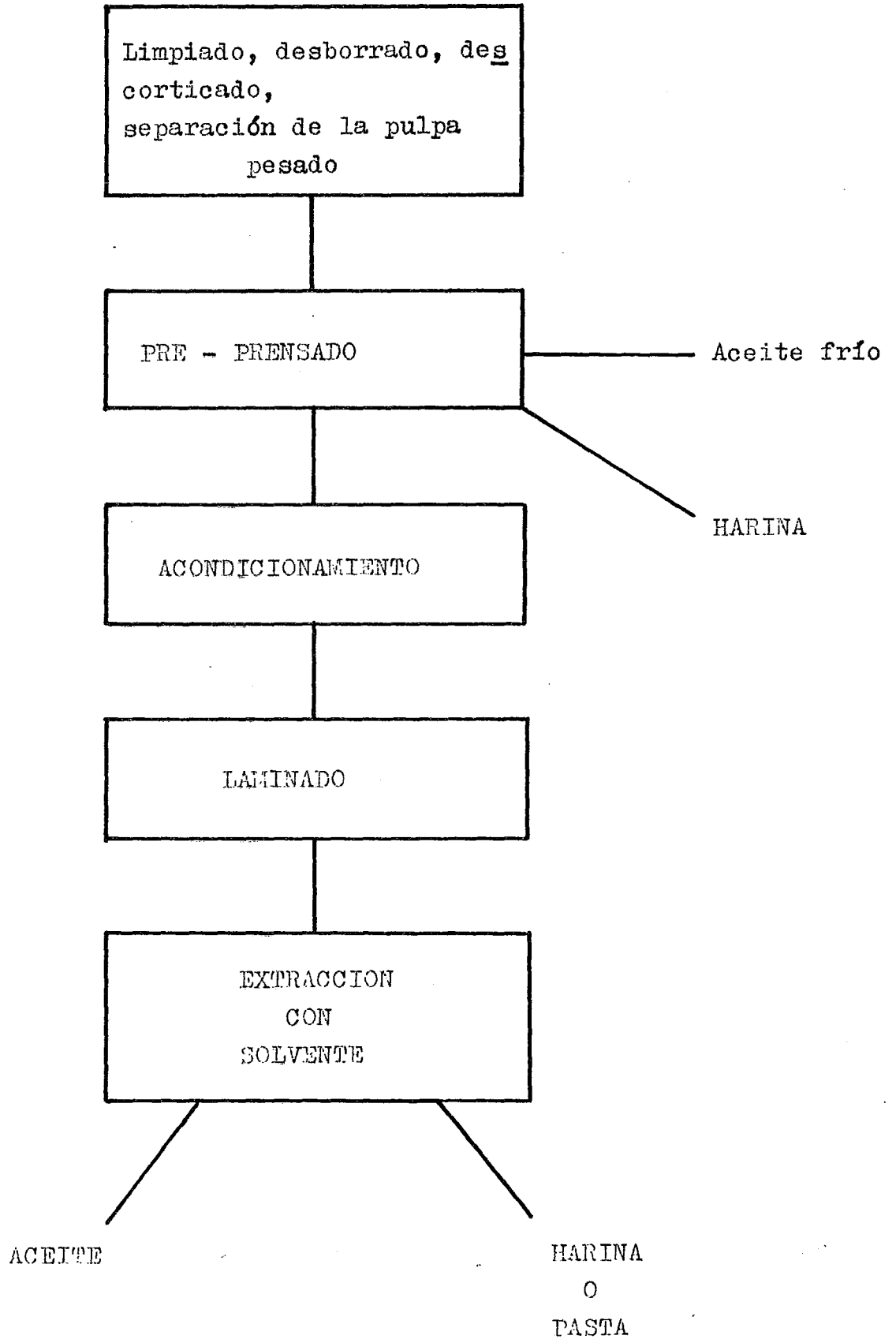


METODO DE EXTRACCION CON SOLVENTE





METODO COMBINADO



✓

C A P I T U L O V

DIFERENTES METODOS MECANICOS

METODOS DISCONTINUOS

METODOS CONTINUOS

5.1

METODO MECANICO DISCONTINUO

El método mecánico discontinuo para la obtención del aceite consiste como ya se ha dicho anteriormente en transformar el material en condiciones apropiadas (preparación), después de esto el aceite se extrae por medio de presión. Ya que la presión necesaria se aplica casi siempre por medios hidráulicos, el método mecánico discontinuo se conoce comunmente como Método Hidráulico.

El material ya preparado es colocado en una prensa hidráulica en la cual se le va aplicando gradualmente la presión. Cuando se ha alcanzado la presión máxima se deja un tiempo considerable antes de quitarla con el objeto de que el aceite fluya totalmente. Finalmente la harina o torta se retira de la prensa; la prensa se carga nuevamente y el ciclo se repite. El tiempo del ciclo es variable según el material, sin embargo el tiempo promedio es de 35 min.

Se han usado diferentes tipos de prensas como son las de caja y jaula o rejilla. En las prensas de caja cada 20 lb. de material previamente tratado se envuelve en tela formándose una torta y posteriormente se carga a la prensa iniciándose el prensado.

Para las prensas de jaula o rejilla el material se trata en forma similar, pero aquí la pulpa se acomoda formando capas dentro de las prensas antes de iniciar el prensado. En ambos procesos es necesario separar la pulpa prensada de la tela antes de que ésta se pulverice.

En la fig. 5.1 se muestra un diagrama del proceso de prensado hidráulico en prensas de caja o de jaula.

Las semillas son primero llevadas dentro de la planta y tratadas de acuerdo a la naturaleza del material. En general la pulpa o semilla se muele en rodillos verticales preparándose después en cocedores para coagular la proteína y obtener la humedad y temperatura apropiadas, finalmente se prensa.

Después de que la pulpa se separa de la corteza se muele en rodillos verticales donde además se lamina formando láminas de 0.005 a 0.014 pulgadas de grueso. Las láminas se transportan a un acondicionador FRENCH; en el cual el material se humidifica en el plato superior con objeto de mejorar la calidad del aceite; en los siguientes platos la humedad se reduce hasta obtener un 5.5% en el fondo.

La temperatura en la charola superior es casi -- siempre entre 175°F y 195°F aumentando gradualmente a través del cocedor hasta la descarga del material de 220°F a 240°F; el tiempo total de acondicionamiento fluctúa de 70 a 120 min.

A continuación se prensa el material con presiones que oscilan entre 4000 y 4500 psi.

El único material que se procesa en frío (sin cocimiento) es la semilla de ricino, requiriendo de una presión superior a 4500 psi. aproximadamente 6000 psi.

El método hidráulico en el presente es obsoleto por sus requerimientos tan altos de mano de obra.

5.2

METODO MECANICO CONTINUO

Este método se basa fundamentalmente en el uso de prensas continuas de gusano. Tales prensas sustituyen a las hidráulicas por el ahorro de mano de obra, eliminación

de telas de prensado y la obtención de mayor cantidad de aceite. Su principal desventaja radica en un mayor requerimiento de energía así como mejor habilidad en la mano de obra, tanto en la operación como en el mantenimiento - muy alto desgaste de flechas y barriles.

Las prensas de gusano son esencialmente prensas de jaula continuas, en las cuales la presión se desarrolla mediante el giro continuo de un gusano en la flecha, en lugar de la operación intermitente de un pistón. Una presión extremadamente grande del orden de 15000 a - 20 000 psi, se desarrolla en la jaula, colador ó barril a través de la acción del gusano contra el orificio de - descarga siendo este ajustable en el cual se obstruye la descarga de la harina en el extremo opuesto de la alimentación.

El colador o jaula de todas las prensas está - constituido por barras planas de acero, las que se colocan a manera de coraza en la periferia del gusano, estando estas sujetas por medio de un sistema de abrasaderas. Las aberturas de entre las barras del colador, a través de las cuales el aceite debe de fluir, pueden ser ajustadas cambiando espaciadores o láminas de diferente grueso colocadas entre las barras.

El gusano de la flecha no tiene rosca continua a excepción de las tres primeras vueltas, sino que debe - de coincidir con el de la vuelta siguiente, para originar así que el material no sea unicamente acarreado y - que ejerza presión solo en la descarga (caso de gusano - con rosca continua). Este dispositivo de rosca abierta - ejerce presión desde la alimentación hasta la descarga.

Se usan dos tipos de gusanos: el primero es el gusano de una sola pieza, el cual presenta el inconveniente que al desgastarse se debe sustituir el gusano. -

El otro tipo es un gasano segmentado el cual presenta la ventaja de un rápido mantenimiento y facilidad de sustituir las piezas dañadas. Estos segmentos pueden ser roscas, con base cilíndrica o cónica (Fig. 5.2)

De acuerdo a la naturaleza del material a procesar, la separación entre las barras del colador varía de .005 a .040 de pulgadas.

Existen en la industria marcas de prensas continuas que son las FRENCH, ANDERSON y ROSE DOMM; MIOG -- (alemana), KRAFF (Alemana) y OLIER (Francesa). Las prensas DUO ANDERSON según figura 3 están constituidas por un colador con gusano vertical, el cual recibe la semilla del cocedor y la prensa ligeramente eliminando menos de la mitad de su contenido de aceite; la pasta parcialmente exprimida pasa posteriormente al colador horizontal en el que se prensa a una presión elevada.

Las prensas DUO tienen unos requerimientos de energía y una capacidad relativamente bajas, toda la energía se aplica satisfactoriamente por un motor eléctrico sobre una caja de engranes la que transmite la energía a ambos gusanos.

El modelo SUPER DUO DE LA ANDERSON, según muestra en la figura 4 es la prensa continua más eficiente y de mayor capacidad, posee dos motores uno de ellos mueve al gusano principal y el segundo acciona al gusano vertical independientemente. Con la aplicación directa de la energía a este gusano se puede regular la velocidad de tal manera que el material se prensa continuamente con gran exactitud. Esta carga continua en el colador vertical desarrolla una presión mayor y más uniforme en la entrada del colador horizontal.

Con ésto se obtiene una pasta más delgada, menos atención de parte del operador y disminuye el desgaste de la prensa.

