

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

“ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA ELABORACION DE ACEITE DE SEMILLA DE NABO”

T E S I S
Que para obtener por el título de:
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a
MARIA DEL CARMEN VALDEZ ELIAS GONZALEZ

México, D. F.

359

1975



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CLAS. Tesis
AÑO. 1975
FECHA
PROC. M. J. M. J. 339



QUÍMICA

A mis queridos padres

Sr. Guillermo Valdez de la Q.

Sra. Cruz Amalia Elías G. de Valdez

Con cariño a mis hermanos.

Yoly , Tere , Maly

Ramón , Guillermo y Billy.

A las Familias

Valdez de la Q.

Elías González

Con profundo agradecimiento a;
mi tío Sr. Hermenegildo Rodríguez V.
y al Sr. Fernando Campillo G.

A mis maestros y amigos.

Al honorable jurado.

A los Srs. Dn. Santos Puente M.
y Pedro Puente Del Campillo por
la valiosa colaboración para es
te estudio.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA :

PRESIDENTE	ING. ENRIQUE GARCIA GALEANO
VOCAL	ING. GUILLERMO CARSOLO PACHECO
SECRETARIO	ING. RUBEN BERRA GARCIA COSS
1er. SUPLENTE	ING. MARIO RAMIREZ Y OTERO
2o. SUPLENTE	ING. GILBERTO VILLELA TELLEZ

Sitio donde se desarrollo el tema :

" PRODUCTOS PUENTE S. A. "

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE QUIMICA .

Sustentante :

MARIA DEL CARMEN VALDEZ ELIAS GONZALEZ _____

Asesor del tema:

ING. ENRIQUE GARCIA GALEANO _____

I N D I C E

Introducción	I
CAPITULO I	
Generalidades	2
CAPITULO II	
A.- Almacenaje de la semilla	9
a.- Recepción	
b.- Almacenaje y problemas relativos.	
c.- Depósitos para oleaginosas	
B.- Secado de la semilla	13
a.- Fenómeno Físico	
b.- Humedad Absoluta y relativa del aire.	
c.- Temperatura de bulbo húmedo Temperatura de bulbo seco Higroscopia	
C.- Preparación y acondicionamiento	17
a.- Limpieza de la semilla	
b.- Molienda	
c.- Tratamiento térmico	
d.- Acondicionamiento	
e.- Equipo empleado para la preparación y acondicionamiento	
CAPITULO III	
A.- Extracción del aceite	19
a.- Extracción de aceite por prensado (Expeller)	
b.- Extracción de aceite por disolvente	
CAPITULO IV	
A.- Refinación o Neutralización del Aceite	27
a.- Generalidades	
b.- Equipo	

CAPITULO V	
A.- Decoloración de aceites	30
a.- Introducción	
b.- Tierras decolorantes	
c.- Carbón activado	
d.- Tratamiento del aceite antes- de la decoloración	
e.- Decoloración	
CAPITULO VI	
Filtración de aceites	39
a.- Tipos de filtros	
b.- Equipo	
CAPITULO VII	
A.- Deodorización de aceites	41
a.- Generalidades	
b.- Tipos de Deodorizadores	
CAPITULO VIII	
A.- Envase del aceite	51
a.- Generalidades	
CAPITULO IX	
A.- Análisis químico	53
a.- Métodos de análisis	
b.- Resultados y conclusiones	
CAPITULO X	
A.- Estudio Económico	65
a.- Costo de la planta	
b.- Costo por Kg. de aceite elaborado.	
CAPITULO XI	
A.- Conclusiones	73
Apendice A-1	
Diagramas de proceso	
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION.

En los tiempos actuales de avances tecnológicos-- extraordinarios y de maravillas científicas inimaginables, al-- terminar la carrera sentimos abrirse ante nosotros un campo de actividad ilimitado. En cierto modo, ésto podría significar un problema en cuanto a la elección de especialidad. Sin embargo, derivada de una corta experiencia adquirida trabajando en la-- rama de aceites, particularmente me he decidido a desarrollar-- esta Tesis con un tema relacionado.

Resulta altamente estimulante el comprobar que -- los avances técnicos se suceden ininterrumpidamente y que los-- campos para la investigación y la tecnología son cada vez más-- amplios. Vivimos en una era en que la Ciencia representa la so-- lución a las demandas cada vez más exigentes de la vida moder-- na.

Presento un estudio y semblanza de los últimos a-- vances en la investigación y en la industrialización tecnológi-- ca de una oleaginosa, la semilla de nabo, en evidente desarro-- llo, y que, sin lugar a dudas, representará un elemento impor-- tantísimo en la producción mundial de aceites comestibles.

GENERALIDADES.

La semilla de nabo de la familia de las crucíferas, presenta dos variedades conocidas con los nombres de Brassica Napus llamado Nabo Colza, o Nabo Argentino y Brassica --- Campestris o Nabo de Raíz Comestible.

La semilla de la planta de nabo está contenida--- en una vaina conocida con el nombre de sessile silique, la semilla tiene una forma redonda de un diámetro entre uno a tres--- milímetros de colores amarillo, café rojiso y negro dependiendo de su lugar de cultivo.

La semilla de nabo contiene una parte externa que representa del 15 al 20% del peso total de la semilla, y otra--- estructura embrionaria principalmente hipocotílica, también tiene un endosperma muy pequeño. El aceite y la proteína no están distribuidos igualmente entre las diferentes partes de la semilla, por ejemplo la parte externa de la semilla tiene aproximadamente 15% de aceite, 15% de proteína y casi 30% de fibra cruda, mientras que el resto de la semilla contiene de un 45 a 47% de aceite, un 28 a 30% de proteína y solamente un 3% de fibra--- cruda. Como una consecuencia del alto contenido de aceite en la semilla de nabo el nivel normal de humedad es de entre generalmente el 6 y 8%. Los datos que se dan de los diferentes contenidos de los constituyentes de la semilla de nabo se obtienen a--- partir de semillas enteras y no analizando las diferentes partes de la semilla, son interesantes por dos razones, la semilla es biológicamente diferente en sus partes, la parte externa de la semilla contiene tejidos endotérmicos, mientras, que los cotiledones tienen tejidos embrionarios, estas diferencias son importantes cuando se estudia el contenido de un determinado componente. En el proceso industrial es posible quitar la parte externa de la semilla si se desea por ejemplo en la preparación--- de harina de semilla de nabo o concentrado de proteína.

El aceite de semilla de nabo está compuesto principalmente por cerca de un 95% a 98% de triglicéridos, el contenido total de ácidos, grasas libres es bajo, cerca de un 0.3 a -- 0.5% en semilla completamente madura y habiendo sido obtenida-- ésta, a partir de una cosecha racionalmente llevada y adecuada, un manejo inadecuado causa una elevación grande en la cantidad de acidez libre, mientras que la cantidad de mono y digliceridos es generalmente baja en semillas de muy alta calidad.

Con el auxilio de la cromatografía de gases se han logrado determinar las variaciones de los más importantes ácidos grasos de algunas crucíferas, de tal forma que se ha llegado a la conclusión de que la proporción de ácido linoleico en las semillas europeas y canadienses es más bajo y más escaso que el que se observa en semillas de otras regiones, estas investigaciones representan la última palabra, dado que en los ensayos anteriores las cifras dadas no eran exactas, probablemente como consecuencia de métodos inapropiados para determinar los contenidos de ácido linoléico.

En Europa se cultivan dos variedades de nabo, correspondientes a los de la cosecha de verano y cosecha de invierno, muestras típicas de estas cosechas señalan un contenido de un 45 a 50% de ácido erúxico, excepto en algunas variedades en las que puede haber una diferencia hasta de un 10%. En contraste a los tipos Europeos el tipo predominante en Canadá, correspondiente a la cosecha de verano es generalmente más bajo en ácido erúxico, el contenido alto de ácido erúxico tiene consecuencias patológicas, si las pastas de semilla de nabo se usan para alimentación animal de aquí, entonces gran parte de la investigación sobre la semilla de nabo está destinada a obtener variedades con muy bajo o cero contenido de ácido erúxico.

En momento clave es imposible predecir con exactitud el tiempo que tardará en desarrollarse una variedad de semilla de nabo de bajo contenido de ácido erúxico, sin embargo y a pesar de los lodos obtenidos hasta ahora, se supone que no será posible obtener resultados satisfactorios hasta después de ---- 1976.

Los glucosinolatos que se encuentran en la -----
pasta de semilla de nabo causan considerables cambios en los pro-
cesos de la tiroides, cuando la pasta de la semilla de nabo se u-
sa en la alimentación inicial de las aves, ésto tiene un efecto-
negativo en el valor biológico de la pasta de nabo como compues-
to para la alimentación de las aves, y además se ivedencia por--
otros síntomas como por un crecimiento más lento de los animales
jóvenes y por un retardo también del crecimiento de los pollos,-
particularmente cuando en su dieta existe una diferencia de pro-
teína, la presencia de glucosinolatos en la alimentación de las-
aves no ha podido demostrar que tenga influencia sobre la produc-
ción de huevo o sobre el valor de la carne. En un futuro próximo
y dado que se logrará la eliminación de los glucosinalatos y la-
fibra cruda en la semilla se podrá utilizar la pasta extractada-
de semilla de nabo como una proteína de muy alta calidad y no so-
lamente para alimentación de animales rumeantes sino para la ali-
mentación de aves y ganado porcino.