✓

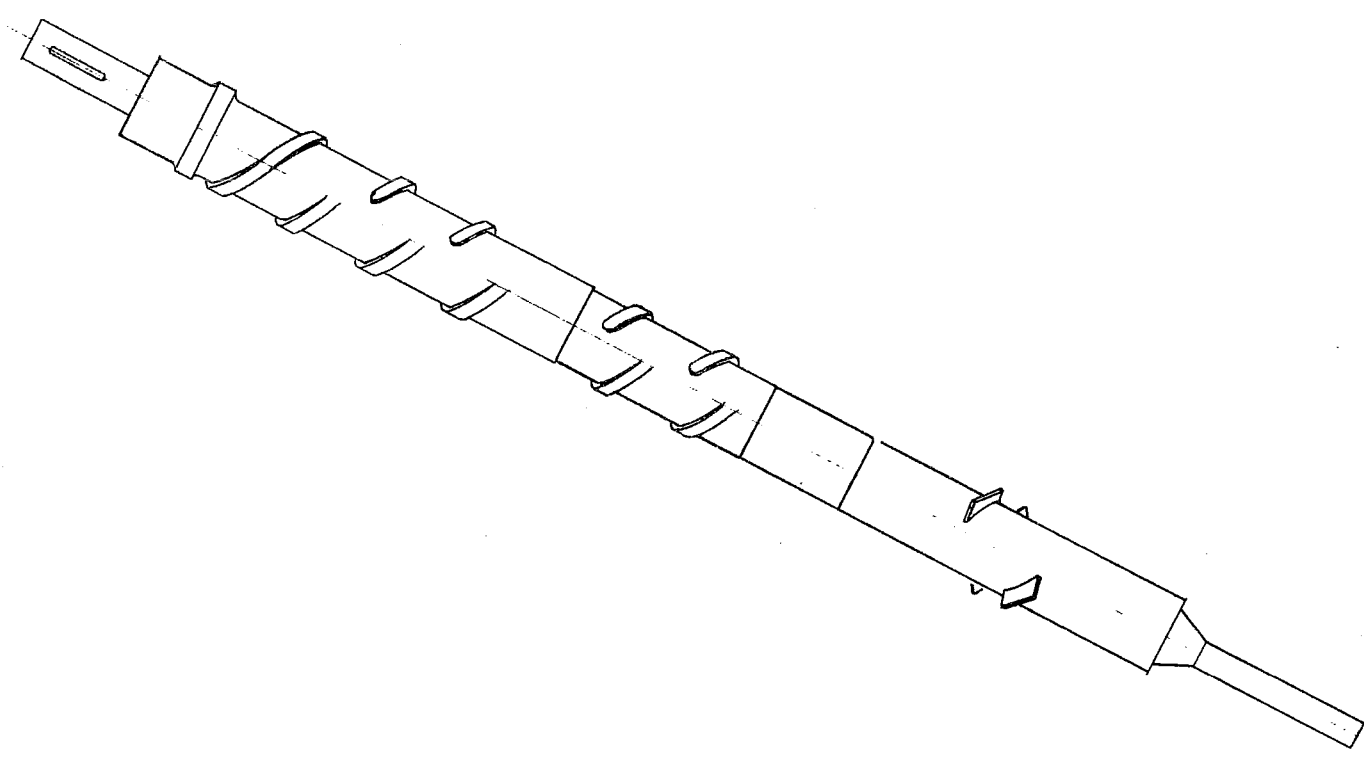
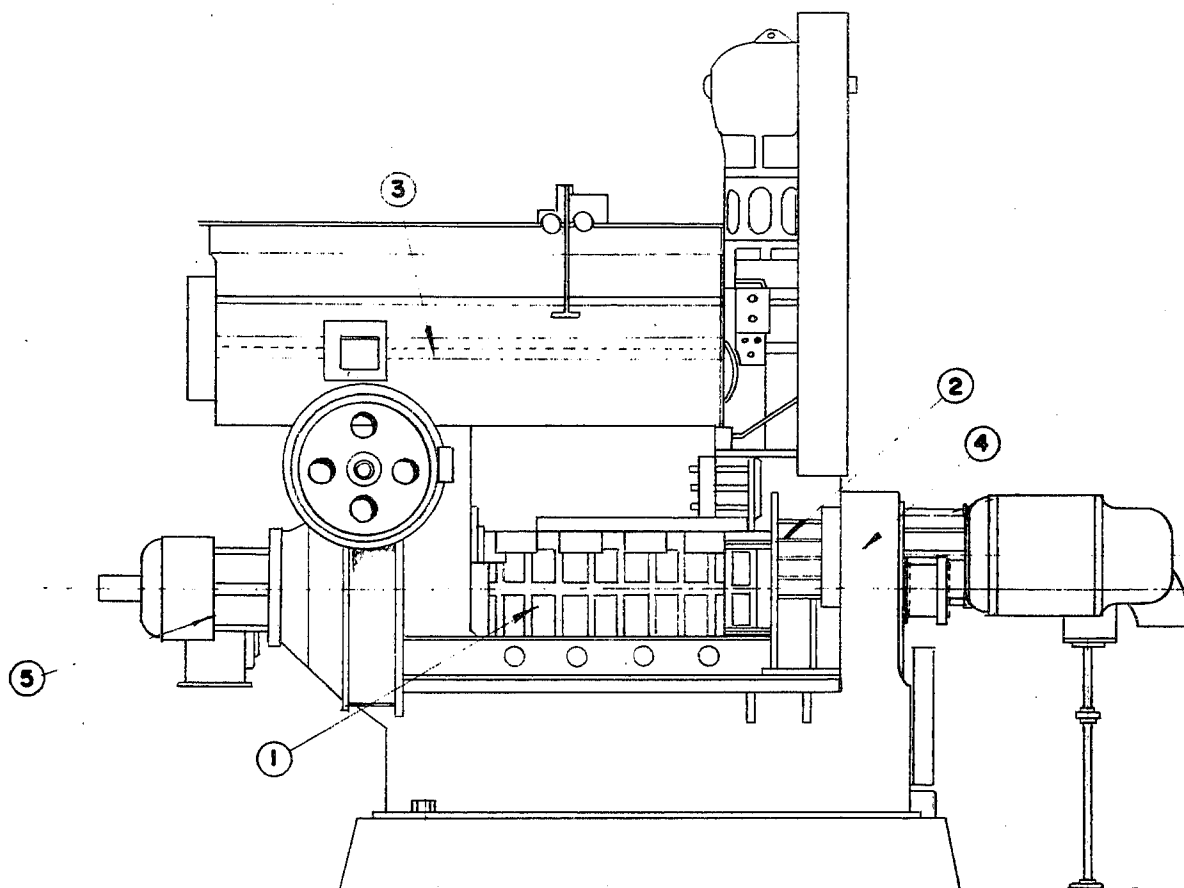


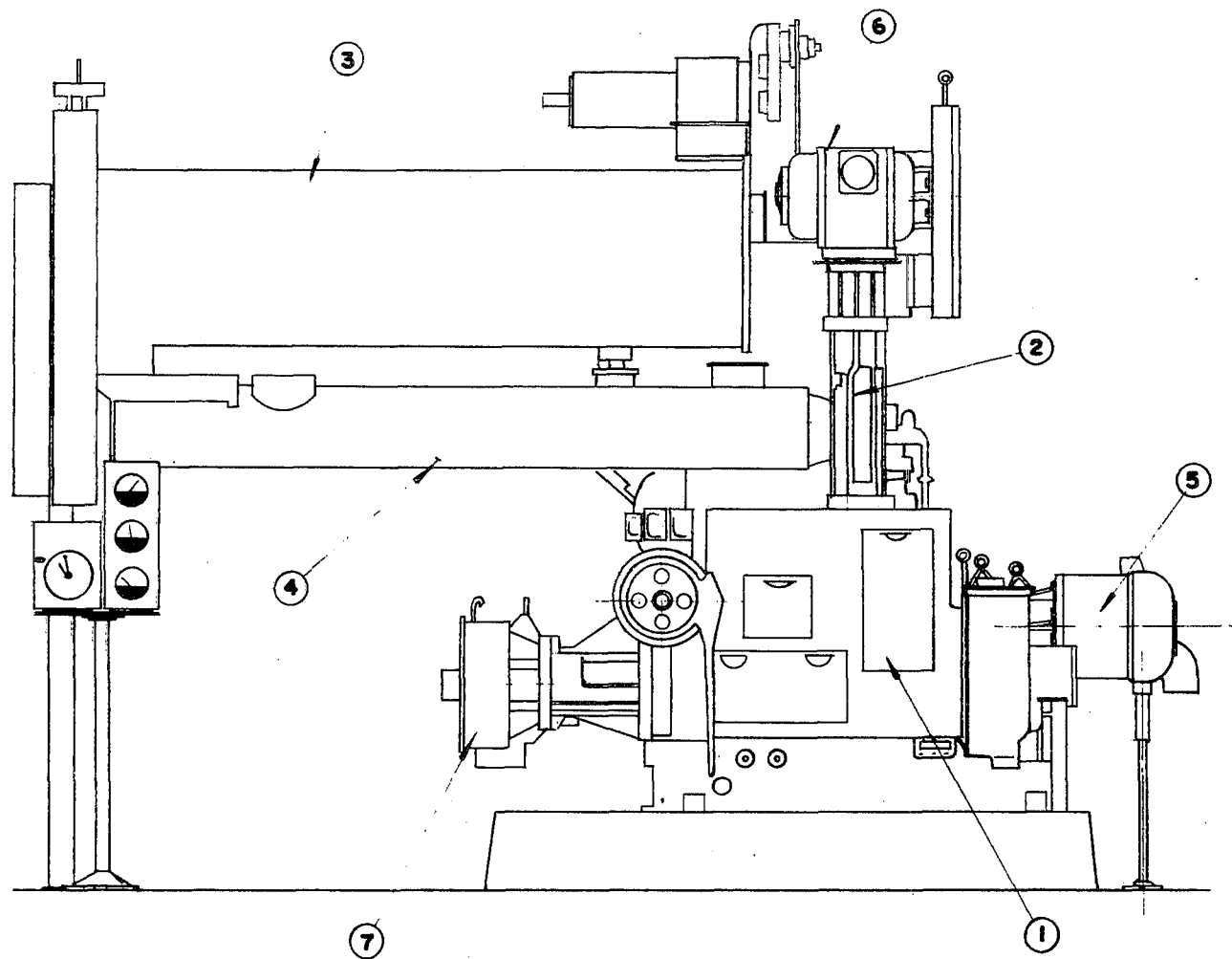
FIG. 5-2 FLECHA DE LA PRENSA CONTINUA



- 1.- COLADOR HORIZONTAL
- 2.- COLADOR VERTICAL
- 3.- ACONDICIONADOR
- 4.- MOTORREDUCTOR
- 5.- DESCARGA DE LA PASTA

FIG. 5-3 PRENSA DUO ANDERSON

Copia 2



- 1.- COLADOR HORIZONTAL
- 2.- COLADOR VERTICAL
- 3.- ACONDICIONADOR 1
- 4.- ACONDICIONADOR 2
- 5.- MOTOR 1
- 6.- MOTOR 2
- 7.- DESCARGA DE LA PASTA

FIG. 5-4 PRENSA SUPER DUO ANDERSON

Esta prensa se recomienda para manejar materiales muy duros, fibrosos, de alto contenido de aceite tales como, copra, coco, babasu, etc.

La prensa modelo RED LION del mismo fabricante es la prensa más pequeña diseñada para plantas de capacidad limitada según se muestra en la figura 5.

Esta máquina está provista de un colador y gusa no horizontal y se distingue por lo simple de su construcción, operación y mantenimiento.

Las prensas continuas arriba descritas tienen sistemas de enfriamiento en los coladores los que se usan como una medida para abatir la temperatura que se genera durante el prensado. Además es de hacerse notar que todas poseen dispositivos para el acondicionamiento del material como parte integral de la prensa.

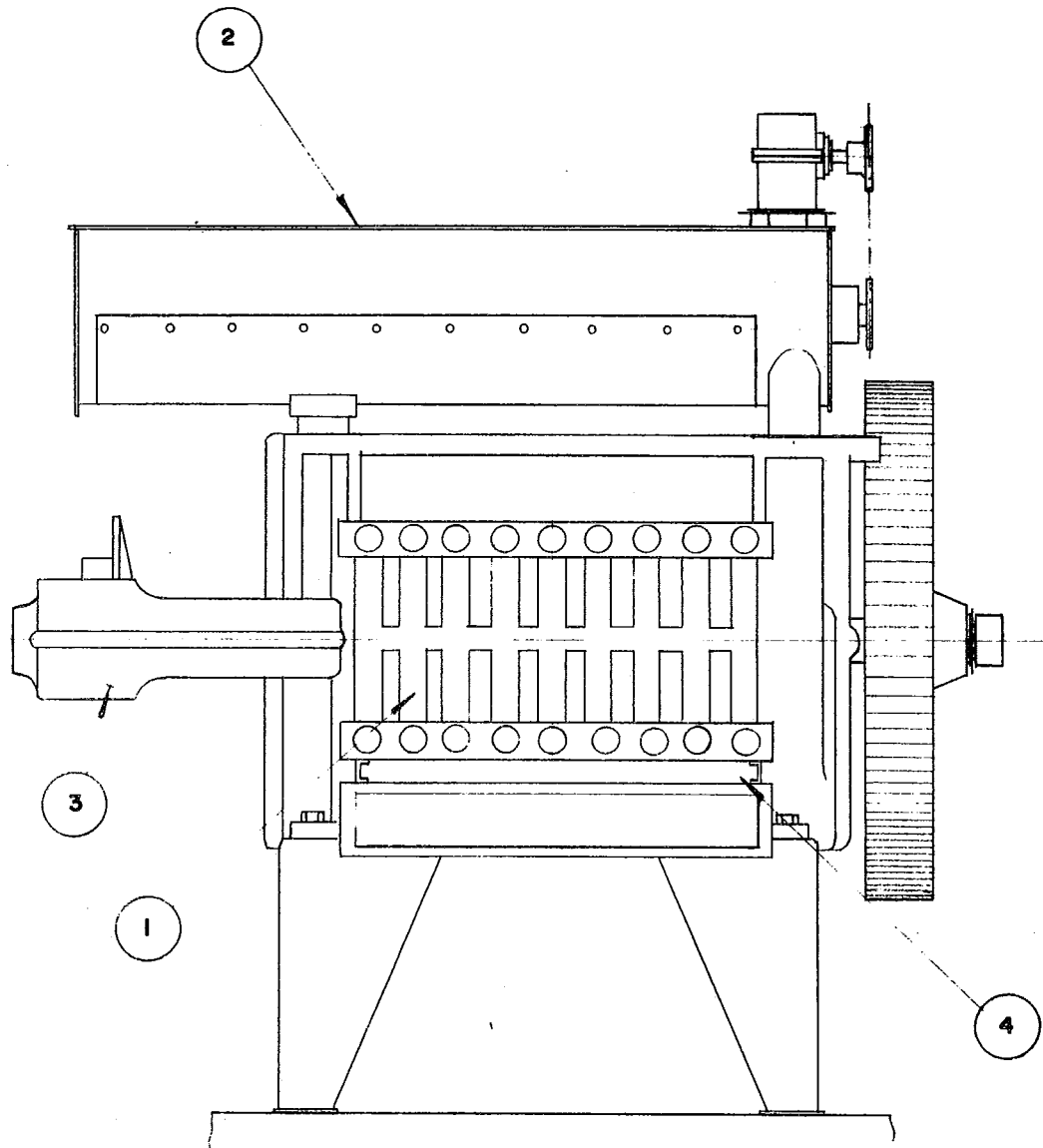
Las capacidades de estas prensas así como el aceite residual en la pasta prensada varía grandemente según el tipo de semilla procesada.

Así para el modelo RED LION, la capacidad de molienda que fluctúa de 3 a 4 tn/día para el ajonjolí con un aceite residual del 5-7% hasta de 8 a 10 tn/día para la semilla de tung como aceite residual del 5-7%.

En las prensas DUO la capacidad fluctúa de 6 a 8 tn/día para el ajonjolí con un aceite residual del 5-7% hasta de 18-20 tn/día para la semilla de tung con un aceite residual de 4 a 6%.

Para las prensas SUPER DUO la capacidad menor es de 10-12 tn/día para ajonjolí con un aceite residual 5 a 6% y la capacidad mayor es de 30-40 tn/día para semilla de tung con un aceite residual de 4-4.5%.

El otro tipo de máquinas son las prensas FRENCH. Las cuales están constituidas de un solo colador y difiere



- 1.- COLADOR HORIZONTAL
- 2.- ACONDICIONADOR
- 3.- DESCARGA DE LA PASTA
- 4.- DESCARGA DE ACEITE

FIG. 5-5 PRENSA RED LION ANDERSON

de las ANDERSON en que el gusano está dividido en 2 secciones las cuales giran a diferentes velocidades. El primer gusano tiene una rotación más rápida que la última sección y está provista de una rosca más alta. Así su acción corresponde a la que hace el gusano vertical de las prensas ANDERSON; recibe la semilla y la prensa a una presión relativamente baja, alimenta la pasta después al gusano más lento donde se termina la separación del aceite mediante el aumento de presión. El sistema de enfriamiento del colador se basa en la circulación de agua a través de canales en los miembros de la jaula.

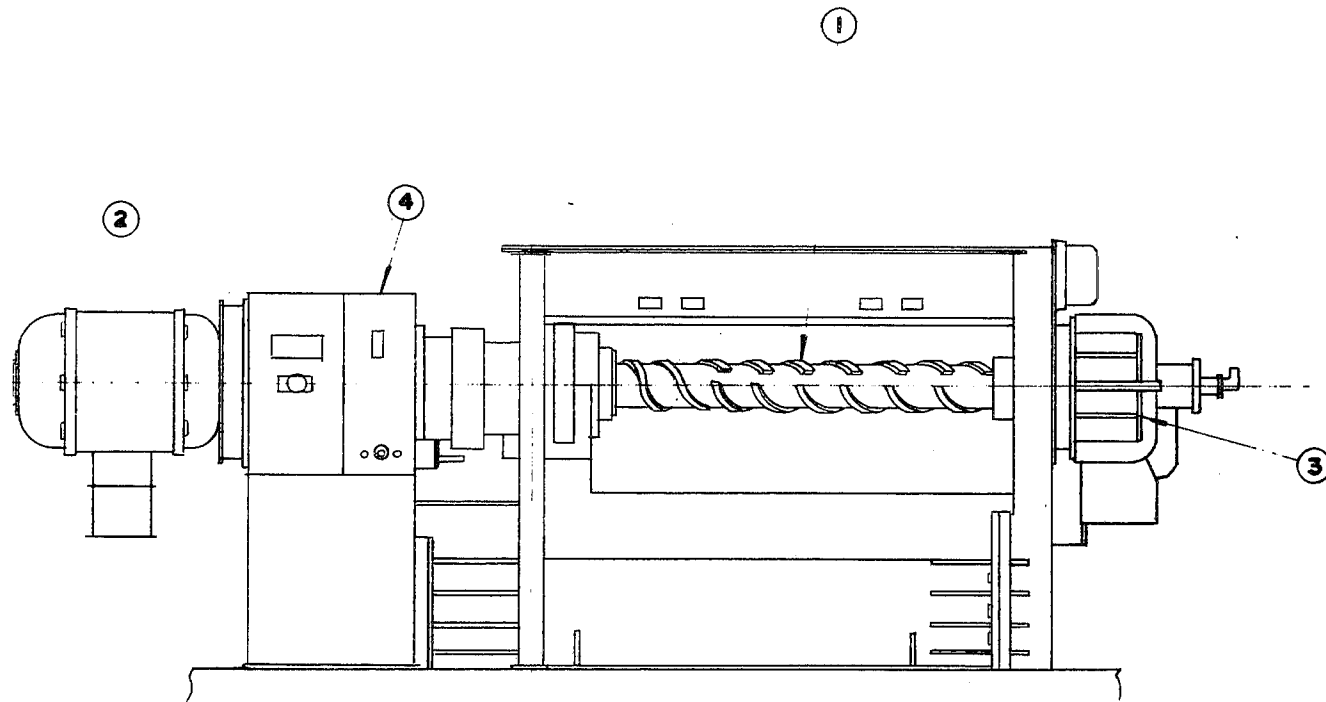
La figura 6 muestra la prensa FRENCH.

El proceso de prensas continuas tiene ventajas abrumadoras sobre el proceso hidráulico, un diagrama de flujo del proceso de prensado continuo para la soya se muestra en la fig. 7. Otras semillas se manejan en forma similar con algunas diferencias en la preparación.

La soya proveniente de los silos previamente limpia pasa por un separador magnético; que está situado a la entrada de un quebrador donde se lamina y se divide de 6 a 8 partes antes de entrar a los acondicionadores.

Si es un acondicionador FRENCH, se debe encontrar la temperatura óptima en el cocedor o acondicionador y mantenerse en un rango de más - menos 5°F. Para la semilla de algodón la temperatura en la charola superior considerada la mejor para la obtención de una buena calidad del aceite es de 190°F. Semillas con gran cantidad de ácidos grasos libres requieren de temperaturas más altas como 200 a 210°F para obtener una pérdida mínima en la refinación.

La temperatura óptima en la charola de la descarga es de 290°F para la soya, para otro tipo de semillas



- 1.- FLECHA
- 2.- MOTOR
- 3.- DESCARGA DE LA PASTA
- 4.- MOTORREDUCTOR

FIG. 5-6 PRENSA FRENCH

copy
✓

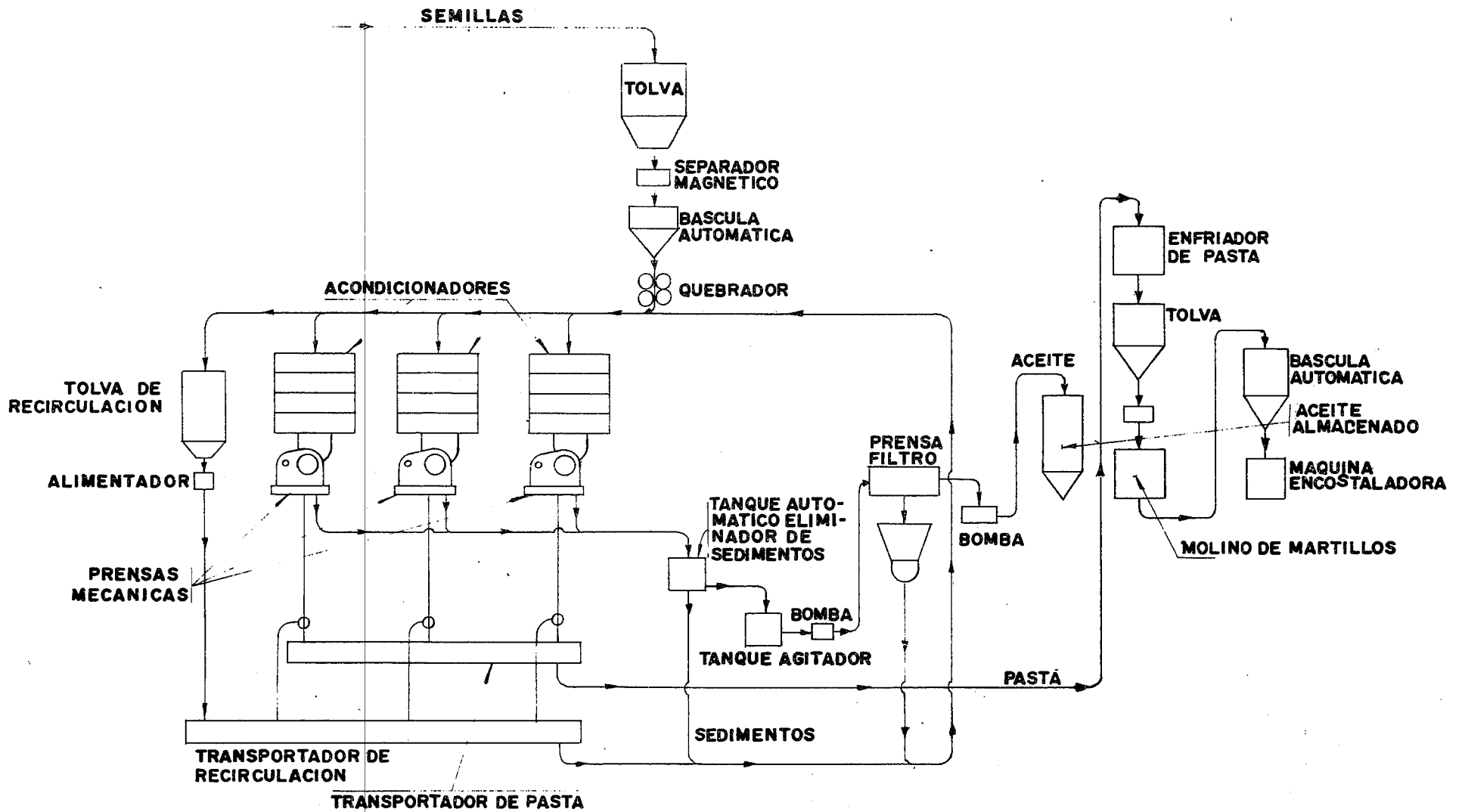


FIG. 5-7 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL Prensado CONTINUO

se pueden tener temperaturas más bajas tales como: 200°F para la copra, 220°F para la semilla de Lino y algodón y 230°F a 240°F para el cacahuete.

La humedad en el material durante el acondicionamiento y antes del prensado es de gran importancia para obtener una buena calidad en el aceite, un mínimo de pérdidas en el refinado y un ligero color del aceite. -- Sin embargo la mayoría de los fabricantes finalmente descartan los instrumentos indicadores de la humedad por el poco mantenimiento que se les dá; controlando unicamente la temperatura para operar a una eficiencia máxima.