La producción de semilla de nabo fue de 1.4 mi-
llones de toneladas métricas en 1972, representando ésto el 4%--
de la producción total mundial de grasas y aceites, en 1973 y--
de acuerdo a informaciones de la organización de alimentación y-
agricultura, en la producción mundial de semilla de nabo fue de-
5.65 millones de toneladas métricas, producción que será incre--
mentada año con año a pesar de que en algunas ocasiones como ocu-
rre en el centro de Europa los inviernos por su crudeza destruyen
parte de su cosecha.

El incremento que ha recibido el cultivo de--
nabo se puede atribuir en primer lugar a una política de precios
satisfactorios para los productores, 2a. a un desarrollo de téc-
nicas que permiten la obtención de variedades de mejor calidad,-
y 3a. que se han encontrado nuevas diversificaciones lo mismo pa-
ra el aceite que para las pastas, resulta evidente que el culti-
vo de la semilla de nabo va a ser factor importantísimo en la --
producción mundial de semillas oleaginosas,

Tanto en Europa como en América y la China--

La semilla de nabo madura contiene pequeñas cantidades de clorofila y pigmentos relativos que se presentan de 5 a 10 ppm en el aceite, por otra parte puede ocurrir que estas cifras se lleven a ciertas áreas como consecuencia de condiciones inadecuadas de cosecha, algunas variedades alemanas y polacas no contienen clorofila, sino solamente compuestos de magnesio llamados feofintis. Estudios realizados sobre aceites extractados muy cuidadosamente en laboratorios y a partir de semilla de alta calidad, revelan principalmente clorofila y nada o casi nada de feofintis, sin embargo las semillas que fueron dañadas de alguna forma de manejos inadecuados contienen mayor cantidad de feofintis, el contenido total de pigmentos carotenoides es de alrededor de un 25 a 50 ppm, se encuentra presente en el aceite muy poco β caroteno y en mayor proporción el neobutein A y neobutein B.

La pasta extractada de semilla de nabo contiene un alto porcentaje de proteína que puede ser usada lo mismo como alimento para ganado que como para aves. Una planta típica contiene ligeramente menos del 40 % de proteína, sin embargo contiene alrededor de 12 % de fibra cruda y glucosinolatos, componentes específicos de las plantas crucíferas, esto no es muy bueno como componente de mezclas de alimentos de alta calidad para animales por lo que se usa principalmente para la alimentación de animales ruminantes.

El valor proteínico de la pasta de nabo es más alto que el de la mayoría de otras pastas conteniendo lisina y aminoácidos azufrosos la pasta de nabo en comparación con otras pastas de semillas oleaginosas tiene un mas alto contenido de fibra cruda mermando esto su valor como componente alimenticio para los no ruminantes y especialmente para las aves.

Las cantidades de minerales como calcio y fósforo y de vitamina niacina son suficientemente altos excediendo las cantidades de estos componentes el valor que tienen otras pastas como podrían ser la de semilla de soya o la de semilla de girasol

se están intensificando los cultivos, que sin duda alguna el aceite de nabo para fines de alimentación humana, y la pasta de nabo empleada como alimento para animales constituyen uno de los renglones principales.

En México el cultivo de la semilla de nabo se ha ido incrementando desde el año de 1968, debido en parte al alto crecimiento demográfico de su población.

PRODUCCION AGRICOLA MEXICANA DE SEMILLA DE NABO

Miles de hectáreas y toneladas métricas
ciclos agrícolas que terminan al 31 de Julio

Año	Hectáreas	Ton. Métricas
1968	7.4	7.4
1969	8.1	8.0
1970	8.3	8.3
1971	9.9	9.9
1972	11.0	10.8
1973	10.1	10.0
1974	10.1	10.0

La tabla anterior muestra el hectareaaje sembrado y la producción de semilla de nabo entre los años de 1968 y 1974 pudiéndose observar un claro aumento en su cultivo y producción no bastando esto para la demanda nacional ya que la mayor parte del aceite consumido en nuestro país es de importación, de la semilla o del propio aceite.

IMPORTACIONES MEXICANAS DE SEMILLA DE NABO

toneladas métricas

1970	11,000
1971	12,100
1972	11,600
1973	12,900
1974	13,000

PRODUCCION MEXICANA DE PASTAS DE SEMILLA DE NABO

(miles de toneladas métricas)

I968	4.0
I969	4.7
I970	4.7
I971	5.0
I972	5.6
I973	6.0
I974	5.7

COMPOSICION QUIMICA

La composición química de la semilla de nabo es compleja y está gobernada por factores hereditarios y de desarrollo en el área de cultivo ; la semilla contiene todos los elementos, compuestos, enzimas, sistemas y factores genéticos - esenciales para la reproducción y desarrollo de la nueva planta

COMPOSICION QUIMICA PROMEDIO DE SEMILLAS DE NABO.

Constituyentes	%
Humedad	5 - 7
Cenizas	4 - 6
Aceite	38 - 48
Substancias nitrogenadas	19 - 22
Celulosa	6 - 15
Sulfúros	0.5 - 1

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS EN LA SEMILLA DE NABO.