Una humedad del 13 al 14% en la charola superior es aconsejable para tener un aceite de buena calidad. La humedad en la charola final, en la descarga varía desde 1.5% para la soya hasta un 3% para la mayoría de las semillas.

En los acondicionadores horizontales usados por las máquinas prensa ANDERSON existen 2 tipos.

El primero y más simple es un acondicionadorabierto el que consiste de una canal enchaquetada para vapor con un sistema de gusano transportador encontrándose en las máquinas RED LION y DUO.

El segundo tipo es el que se encuentra en la máquina SUPER DUO y él consiste en dos cilindros horizontales colocados uno sobre otro, formando dos pasos, están enchaquetados para vapor y poseen un gusano transportador.

Este sistema de acondicionamiento presenta dificultad para controlar de una forma precisa la humedad y temperatura.

El aceite crudo que se obtiene por este proceso de prensa de gusano contiene invariablemente una mayor cantidad de sedimentos o materiales sólidos que el-

aceite proveniente de prensas hidráulicas. Para eliminar estos sólidos las plantas con este proceso están equipadas con mallas y dispositivos de drenaje que separan los sólidos y los recirculan a la alimentación de las prensas. El aceite es generalmente llevado a una filtración final, operación que se realiza en filtros prensa, donde se eliminan pequeñas partículas.

La eliminación de los sedimentos o sólidos del aceite es altamente necesaria, en vista de que la presencia de éstos materiales aumentan las pérdidas del aceite.

C A P I T U L O V I

METODO DE EXTRACCION CON SOLVENTE

6.1.- FUNDAMENTO DEL METODO.

6.2.- PROCESOS DISCONTINUOS.

6.3.- PROCESOS CONTINUOS.

6.3.a.- FRENCH.

6.3.b.- DE SMET.

6.3.c.- LURGI.

6.4.- METODO COMBINADO.

C A P I T U L O VI

6.1.- FUNDAMENTO DEL METODO:

En todos los métodos previamente descritos para procesar material oleaginoso, el aceite se separa de los componentes de la semilla mediante la aplicación de una presión de tipo mecánico. En los diferentes sistemas de extracción con solvente la acción de compuestos orgánicos adecuados sustituye los medios mecánicos.

Como se vió en el capítulo I, la estructura de los aceites, es bastante compleja, sin embargo será suficiente considerar al aceite como un líquido contenido -- dentro de una celda rodeada de paredes flexibles en la - cual se encuentra disperso a través de la pulpa del material oleaginoso.

En este proceso después de que las semillas han sido sujetas a un pre-tratamiento, y laminado el material se sumerge dentro de un solvente en el cual se disuelve - inmediatamente el aceite que ha quedado liberado de sus - celdas a consecuencia de la ruptura de las paredes durante la operación de quebrado o molido. Sin embargo, en este paso del proceso la mayoría de las celdas se encuentran intactas; de tal manera que una gran parte del aceite no estará en contacto directo con el solvente.

La extracción del aceite se realiza por lo tanto, por medio de una difusión del solvente a través de las paredes o membranas de la celda. Tomando en cuenta la diferencia que existe en la concentración de los dos líquidos aceite dentro de la celda y solvente fuera de ella, es factible que ambos líquidos se difundirán lentamente a través de las paredes de la celda, hasta que la concentración de aceite dentro y fuera de ella sea la misma; dicho de otra-

forma se puede suponer que la difusión continuará hasta - que se establezca un equilibrio en la concentración.

Si en ese momento la solución de aceite y sol--vente se reemplaza por solvente puro o por otra solución-- que contenga menos aceite que la anterior, la difusión se realiza una vez más y sigue hasta que se establezca el --equilibrio otra vez. Es fácilmente comprensible que la --concentración de la solución será menor que en la solu---ción precedente.

Teóricamente este proceso puede continuarse in--definidamente; no obstante, en la práctica es incosteable reducir el contenido de aceite de la pulpa menos del 1%.

Un factor que controla la velocidad de la extrac--ción es la resistencia interna de las partículas de la se--milla a la difusión molecular de solvente y aceite. Así,- con la recirculación del solvente, la velocidad con la --cual el aceite se difunde desde el material oleaginoso, - hasta el solvente, es directamente proporcional al área - de la partícula e inversamente proporcional a su grueso - por lo tanto en todos los procesos de extracción por sol--vente el material se lamina antes de sumergirse en el sol--vente. Aún cuando puede ser demostrado que una lámina ex--tremadamente delgada sea la más conveniente; este grueso-- depende de otros factores, usándose en la actualidad grue--so de lámina un poco mayores que los teóricos.

La mayoría de los solventes usados en la extrac--ción del aceite son fracciones ligeras del petróleo recu--peradas del gas natural. Se usan productos nafténicos con--sistentes en su mayoría por ciclo hexano. Existen también las naftas parafínicas de las cuales se puede obtener sol--ventes puros tales como pentano normal, hexano normal, --heptano normal y mezclas de octanos.

De todos éstos solventes el más empleado es el--hexano normal.

Las naftas parafínicas deben de estar totalmente libres de compuestos nitrogenados y sulfurados, así como de hidrocarburos insaturados. Las naftas dejan durante la evaporación un residuo de menos de 0.0016% y son lo suficientemente estables para ser usadas indefinidamente.

La única desventaja en el uso de estos solventes es su extrema inflamabilidad, debiendo tenerse grandes precauciones para evitar explosiones en las plantas donde se emplean.

En la tabla No. 6.1 se muestran características físicas de algunos solventes de mayor uso.

	Fórmula Química	Peso Molecular	gr./ml		p. eb.	Calor latente de vaporización				Presión de vapor atm.	Solubilidad en agua	Solubilidad en alcohol	Solubilidad en éter
			Peso específico			Cp.							
Acetona	$\text{CH}_3 - \text{COCH}_3$	58.55	0.780	25°C	56°C	0.51	7.6	2.12	80°C	oo	oo	oo	
Alcohol Etílico	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46.05	0.785	25°C	78,3°C	0.68	9.4	1.56	90°C	oo	--	oo	
Alcohol Metílico	CH_3OH	32,03	0.786	25°C	64,4°C	0.60	9.1	1.76	80°C	oo	oo	oo	
Eter Etílico	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	74.077	0.707	25°C	34,5°C	0.50	5.15	3.94	80°C	7.42 a 20°C	oo	oo	
Furfural	$\text{C}_4\text{H}_3\text{OCHO}$	96.03	1.15	25°C	161,7°C	0.41	10.30	--	--	8.36 a 30°C	sol.	sol.	
Disulfuro de Carbono	CS_2	76.14	1.26	20°C	46,2°C	0.25	6.4	298 mm	20°C	0.218 a 20°C	oo	oo	
Tricloruro de Etileno	CHCl_2	131.39	1.45	25°C	86,9°C	0.22	7.5	385 mm	65°C	Ins.	Ins.	Ins.	
^H Hexano	C_6H_{14}	86.17	0.6769	4°C	68°C	0.527	6.8	120mm	20°C	Ins.	sol.	sol.	
^H Eptano	C_7H_{16}	100.20	0.7018	4°C	98,4°C	0.504	7.4	35.5mm	20°C	I Ins.	sol.	sol.	

TABLA No. 6.1

6.2.- PROCESO DISCONTINUO

La operación de extracción discontinua se puede definir como un proceso en el cual el material oleaginoso se coloca en un recipiente junto con el solvente dejándose un tiempo de residencia determinado.

Posteriormente el solvente se extrae y el residuo se desecha, después de varias extracciones, hasta que ha alcanzado el contenido de aceite residual deseado.

El proceso discontinuo ha sido de gran importancia en los comienzos de la extracción con solvente debido a su bajo costo inicial, a la posibilidad de procesar cantidades tan pequeñas como de 3 toneladas al día y la facilidad que proporciona una operación intermitente.

En la actualidad el proceso discontinuo se usa muy poco y está limitado a la extracción del aceite de ricino y a plantas piloto con fines de investigación.

En este proceso lo esencial lo constituye el extractor el que puede ser de dos tipos:

10.- Extractor de tipo rotatorio

20.- Extractor de flujo a contracorriente.

El extractor de tipo rotatorio está constituido por un tambor horizontal montado sobre engranes por medio de los cuales puede girar lentamente sobre su eje horizontal. Dentro del tambor se encuentra un colador cubierto por un medio filtrante del largo del extractor y se divide en dos compartimentos uno de los cuales es más pequeño que el otro. El compartimiento más grande recibe una carga de 10 a 12 toneladas de material y 4 000 a 5 000 galones de solvente. Después de que la extracción se ha realizado el solvente se pasa por gravedad al compartimiento más pequeño, de donde se bombea continuamente durante el período de drenaje.

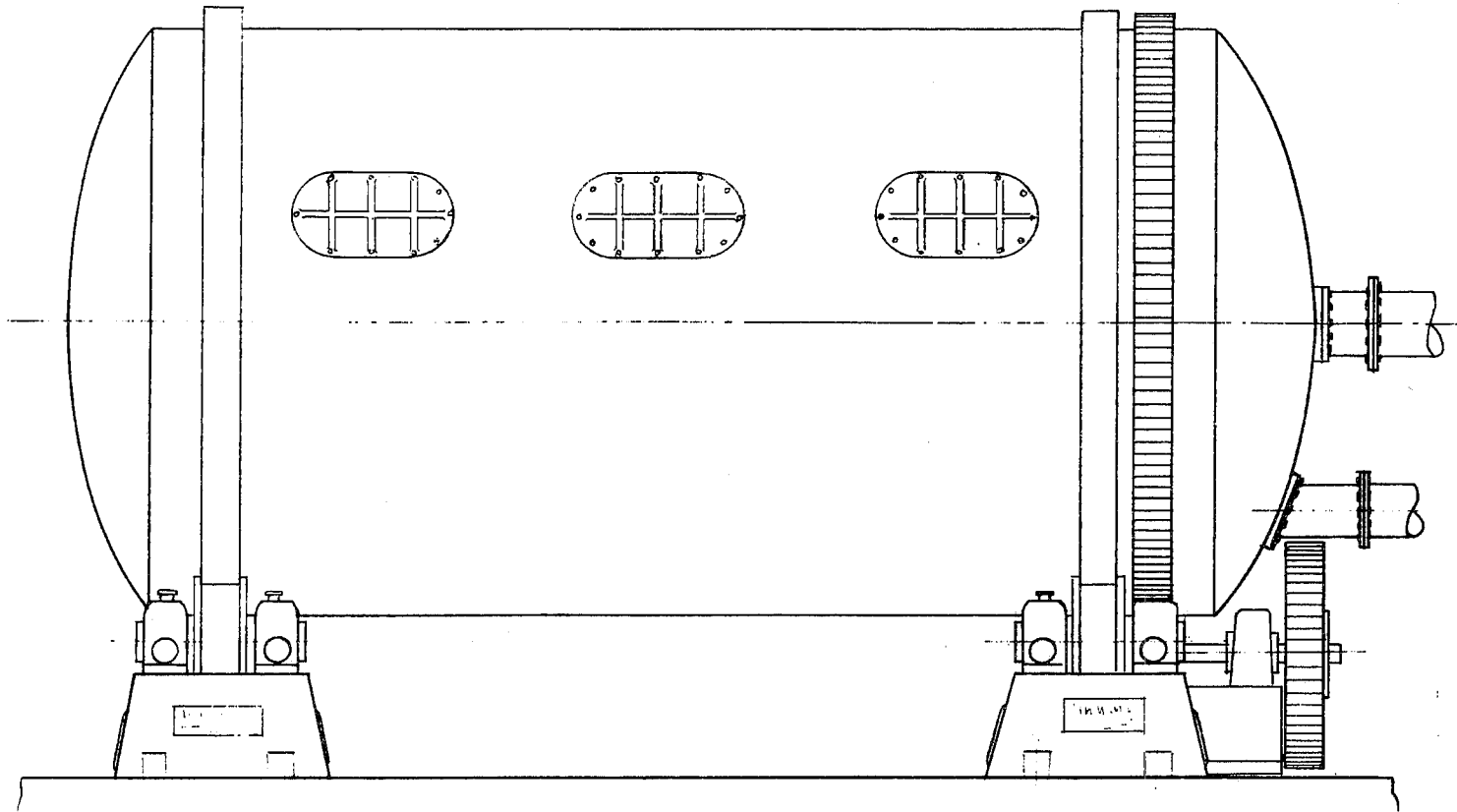


FIG. 6-1 EXTRACTOR DISCONTINUO ROTATORIO

Son suficientes de 5 a 7 extracciones sucesivas para reducir el contenido del aceite hasta 1.5%.

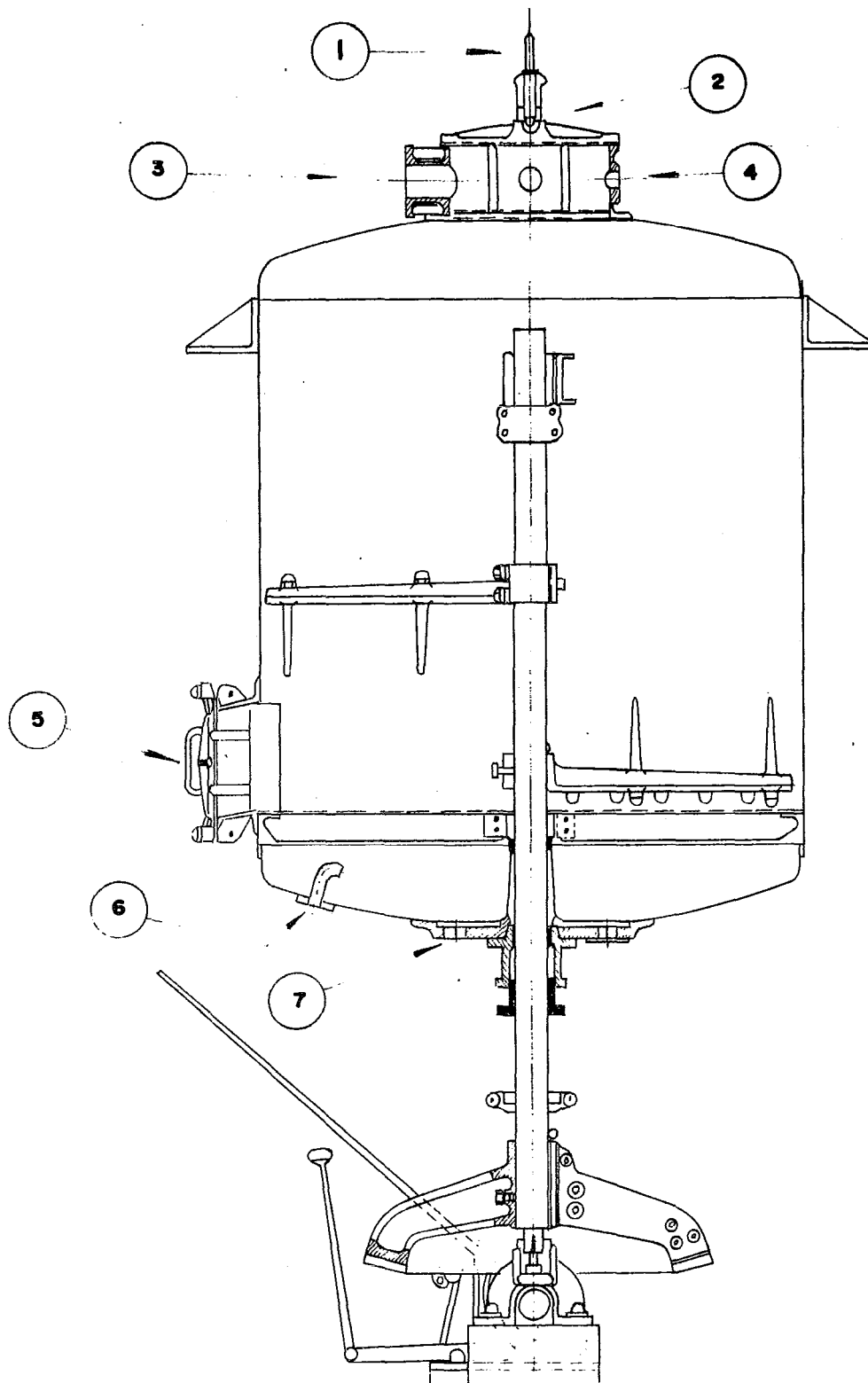
El material se carga a través de una serie de compuertas colocadas en línea longitudinal. La máquina -- inicia su giro hasta que éstas compuertas se encuentren -- totalmente llenas.

El solvente se introduce a través de varias entradas unidas por una tubería. La solución de solventes -- saturada de aceite o grasa la cual se conoce con el nombre de "miscela" se extrae después de pasar por un colador. Algunas veces estos extractores se encuentran enchaquetados para vapor con lo cual evitan la condensación del vapor empleado en la recuperación de las últimas trazas del solvente y así ayuda a obtener un producto residual seco.

Se encuentran extractores de 6 a $8\frac{1}{2}$ pies de diámetro y de 12 a 18 pies de longitud. Tienen una capacidad de 5 a 10 toneladas y su tiempo de operación es de 7 a 12 horas; un buen promedio de tiempo se puede fijar en 10 horas. Los extractores de flujo a contracorriente son como se muestran en la figura 6.2 y se usan en baterías de varios extractores llegando a ser 10 de éstos. Cada uno se llena con disolvente y después de un determinado tiempo -- se vá descargando uno por uno y cargando nuevamente; la -- operación es de tal manera que realiza un flujo a contracorriente.

El proceso discontinuo presenta grandes desventajas las cuales se pueden enumerar de la siguiente forma, según su orden de importancia:

- 10.- Calidad del aceite.- La calidad del aceite extraído es inferior debido a la prolongada ebullición y a una exposición al aire prolongada, ya que los aceites vegetales (Cap. 1), son insaturados ocurre una oxidación-



- 1.-ENTRADA
- 2.-ENTRADA SOLVENTE
- 3.-SALIDA VAPOR
- 4.-VIENTO
- 5.-DESCARGA
- 6.-ENTRADA VAPOR
- 7.-SALIDA DE MISCELA

FIG. 6-2 EXTRACTOR DISCONTINUO A CONTRACORRIENTE PARA OPERACION MULTIPLE

- 20.- Cantidad de aceite recuperado.- El aceite residual en la pasta o harina varía de -- .9% a 1.8% con un promedio de 1.5%.
- 30.- La desolventización de la harina es hecha en el mismo extractor con calentamiento pe riférico con chaqueta de vapor.
Debido a las condiciones estáticas, el material en contacto con las paredes metálicas calientes queda quemado, el material - al centro difícilmente queda desolventizado propiamente.
- 40.- Calidad de la harina.- Las pastas que contienen 1.5% de aceite requieren preparación adecuada para una correcta homogenización y es que es imposible en una planta discontinua, donde las escamas se desintegrarían en polvo en el extractor, lo que hace a la extracción ineficiente y con desperdicios.
- 50.- En una planta discontinua donde existen operaciones manuales es difícil conservar condiciones higiénicas.
- 60.- Consumo de Solvente.- La recuperación de sol vente es deficiente y como resultado existe una pérdida de solvente de 1.5% a 2% por tonelada procesada.
- 70.- Funcionamiento.- En las plantas discontinuas los reactores se cargan y descargan en forma manual.

La descarga de los extractores es una operación peligrosa; el material queda pegado en el extractor y son necesarias operaciones manuales para secar el material -- con todos los riesgos de explosión e intoxicación éste tipo de trabajo realizado en la atmósfera conteniendo Hexano. La seguridad de estas plantas es muy dudosa. Su capacidad por otra parte es limitada ya que si se quiere aumentar la producción se tendrá que aumentar el número de unidades.

6.3.- PROCESO CONTINUO

El proceso continuo para la extracción de aceite por medio de solvente, es un sistema en el cual el material oleaginoso previamente tratado, se alimenta a un recipiente en forma continua. De igual manera a contracorriente se alimenta el solvente puro.

Dicho recipiente o extractor es la principal diferencia que existe entre los diversos tipos de procesos comerciales que se encuentran en la industria.

La extracción con solvente es el proceso más eficiente con que cuenta la industria aceitera por medio del que se obtiene una mayor cantidad de aceite y en consecuencia una pasta o harina con el más bajo contenido de aceite residual. Los sistemas continuos involucran una serie de combinaciones de diferentes operaciones unitarias.

El proceso continuo en forma generalizada incluye los siguientes pasos:

- I.- Preparación del material y laminado para disminuir el tiempo de residencia en el extractor y para lograr una mejor desaceitización.

- II.- Extracción del aceite en un extractor obteniéndose una pasta o harina y la miscela.
- III.- Destilación de la miscela. Obtención del aceite puro y recuperación del solvente.
- IV.- Destilación de la harina.- Obtención de la -harina y recuperación del solvente remanente en la pasta.
- V.- Recuperación del solvente en el aire de escape.
- VI.- Secado de la harina.

Los procesos comerciales no solamente difieren entre si, en lo que respecta al tipo y funcionamiento del extractor, tienen diferencias también en la recuperación del solvente y terminación de pastas.

A continuación se mostrarán en forma simplificada tres procesos comerciales para la obtención de aceite crudo por el método de solvente.

6.3.a.- EQUIPO LURGI.

El proceso de extracción Lurgi consta de un equipo de preparación del material oleaginoso a procesar en un extractor horizontal de células abiertas. Consta también de un equipo de destilación de la miscela, el cual trabaja a presión atmosférica o a un ligero vacío, un equipo de destilación de harina, la cual se realiza en dos pasos por calentamiento y por vaporización directa. La harina obtenida se lleva a un sistema de secado donde se le deja un contenido de humedad adecuada para su conservación. La recuperación del solvente del aire de toda la instalación se realiza por un sistema de enfriamiento con salmuera.

El material preparado se alimenta al extractor por medio de una tolva y un sin fin, los cuales sirven de sello para evitar fugas de solvente.- Se inicia el llenado de las células en forma uniforme, el solvente se alimenta inicialmente puro, comenzando con un lavado del material a la descarga.

El extractor consiste de dos cintas coladoras -- sin fin encima de las cuales se asientan células abiertas. Estas células carecen de fondo y su velocidad es igual a la de las cintas coladoras. Como se aprecia en la figura No. 6.3 existe un reenvío de la cinta superior a la inferior; el material por extraerse se encuentra en reposo en las células y únicamente al final de la cinta superior se cae a la cinta inferior.

Este cambio causa un aflojamiento del material -- evitando de esta forma la eventual formación de canales -- con lo cual se asegura una desaceitización uniforme.