Constituyentes	%
Mirístico	0.1
Palmitico	2.5 - 3.5
Esteárico	1.0 - 1.5
Araquídico	0.5 - 0.7
Behénico	0.3 - 0.6
Lignocérico	0.1 - 0.2
Palmitoléico	0.1 - 0.4
Oléico	11.0 - 31.0
Eicosenoico	7.0 - 11.0
Eruúico	25.0 - 32.0
Linoléico	12.0 - 18.0
Linoléico	7.0 - 13.0
Licanico	0.5 - 1.2

ALMACENAJE DE LA SEMILLA

Recepción de la oleaginosa :

La oleaginosa es recibida en los molinos de - aceite por mar (barcos, carcazas etc.), o por tierra (camiones carros de ferrocarril etc.).

En la actualidad los molinos de aceite emplean métodos modernos facilitando la descarga de la semilla. Cuando un molino de aceite es localizado en tierra o en muelle, la oleaginosa se descarga por medio de transportadores neumáticos o mecánicos los cuales transfieren la semilla hacia los silos o bodegas para facilitar la molienda .

Almacenaje y problemas relativos.

El almacenaje de la semilla involucra problemas dependientes de las siguientes causas :

- a).- Forma de la semilla .
- b).- Contenido de humedad .
- c).- Posible fermentación .

a).- Como se dijo anteriormente, la semilla de nabo es de forma esférica con diámetros que varían entre 1 mm y 2 mm.

b).- Contenido de humedad de la semilla .

Este es un factor que debe tomarse muy en cuenta, durante en almacenaje de la semilla . La oleaginosa almacenada tiene un contenido de humedad entre 7 % y 9 % alcanzando un máximo del 12 %. En algunas ocasiones es necesario secar la semilla antes de pasar a la planta de extracción, siendo las formas más comunes : Por rotación de aire caliente, Secado en celdas verticales y secado con vapor recalentado .

c).- Fermentación de la semilla .

Uno de los mas serios riesgos en almacenaje de la semilla, es la fermentación. El proceso de fermentación es originado por enzimas que siempre están presentes en la oleaginosa. - Cuando enzimas semejantes se encuentran en condiciones favorables ocurren alteraciones en la composición química de la semilla, originando fermentación y causando un daño irreparable.

Las condiciones que afectan a una enzima produciendo la fermentación son humedad y temperatura. Experiencias obtenidas al descargar con un máximo de humedad del 8 % y temperatura de 30° C en la oleaginosa señalan un ascenso en la fermentación.

Como medida de prevención las industrias de grasas y aceites han dotado a las bodegas de almacenaje con equipo de limpieza y plantas refrigeradoras adicionando al equipo de descarga una alarma y dispositivo semejante a un control remoto de termómetros, teniendo un panel de control de temperatura en la semilla y seleccionados de puntos de descarga en el silo. El panel es también ajustado a un sistema de alarma audiovisual donde dará señales en cuanto a la temperatura en el interior para indicar los límites permitidos. Este equipo cuenta con soleras neumáticas que llevan removiendo y transfiriendo el contenido de un silo hacia un vacío, bajando de temperatura a la semilla por aereado y refrigeración .

Un almacén bien diseñado facilitará la descarga y ofrecerá grandes ventajas. Para ello deberá contar con el siguiente equipo:

- a).- Sistema de señal y alarma .
- b).- Sistema eficiente de transferencia .
- c).- Un menor silo vacío para posible operación de transferencia .

Silos para Oleaginosas.

Los silos para oleaginosas se dividen en tres categorías :

- a).- Silos con celdas verticales de acero.
- b).- Silos con celdas verticales de concreto reforzado.
- c).- Silos para bultos.

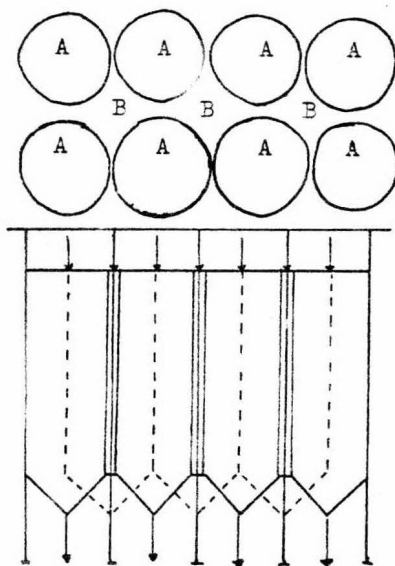
Se escoge el tipo de silo dependiendo del tipo de fábrica y del clima principalmente. Los silos verticales de acero son usados en determinados países, donde la temperatura ambiental es baja, mientras que los silos de concreto reforzado son usados donde la temperatura es entre 35 a 45 C. . Los silos de ac.c.p. son menos costosos pero exigen un alto costo de mantenimiento (reparaciones periódicas). Los silos de concreto reforzado requieren costos. ele

ados de instalación, pero no necesitan mantenimiento especial

Los silos de celdas verticales pueden ser : redondos, octagonales y cuadrados fig.

Las desventajas de los silos redondos es que se desperdicia espacio entre un arcón y otro, la ventaja que presentan es la resistencia lateral a la presión en el muro vertical del silo y en consecuencia tienen bajo peso.

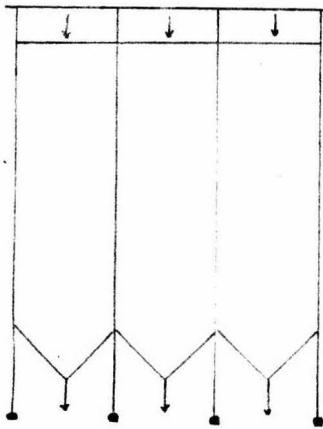
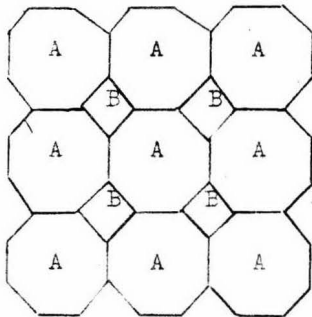
Los silos de acero son herméticos por lo general hechos para un espesor de 3 a 6 mm., el diámetro de cada arcón varía un mínimo de dos a un máximo de diez metros . y la altura es de dos a dos y media veces el diámetro., el espesor de los platos se calculan en base al arcón para cada caso determinado.



SILOS TIPO REDONDO

A.- Celda.

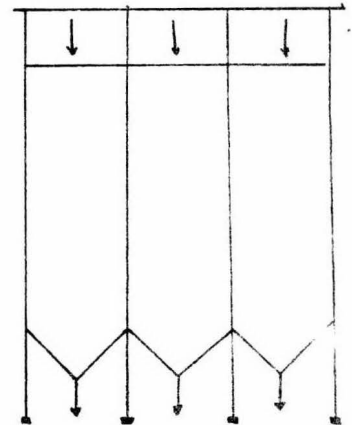
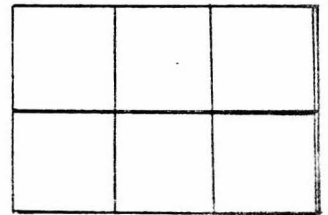
B.- Inter-celda.



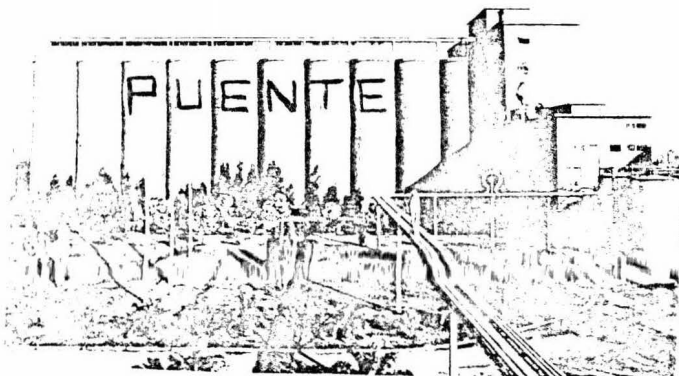
SILOS TIPO OCTAGONAL

A.- Celda.

B.- Inter-celda.



SILOS TIPO CUADRADO



Silos tipo redondo

SECADO DE SEMILLA.

La cantidad de humedad contenida en la semilla es un factor muy importante que se ha de tomar en cuenta durante varias etapas del proceso, y por esta razón, el control de dicha humedad debe ser controlado en la forma más racional y en equipo convenientemente diseñado.

Los elementos que juegan un papel importante-- en los métodos de secado son los siguientes:

- a).--Fenómenos Físicos que ocurren durante la etapa de Secado.
- b).--Humedad absoluta y relativa de la atmósfera.
- c).--Temp. de bulbo húmedo, Temp. de bulbo seco e Higroscopia.

a).--Fenómenos Físicos.

Durante el proceso de secado de semilla de alta humedad aparecen éstos dos fenómenos.

1.- La humedad presenta en la sup. externa de la semilla se evapora al ponerse en contacto con el aire caliente. Por supuesto-- no hace falta decir que la tensión de vapor en la sup. de la semilla debe ser más alta que la presión parcial del vapor de agua contenido en el aire.

2.- Como la humedad que se está desprendiendo de la sup. de la semilla separa al sólido del aire, la humedad presente en la semilla se difunde através de las capas más externas de la semilla. Un fenómeno que acompaña siempre al proceso de secado es el control del equilibrio de humedad. Como resultado de esto se han de encontrar los valores adecuados para procesar convenientemente la semilla de nabo.