El flujo de solvente en el extractor comienza con solvente fresco a la descarga del material el cual se enriquece al existir un regado uniforme sobre el mismo, -

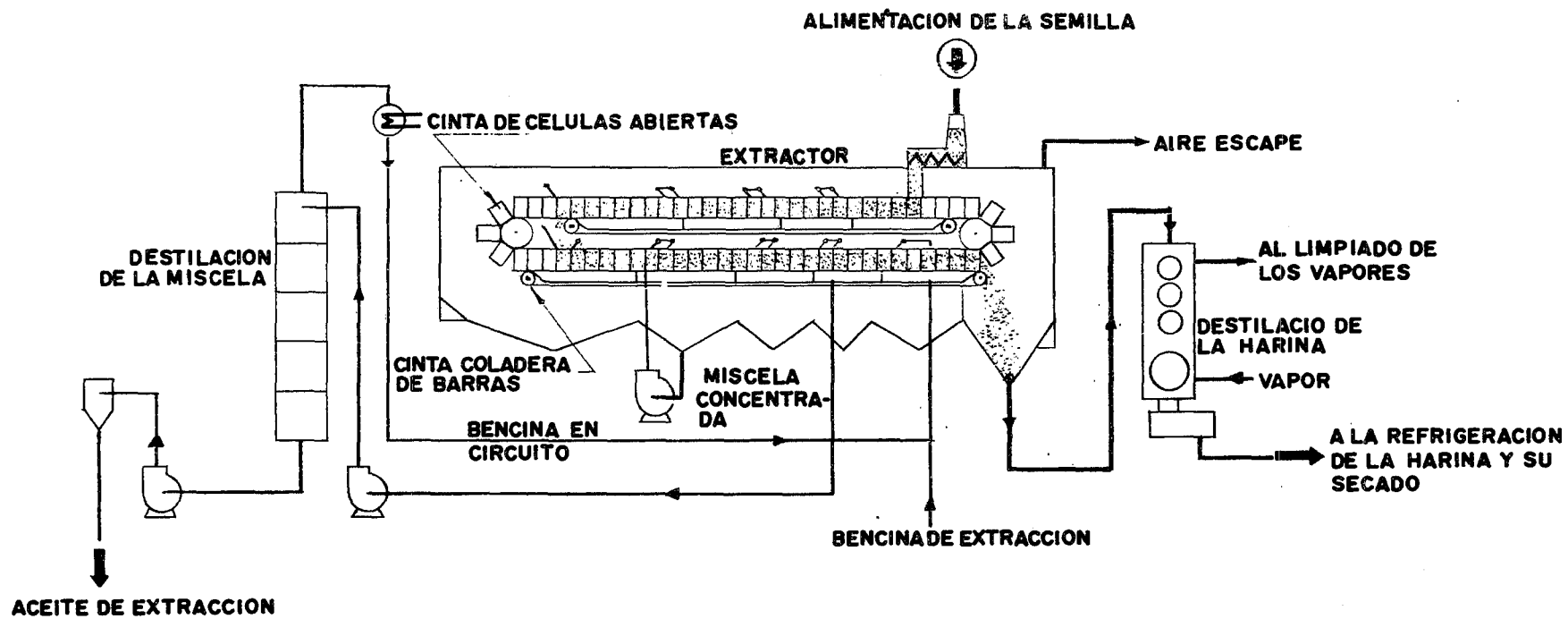


FIG. 6 - 3 EXTRACTOR CONTINUO LURGI.

depositándose la miscela en una tolva del extractor desde la cual es recirculada a las cintas coladoras. Esta operación se efectúa un número de veces igual al número de tolvas, de esta forma se realiza el lavado obteniéndose una miscela altamente enriquecida.

La miscela enriquecida se saca y se realiza un nuevo filtrado a través de una capa de material que ya ha sido lavado varias veces con miscela, la miscela terminada abandona el extractor practicamente libre de impurezas.

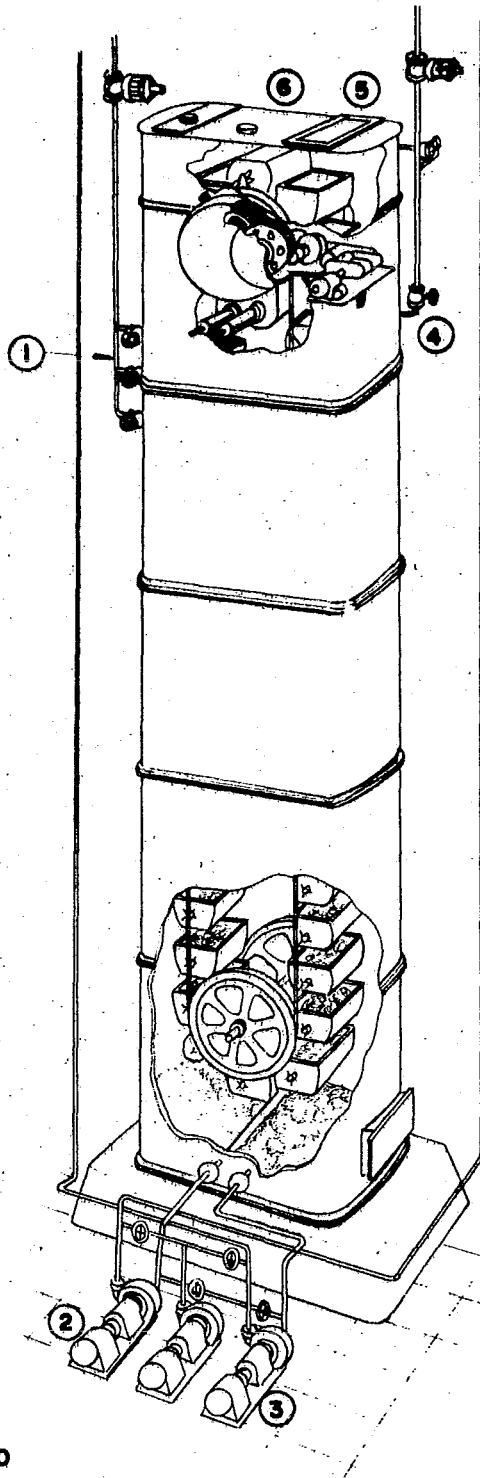
6.3.b.- EQUIPO FRENCH

El proceso de extracción French está formado -- por un sistema de preparación de material; extractores de tipo vertical, un equipo de destilación de harina, equipo de destilación de miscela y recuperación de solvente del-aire por absorción en aceite mineral. Existen 2 extractores verticales French.

El extractor de cangilones consta de un cuerpo vertical, el cual encierra herméticamente un sistema de -- canastas como se muestra en la figura No.6.4.

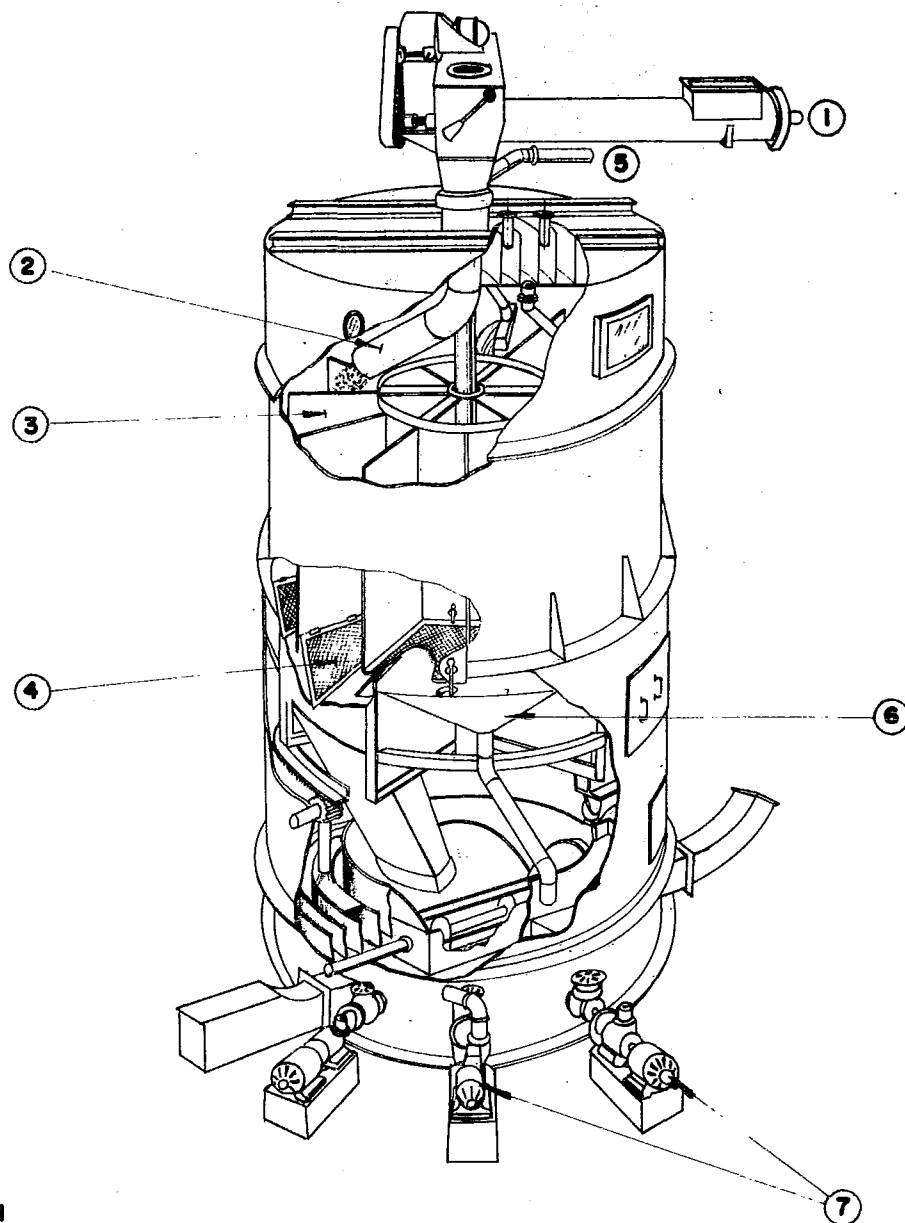
El material oleaginoso se alimenta por la parte superior No. 5 y la harina o pasta sale por el No. 6. El-solvente fresco entra a contracorriente por el No.1. Por medio de la bomba 2 se extrae la miscela de concentración media y la recircula a través de la entrada número 4; la-miscela una vez concentrada se obtiene por medio de la -- bomba 3 de donde se envía a un depósito para su destila--ción.

El extractor de canastas fijas Fig. No. 6.5, es tá constituido por un cilindro vertical dentro del cual -- se encuentran fijas en forma radial las canastas inmóvi--les. El fondo de las canastas está formado por compuertas coladeras.



- 1.- ENTRADA DE SOLVENTE FRESCO
- 2.- BOMBA
- 3.- BOMBA
- 4.- ENTRADA DE LA MISCELA DE RECIRCULACION
- 5.- ENTRADA DEL MATERIAL OLEAGINOSO
- 6.- SALIDA DE LA PASTA

FIG. 6-4 EXTRACTOR DE CANGILONES FRENCH



- 1.- ALIMENTACION
- 2.- DOSIFICADOR
- 3.- CELDAS O CANASTAS
- 4.- COMPUERTAS COLADERAS
- 5.- ALIMENTACION DE SOLVENTE
- 6.- TOLVA RECOLECTORA DE ACEITE
- 7.- BOMBAS DE RECIRCULACION DE SOLVENTE

FIG. 6-5 EXTRACTOR DE CANASTAS FIJAS FRENCH

El material se alimenta por la parte superior - distribuyéndose en las canastas por un sistema giratorio. La pasta o harina extraída se descarga abriendo la com---puerta coladera de la primera celda cargada al inicio del ciclo. El dispositivo mecánico solamente permite que se cargue y descargue una celda únicamente.

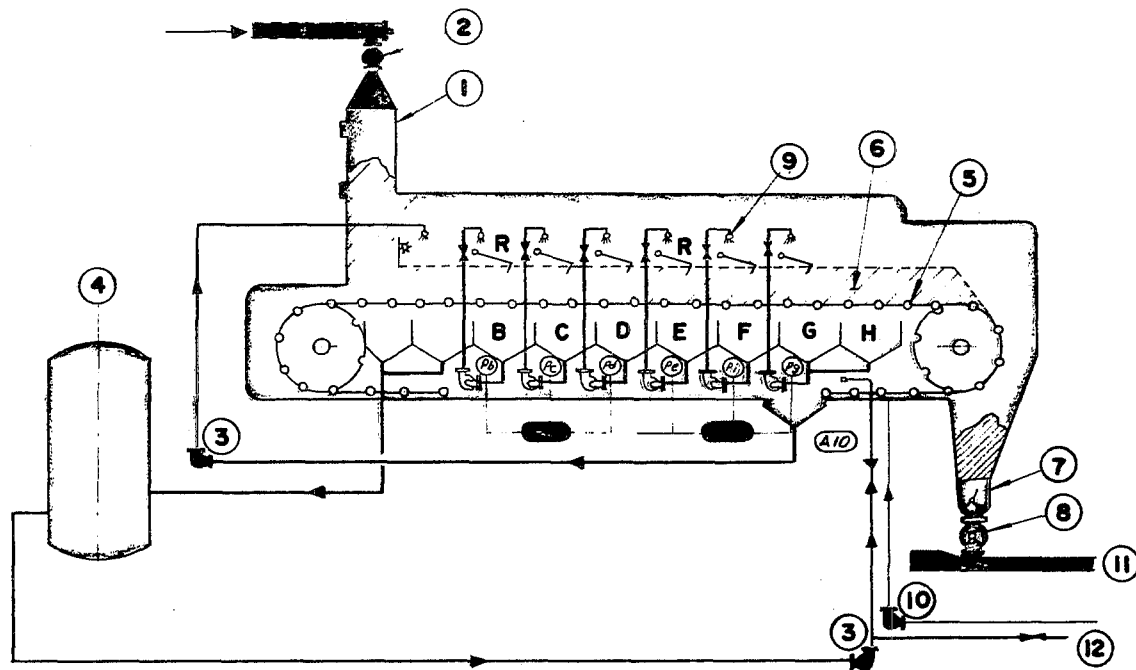
El solvente se alimenta por la parte superior, - recirculándose a través de todas las canastas.- La miscela enriquecida se recoge por medio de una tolva móvil que está situada un paso antes de la descarga del material.