El siguiente ejemplo sirve para explicar lo-- expuesto anteriormente. Si tomamos una semilla de nabo y la somtemos en un horno de secado, hasta obtener una humedad de cero y entonces se le pone en un ambiente a temperatura uniforme, 20°C

y con una humedad relativa del 60% se observa que después de algún tiempo la semilla alcanza un contenido de humedad en este caso del 5%, esto es a lo que se le llama equilibrio de humedad,-- cuando el secado excede el equilibrio de humedad pueden aparecer estos dos inconvenientes.

1.- La alteración de las propiedades químicas del aceite contenido en la semilla

2.- El desperdicio de calorías, que consecuentemente le resta eficiencia al secado.

El proceso del secado se divide en tres etapas:

El primer paso se caracteriza por el hecho de que la gran cantidad de agua presente en la semilla al eliminarse forma una masa de agua evaporándose. Bajo estas condiciones la temperatura de la semilla será igual a la temperatura del aire medida en termómetro de bulbo húmedo.

El segundo paso ocurre cuando la capacidad de difusión de la humedad desde el centro a la parte externa de la superficie, no puede formar una capa de evaporación debido a la evaporación anterior. En este caso hay una reducción de la evaporación en la superficie de la semilla.

El tercer paso ocurre cuando la capacidad de difusión de la humedad es tan baja que se acerca al "Equilibrio de Humedad" durante esta fase el proceso deseado es sumamente lento hasta que finalmente se para.

HUMEDAD ABSOLUTA Y RELATIVA DEL AIRE,

Para entender mejor la mecánica del proceso de secado se señalan a continuación algunos elementos fundamentales de Higrometría.

a). La humedad denota la cantidad de vapor de agua "expresado en Kg." contenido en kilogramo de aire seco.

b). El aire saturado denota que el aire contiene la cantidad más grande posible de vapor de agua a una presión y tiempo dados. En este caso la presión parcial es igual a la presión de vapor del agua.

c). La humedad relativa denota la relación entre la humedad del aire y la humedad del aire saturado a la misma presión y temperatura.

HIGROMETRIA.

Quando se coloca un termómetro en un ambiente insaturado y se mide la temperatura, se obtiene un valor determinado. Si el bulbo del termómetro se cubre con una franela saturada con agua y se hace pasar una corriente de aire insaturado sobre dicho bulbo la temperatura se obate considerablemente.- Este fenómeno ocurre porque la corriente de aire insaturado causa la evaporación parcial del agua contenida en la franela. Para que esta evaporación pueda ocurrir se requiere una absorción de calorías, en este caso la mayoría de las calorías se obtiene a partir del agua presente cuya temperatura se abatirá, y en segundo lugar por el aire hasta que las condiciones de equilibrio, corresponde a la temperatura de bulbo húmedo, se obtengan.

PREPARACION DE LA SEMILLA.

Limpieza de las Semillas.- Las semillas que se reciben en las plantas de aceite, siempre contienen impurezas que habitualmente están constituidas por, arena, basura, hojas, piedras, etc.

Estas impurezas han de ser eliminadas porque de lo contrario dañarían seriamente el equipo de proceso de extracción.

Desgraciadamente no se ha encontrado una máquina capaz de eliminar todas estas impurezas al mismo tiempo y por ésto es preciso usar todo un conjunto de aparatos con el cuál se logran eliminar todos los materiales extraños en la semilla.

Algunas semillas como es el caso del nabo no requieren tratamientos especiales antes de la extracción, a no ser como ya se dijo antes la eliminación de materia extraña en dicha semilla.

Preparación y Acondicionamiento de la Semilla antes de la Extracción de Aceite.- El pre-tratamiento de la semilla es esencial si se quieren obtener altos rendimientos de aceite sin dañar las propiedades fisico-química ni organoléptica del aceite, las operaciones de pre-tratamiento comprenden tres pasos fundamentales: molienda, tratamiento térmico y acondicionamiento (control de humedad).

Molienda.- La experiencia de muestra es indispensable el uso de molinos de rodillos, laminadores si se quiere obtener resultado altamente satisfactorio. Teóricamente se ha establecido que la semilla laminada a un grueso de 0.30 mm. requiere el cuádruple de capacidad de extracción comparada con la que se necesitaría si se procesara semilla laminada a un grueso de 0.15 mm., por lo tanto puede considerarse imprescindible el uso de molinos de rodillos en el proceso de preparación.

TRATAMIENTO TERMICO.

Es bien sabido que el calentamiento de la semilla favorece el proceso de extracción, los principios en que se basa esta teoría son los siguientes:

1.- El aceite se encuentra en la semilla en forma de gotas de tamaño ultra-microscópico debido a un incremento de la temperatura que estas gotas alcanzan tamaños mucho mayores que fluyen fácilmente de la masa de la semilla.

2.- El aceite contenido en la semilla se encuentra en forma de emulsión que a su vez contiene la proteína que siempre abunda en las semillas, por lo tanto al calentar éstas la proteína se altera, y como consecuencia se rompe la emulsión proteína-aceite.

El control de temperatura es importantísimo dado que por ser los aceites para consumo humano un incremento en la temperatura tendría un efecto contrario en la calidad del aceite.

Acondicionamiento de la Semilla.- Entendemos por acondicionamiento las condiciones óptimas de humedad y de temperatura a las cuales debe ser sometida la semilla con objeto de obtener el mayor número de ventajas en todos los pasos de proceso del aceite.

La experiencia ha demostrado que aquella semilla procesada con un contenido de humedad de 1 a 2%, son más difíciles de extraer que aquellas que contienen por ejemplo un 10%. Esto es debido a que si se quita completamente la humedad de la semilla sus células se convierten en impermeables y hacen la extracción del aceite extremadamente difícil.

Equipo usado para la Preparación y Acondicionamiento de las Semillas.

Estas máquinas son principalmente de dos tipos.

a).- Molinos de Rodillos

b).- Cocedores

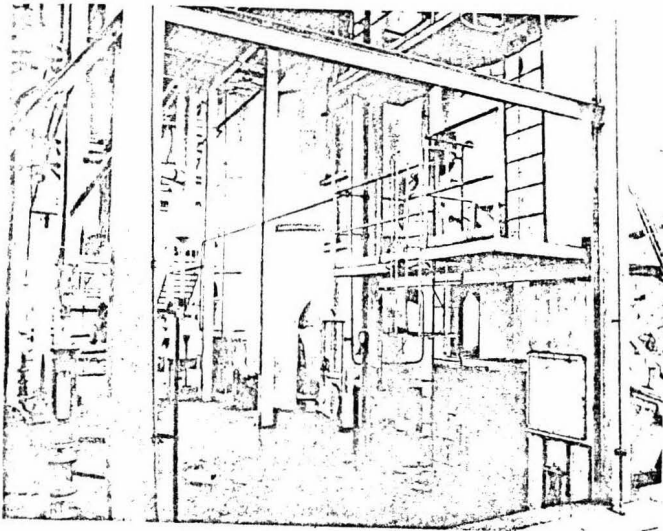
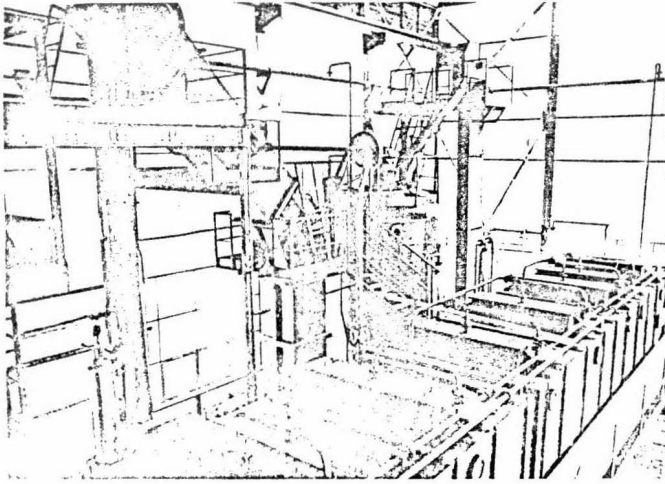
a).- Molinos de Rodillos.- Estas máquinas usualmente consisten de uno a dos o tres rodillos entre los cuáles se hace pasar la semilla.

El diámetro de los rodillos varía de 20 a 40 cms. aunque pueden llegar a tener hasta 1m.

Comúnmente este tipo de molinos se trabaja solamente en dos pasos, con rodillos de 25 cms. de diámetro y de 1 m. de largo, lo cuál da una capacidad de 100 Tons. métricas de semilla en athr.

b).- Cocedores.- Estas máquinas se usan lo mismo cuando la semilla va a ser conducida del proceso de prensado o de solvente y son de operación continua. Fundamentalmente consisten de dos o más cilindros dispuestos de tal forma que el material cae de uno al siguiente. Este tipo de cocedor es usado para el pre-tratamiento de las semillas antes del prensado.