6.3.- EQUIPO DE SMET

El proceso de extracción se Smet, consta de un equipo de preparación de material oleaginoso a procesar, - de un extractor horizontal de banda sin fin en la que se realiza la desaceitización por medio del solvente al formarse una cama en la cual es lavado el material a contracorriente, obteniéndose la miscela y la pasta o harina, - posee además un equipo de destilación de miscela donde se recupera el solvente para su recirculación; un equipo de destilación de harina o pasta, un equipo de secado de la misma y un equipo de recuperación de solvente del aire de escape por medio de la absorción del solvente en un aceite mineral.

El extractor se basa fundamentalmente en una - banda sin fin, constituida de marcos articulados que reposan sobre rodillos y guarnecidos por chapas perforadas recubiertas de telas de acero inoxidable. La cinta transportadora se mueve por medio de un motor de baja potencia con un reductor.

Como se muestra en la figura No. 6.6, las semillas se alimentan a la tolva del extractor por medio de -



1.- TOLVA DE ALIMENTACION

2.- VALVULA ROTATORIA

3.- BOMBAS

4.- DEPOSITO DE MISCELA

5.- CINTA COLADORA

6.- CAMA DE MATERIAL OLEAGINOSO

7.- DISTRIBUIDOR DE SALIDA

8.- VALVULA ROTATORIA

9.- ROCIADORES

10.- BOMBA DE ALIMENTACION DE SOLVENTE PURO

11.- SALIDA DE HARINA

12.- A LA DESTILACION DE LA MISCELA

B, C, D, E, F, G y H.- TOLVAS

Pb, Pc, Pd, Pe, Pi y Pg.- BOMBAS DE RECIRCULACION

R.- RASTRILLOS

FIG. 6 - 6 EXTRACTOR CONTINUO DE SMET

una válvula rotativa la que asegura una aislación completa - del ambiente del solvente que hay en el extractor. Con el material alimentado de esta manera se forma sobre la cinta del extractor una cama de espesor variable según el tipo de material.

La extracción se hace por medio de 10 bombas, el - primer vaciado se hace con la miscela más rica en aceite con un contenido de un 20 a 60% de aceite dependiendo de la cla- se de la semilla, también al principio de la extracción se - agrega la miscela cargada con trozos de harina que provienen de la banda del extractor para ser filtrada en la cama de la semilla. A medida que la semilla avanza el rociado con misce- la es más pobre en aceite haciendo el último rociado con he- xano puro. La extracción se realiza a una temperatura ligera- mente menor a la del punto de ebullición del solvente, traba- jando el aparato con un pequeño vacío, con el objeto de evi- tar fugas de solvente.

Encima de la cama del material existe una serie de aparatos para rociar, que son pulverizadores, ver la figura 6.6, provistos de un dispositivo muy especial que asegura -- una repartición uniforme del solvente.- Por debajo de la cin- ta transportadora correspondiente a los dispositivos de rocío hay una serie de tolvas de recolección (B, C, D, E, F, G, H). Cada tolva alimenta una bomba centrífuga y ésta a su vez ali- menta el rociador correspondiente. El conjunto de las bombas está montado en paralelo sobre un solo eje movido por un mo- tor eléctrico. A continuación de cada sección de rocío hay - una sección de escurrimiento cuya capa superior queda rastrí- llada por un rastrillo R, el cual tiene una doble misión que es: 1o. reestablecer la permeabilidad de la parte superior - de la cama en la que las partículas finas tienden a deposi- tarse por sedimentación. 2o. El obstáculo que oponen los ras- trillos al avance de la sustancia, forma frente a cada ras-

trillo un pequeño talud que separa completamente dos zonas - de rocío, impidiendo así la reunión de miscelas de distintas concentraciones.

La bomba P1 lleva el solvente fresco a la harina - y la somete a un último enjuague. Este solvente se carga ligeramente con aceite al atravesar la cama y se recoge en la - tolva G. La bomba PG lo vuelve a recoger para distribuirlo - en un pulverizador encima de la misma tolva permitiendo así - un rociado más intenso, sin embargo, debido a la llegada continua de solvente fresco por la bomba P1, la tolva G desbor - da en su vecina F, por un **vertedero** de comunicación. La tol - va F y la cama de harina están sometidas al mismo régimen de rociado intensivo permanente por la bomba que le sigue PF. - Pero a esta altura el solvente tropieza con semillas menos - desaceitadas y se carga con más aceite. Los mismo pasa con - cada una de las tolvas E, D, C, y B, cuyo funcionamiento es - idéntico pero con una concentración progresivamente elevada.

La última tolva (L) recibe además el exceso de la tolva B, la miscela de enjuague alimentada por la bomba Pz a través de un pulverizador suplementario colocado sobre la capa encima de la tolva B.

No se trata en efecto de una sencilla circulación a contracorriente, la miscela circula en un circuito cerrado en cada una de las secciones sucesivas y es al desbordar de tolva en tolva que realmente avanza el solvente fresco que - se carga progresivamente, de la primera hasta la última tolva.

En la figura No. 6.7 se muestra el diagrama de flu - jo completo incluyendo el sistema de recuperación de solven - te en la planta.

Los equipos de extracción por solventes mencionados constituyen el 90% de las plantas existentes en el país. Sin

Sin embargo hay otros fabricantes de equipo cuya diferencia principal radica fundamentalmente en el extractor, en consecuencia aparecen un gran número de extractores los cuales - mencionamos en seguida:

- 1.- Extractor Bollman (Canastas).
- 2.- " Hiddebrandt (sin fin en U).
- 3.- " Blaw Knox rotocell (celdas giratorias).
- 4.- " Allis-Chalmers (A contracorriente C/U).
- 5.- " Anderson (inmersión a contracorriente).
- 6.- " Kennedy (De Propelas).
- 7.- " Sherwin-Williams (Molido y lavado - por centrífuga).
- 8.- " Bonotto (Vertical platos de inmersión).
- 9.- " Ford (Sin fin de dos pasos inclinados).
- 10.- " Gianazza (Horizontal de cangilones).

Algunas características funcionales de los equipos presentados son los siguientes:

E Q U I P O L U R G I

- 1.- Acondicionamiento variable.- La velocidad de circulación de la cinta y las cantidades de solvente y del material en circulación pueden ser adaptadas a las propiedades -- del material.

- 2.- Empleo de cintas de células abiertas
- 3.- Traspaso del material de extracción de la cinta superior a la inferior.
- 4.- El material reposa en todo el proceso en un -
baño de solvente o de miscela.
- 5.- La miscela se destila bajo Vacío, para la re-
circulación del solvente.
- 6.- La instalación es de poca altura y de construcción sólida y fuerte.
- 7.- Ningún peligro de obstrucción.
- 8.- Poco desgaste.
- 9.- Se garantiza una desaceitización uniforme.
- 10.- La instalación requiere poco espacio y puede -
ser montada al aire libre o en edificio.
- 11.- Tiene capacidades desde 10 a 1000 ton/día.
- 12.- Garantiza un contenido de aceite residual del-
0.2%.

E Q U I P O F R E N C H

- 1.- Versatilidad de extractores, pueden ser verticales y horizontales, además de canastas fijas -
y móviles, según el material a procesar.
- 2.- Presenta construcción sólida y robusta.
- 3.- La aplicación de una combinación de flujo con-
currente y a contracorriente.

- 4.- La instalación requiere poco espacio y puede estar a la interperie o en edificio.
- 5.- El equipo se diseña específicamente para cada caso.
- 6.- La destilación se hace bajo vacío.
- 7.- Garantiza una textura uniforme en las harinas terminadas.

E Q U I P O D E S M E T

- 1.- Extractor horizontal de cinta
- 2.- Velocidad de la cinta regulable, según el material a procesar.
- 3.- Altura de cama del material variable.
- 4.- Capacidad de 10 a 1200 ton/día.
- 5.- Cuadro automático de mando.
- 6.- Destilación de la miscela al vacío.
- 7.- La filtración de la miscela se realiza simultáneamente en el extractor.
- 8.- Construcción fuerte.
- 9.- Accesibilidad y visibilidad a cualquier punto de la instalación.
- 10.- Se garantiza una desaceitización uniforme.
- 11.- Aceite residual en la pasta de 0.2%

6.4.- PROCESO COMBINADO.

El proceso combinado nos presenta sistemas en los cuales debido al alto contenido de aceite del material oleaginoso se hace necesario someter a la semilla a los dos sistemas de extracción.

De acuerdo al contenido de aceite del material oleaginoso éste se clasifica en tres grupos:

- 1o.- Semillas de bajo contenido de aceite.- Contenidos menos del 20%
- 2o.- Semillas de contenido medio de aceite.- Contenidos entre 20% y 30%.
- 3o.- Semillas de alto contenido de aceite.- Mayores del 30%.

Las semillas de bajo contenido de aceite se procesan por extracción directa con solvente. Este material se puede procesar también en prensas mecánicas, con el inconveniente de que existe una pérdida de aceite sin extraer; esta pérdida lo constituye el aceite residual en la pasta o harina.

El aceite residual depende del material oleaginoso y de la máquina en que se procese, éstos porcentajes son de un 3.5% a un 11.0%.

Para semillas de contenido medio de aceite es recomendable el empleo del método combinado, aún cuando se pueden procesar por el método de extracción directa con solvente.

En el tratamiento para el material de alto contenido de aceite se aplica el método combinado necesariamente.

El método combinado consiste de un prensado previo a una extracción con solvente. El prensado se efectúa con objeto de reducir el contenido de aceite hasta un 18 - 20%. El aceite así obtenido es de gran calidad debido a las condiciones frías de su extracción.

Después del prensado el material se lleva al proceso de extracción con solvente el cual comienza desde su preparación, de donde sale la pasta o harina con un contenido de aceite de 0.3 al 1%.

El método combinado es indispensable para procesar material de alto contenido de aceite, ya que si se emplea -- exclusivamente un prensado existen pérdidas por oxidación y en un alto contenido de aceite residual en las pastas. Al emplear únicamente una extracción con solvente el manejo del material en su preparación se dificulta lo que ocasiona pérdidas en el quebrado y laminado; así mismo, el quebrado y laminado defectuosos afectan la extracción aumentando el tiempo de residencia y por lo tanto, disminuyen su eficiencia.

Las ventajas que presenta el método combinado son las siguientes:

- 1o.- Obtención de aceite frío.
- 2o.- Reducción del mantenimiento de las máquinas de prensado.
- 3o.- Aumento en la eficiencia del proceso.

C A P I T U L O V I I

ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO DE LOS
METODOS DE EXTRACCION MECANICO Y CON-
SOLVENTES

C A P I T U L O VII

ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO DE LOS METODOS DE EXTRACCION
MECANICO Y CON SOLVENTES.

Cálculo de una planta de extracción mecánica para una capacidad de 200 ton/día de semilla de cártamo usando - equipo French:

BALANCE DE MATERIALES

CAPACIDAD DE MOLIENDA	200 ton/día =8330 Kg/hr.
Contenido promedio de aceite en el material :	34.5%
Contenido de aceite residual en la pasta ó harina	4.5%
Total de aceite obtenido:	60 ton/día = 2830 Kg /hr.
Total de pasta ó harina obtenida:	140 ton/día = 5830 kg/hr.

CONSUMO DE VAPOR

Las necesidades de vapor en éste proceso son -- únicamente en el acondicionador para la preparación de la semilla.



Para un acondicionador French el consumo de vapor es de 150 Kg/ton de semilla:

Vapor necesario: 30 ton. vapor /día.

E Q U I P O

- 8 prensas French de 25 ton/día con un consumo eléctrico de 50 HP cada una.
- 4 cocedores French de 6 charolas
- 4 descorticadores
- 4 dosificadores

CONSUMO ELECTRICO

1.- Preparación y descorticado	283 HP = 210 Kw
2.- Alumbrado:	8 Kw
3.- Prensas:	400 HP = 298 Kw
Total:	516 Kw

BALANCE ECONOMICO

Inversión (prensas, cocedores y equipo de acondicionamiento)	\$ 24,000.000.00.
Costo de instalación:	\$ 1,000.000.00.
Inversión de Equipo	\$ 25,000.000.00.

Costo de materia prima \$ 3,00 Kg. de semilla

Costo de 6,000 ton. semilla/mes \$ 18,000.000.00

Costo del proceso mensual:

a).- Energía Eléctrica \$ 0.30 kw \$111,500.00.

b).- Vapor \$ 20.00 ton a 120 psi. \$ 18,000.00.

c).- Mano de obra 8 obreros/turno
a \$50.00 \$ 36,000.00.

d).- Mantenimiento \$ 75,000.00.

TOTAL: \$240,500.00.

Costo de producción: \$ 18,240.500.00.

El valor de los productos obtenidos por éste -
proceso es:

Producción de aceite mensual: 1800 ton.

Precio por Kg. de aceite crudo: \$ 8.70

Valor del aceite: \$ 15,660,000.00

Producción de harina mensual 4200 ton.

Precio de la harina 22% protefina

y 4.5% de aceite residual \$ 0.90

Valor de la harina: \$ 3,861.000.00.

El cálculo de la planta se basa en el proceso de extracción De Smet con una capacidad de 200 ton/día de molienda.

BALANCE DE MATERIALES:

a).- Balance del material Oleaginoso.

Capacidad de molienda: 200 ton/día ó
8330 Kg/hr.

Contenido de aceite del material 34.5%

Contenido de aceite residual en
la pasta: 0.5%

Total de aceite obtenido: 68 ton/día ó
2830 Kg/hr.

Pasta ó harina obtenida: 132 ton/día ó
5500 Kg /hr.

b).- Balance del solvente:

Concentración del aceite en -
la miscela: 27% en peso

Cantidad de miscela obtenida: 252 ton/día

Hexano contenido en la miscela: 184 ton/día

CIRCUITO DE LA MISCELA

La recuperación del solvente de la miscela se efectúa mediante varios pasos de destilación.

La miscela tiene una concentración del 27% en peso de aceite o sea para:

68 ton/día = 2830 Kg/hr. de aceite

Solvente en la miscela: 7,660 Kg.Hexano/hr.

En la sección economizadora de vapor se destila la miscela que son: 10,490 Kg/hr. En éste primer paso se recupera el 75% del total de hexano en la miscela.

Miscela entrando: 2,830 Kg aceite/hr + 7,660 Kg. hexano/hr.

Miscela saliendo: 2,830 Kg aceite/hr + 1,915 Kg. hexano/hr

Hexano recuperado: 5,745 Kg/hr.

El calentamiento se realiza con vapores provenientes del desolventizador-tostador a una temperatura de 50°C con un vacío de 245 mm de mercurio.

El segundo paso de la destilación se realiza en un evaporador con calentamiento por medio de vapor indirecto.

Aquí se recupera el 89% del hexano que entra.

Miscela entrando: 2,830 Kg. aceite/hr + 1,915 Kg. hexano/hr.

Miscela saliendo: 2,830 Kg. aceite/hr + 210 Kg. hexano/hr.

Hexano recuperado: 1,705 Kg/hr.

En el tercer paso la destilación se realiza en un calentador donde se recupera el 66% del hexano.

Miscela entrando: 2,830 Kg. aceite/hr + 210 Kg. hexano/hr.
Miscela saliendo: 2,830 Kg. aceite/hr + 71.2 Kg. hexano/hr.
Hexano recuperado: 138.8 Kg.

La evaporación se hace por medio de vapor vivo - el aparato está provisto de un serpentín para vapor con el objeto de mantener la temperatura.

El cuarto paso se realiza en un calentador donde se recupera el 72% del hexano.

Miscela entrando: 2,830 Kg. aceite/hr + 71.2 Kg. hexano/hr.
Miscela saliendo: 2,830 Kg. aceite/hr. + 19.95 Kg. hexano/hr.
Hexano recuperado 51.15 kg.

El calentamiento se hace por medio de vapor vivo e indirecto.

El quinto paso de la destilación es un calentador con vapor indirecto y vapor vivo. Se recupera el 86%.

Miscela entrando: 2,830 Kg. aceite/hr + 19.95 Kg. hexano/hr.
Miscela saliendo: 2,830 Kg. aceite/hr. + 2,77 Kg. hexano/hr.
Hexano recuperado: 17.18 Kg.

El último paso se realiza también por inyección de vapor directo y calentamiento exterior con serpentín.

Miscela entrando: 2,830 Kg.aceite/hr. + 2.77 Kg.hexano/hr.

Aceite saliendo: 2,830 Kg.

Hexano saliendo: 2.77 Kg.

CIRCUITO DE GASES DE HEXANO.

Los gases son aspirados por un eyector que aspira los gases del tostador a través de todo el circuito de recuperación del hexano, asegurando al mismo tiempo un ligero vacío en el desolventizador-tostador y en el extractor para evitar fugas de solvente.

Vapores de hexano: 2.77 Kg/hr + 17.18 Kg/hr.

= 19.95 Kg. hexano/hr. + vapores de agua.

CALCULO ESTIMATIVO DE LOS CONSUMOS DE VAPOR

En el proceso De Smet se ha encontrado que para moler semilla de cartamo existe una relación de 840 Kg. de vapor/ 1 ton de material a procesar, por lo tanto el requerimiento de vapor para toda la planta es de: 7 ton. de vapor/hr.

Este vapor se emplea en diversos circuitos los cuales son:

- 1.- Circuito de la pasta
 - a).- Preparación de la semilla
 - b).- Extractor (calentamiento)
 - c).- Destilación de la harina.
- 2.- Circuito de la miscela.
 - a).- Equipo de destilación.

- b).- Pérdidas en tuberías.
- 3.- Circuito de Gases incondensables.
 - a).- Lavado de gases.
 - b).- Eyectores de vacío.
 - c).- Recuperación de incondensables.

C O N S U M O E L E C T R I C O

I.- Preparación, descorticado y transportes.	283 HP = 210 Kw.
2.- Alumbrado.	16 Kw
3.- Acondicionamiento	203 HP = 152 Kw
4.- Extracción	69 HP = 52 Kw
Total	430 Kw

B A L A N C E E C O N O M I C O

Inversión (planta paquete)	\$ 28,000.000.00
Instalación.	\$ 2,000.000.00
Inversión de Equipo	\$ 30,000.000.00
Costo de materia prima:	\$ 3.00 Kg. de semilla
Costo del proceso mensual:	
a).- Energía eléctrica	
\$0.30 Kw	\$ 93,000.00
b).- Vapor	
\$20.00 ton.	\$ 72,000.00
c).- Mano de obra	

3 obreros/turno	
a \$80.00 c/u	
1 técnico	\$ 28,000.00.
d).-Mantenimiento	\$ 30,000.00.
Total	\$223,000.00.

Costo de producción mensual: \$ 18,223.000.00.

El valor de los productos obtenidos por este proceso es:

Producción de aceite mensual: 2 040 ton.

Precio por Kg. de aceite crudo: \$8.70

Valor del aceite: \$ 17,748.000.00

Producción de harina mensual: 3,960 ton.

Precio de la harina: 22% proteína: \$0.75 Kg.

Valor de la harina: \$ 2,270.000.00

Valor total: \$ 17,748.000.00 + \$2,270.000.00 =

* \$ 20.018.000.00

Utilidad marginal mensual:= Ventas - Costos de Producción

Utilidad marginal = \$ 20,018.000.00 - \$ 18,223.000.00

= \$ 1,795.000.00

Haciendo una comparación de las utilidades marginales de los dos procesos, las cuales son de \$ 1,280.500.00. para el sistema mecánico y \$ 1,795.000.00 para el sistema - por solventes, se vé una diferencia de \$ 514.000.00 mensuales a favor del proceso con solventes; por lo tanto se deduce que el proceso con solventes es más costeable.

La comparación de los dos procesos se hace en base a las utilidades marginales, las que se toman de los costos directos de producción y en apariencia son elevadas, -- por la dificultad de calcular las rentabilidades totales de las plantas, ya que ésto implica el cálculo de los gastos - fijos e inversiones adicionales que salen del enfoque de este trabajo.

Los gastos fijos comprenden:

- 1).- Depreciación del equipo
- 2).- Impuestos
- 3).- Gastos administrativos
- 4).- Seguros
- 5).- Gastos de propaganda
- 6).- Gastos de transportes.

Las inversiones adicionales se omiten por ser --- iguales para ambos procesos. Estas son: Sistemas de almacenamiento de aceite crudo y bodegas para el subproducto.

2X

C O N C L U S I O N E S

De los métodos existentes para la obtención de - aceite crudo a partir de materiales oleaginosos, el método más eficiente y costeable es el de extracción con solventes; por medio del cual se obtiene un mayor agotamiento del mate rial.

Sin embargo la práctica demuestra que para plan-- tas de capacidades menores de 30 ton/día de molienda, es re comendable el uso de prensas mecánicas continuas, por las - siguientes ventajas:

- 1a.- Baja inversión inicial.
- 2a.- Facilidad de operación.
- 3a.- Bajos costos de operación tales como:
 - a).- Menor supervisión de mano de obra.
 - b).- Menor consumo de vapor.
 - c).- No hay pérdida de solvente
- 4a.- No requiere de dispositivos especiales de se-
guridad.
- 5a.- El equipo tiene menor depreciación.
- 6a.- Instalación simple.

Unicamente en costos de energía eléctrica, manteni- miento, valor de los productos obtenidos y rendimiento; la ex tracción con solvente, tiene ventajas sobre la extracción me- cánica.

Debido a que las fábricas de aceite no procesan un solo material y considerando la desventaja que presenta el método de extracción con solventes para procesar materiales de alto contenido de aceite es necesario el empleo del método combinado el cual se usa en la mayoría de las plantas de capacidad mayor de 50 ton. en el país.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Bailey E. Alton.- Industrial Oil and Fat Products.
Interscience Publishers Inc. 1945.
- 2.- Markley S. Klare. Fatty Acids.
Interscience Publishers, Inc. 1960. Parte I
- 3.- Mehlenbacher C.V.- Análisis de grasas y aceites.
Ediciones Urmo. 1970.
- 4.- Cofield P.E.- The Solvent Extraction of Oilseed
Georgia Institute of Technology. 1950.
- 5.- Official and Tentative Methods of the American Oil
Chemists' Society.- 1970.
- 6.- Journal of the American Oil Chemists' Society.
Septiembre, 1966.
- 7.- Hutchins B.R.- Processing of Oilseeds and Nuts by
Hydraulic and Mechanical Methods.- The Journal of
the American Oil Chemists' Society.- Octubre. 1949.
- 8.- Hutchins P.R.- Processing Control of crude Oil ---
Production from Oilseeds.- The Journal of the Ame-
rican Oil Chemists' Society.- Volúmen 45, No. 11.
- 9.- Hutchins P.R.- Solvent Extraction including Seed -
Pretreatment.- The Journal of the American Oil Che-
mist' Society.- Octubre. 1956.

10.- Extracting Vegetable Oils.- The V.D. Anderson Co.
Cleveland, Ohio.

11.- Manual de Equipo Lurgi.- Frankfurt, Alemania.

12.- Extracción por disolvente De Smet.- Amberes, Bélgica.

13.- Manual de Equipo French.- The French Oil Machinery -
Co., Piqua, Ohio. USA.