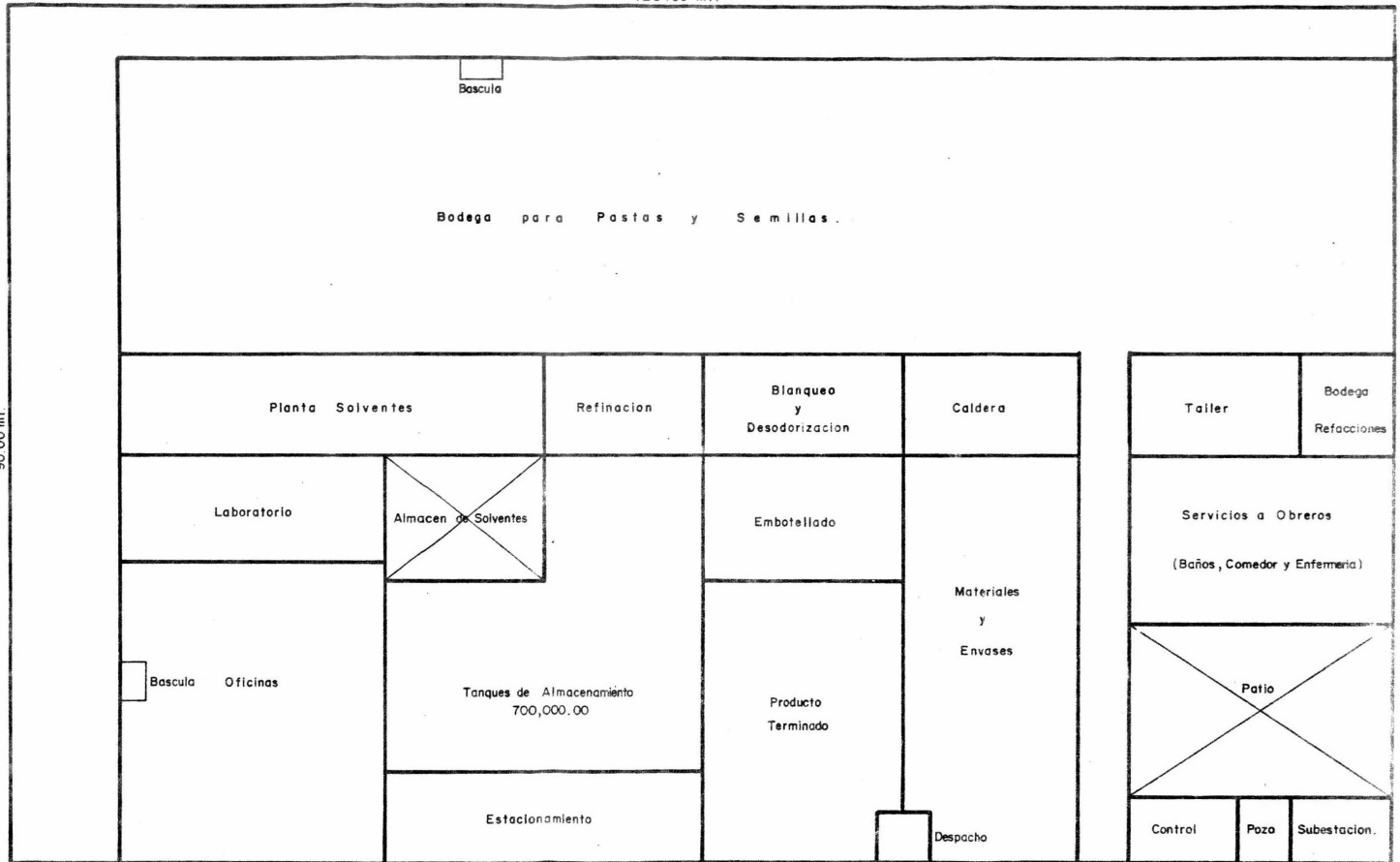
Los fabricantes de prensas continuas consideran como buena una superficie de calentamiento de 3 a 4 m² por cada diez toneladas métricas de semilla en 2, thrs. aunque la experiencia demuestra que es más conveniente una superficie de por lo menos 6 m² por cada 10 Tons. métricas de semilla procesada cada 2 thr.



Equipo para el pre-prensado de la semilla

125.00 mt.

90.00 mt.



PLANTA DE DISTRIBUCION

EXTRACCION DEL ACEITE POR EL PROCESO DE PENSADO.

Prensas Continuas.-- Hoy en día el prensado de semillas oleaginosas se hace casi exclusivamente por prensa de gusano, conocidas como expeller. Las primitivas prensas abiertas y las prensas hidráulicas resultan hoy absoletas, y dado ésto llevaremos nuestra atención solamente a las prensas continuas,

Las prensas continuas de tornillo consisten esencialmente de -- las partes siguientes, alimentador de semilla, cono para presión en el tornillo, caja y cono para presión en el bagazo de salida. La operación de la prensa expeller es como sigue:

La semilla entra en la parte externa y cae a unos gusanos helicoidales que llevan la semilla através de un compartimiento especial, llamado barril, durante este movimiento hacia adelante, la tolerancia entre el gusano y el barril se reduce gradualmente y la masa de la semilla es sujeta a presiones que pueden crecer y decrecer, el compartimiento se hace de un número variable de barras especiales de acero, las cuáles tienen una separación através de la cuál pasa el aceite, hacia afuera del compartimiento-- de presión la semilla alcanza el final del gusano donde va montado el cono de acero, el cono se mueve a lo largo de la flecha del expeller y el espacio entre el gusano y el cono puede ser regulado, ésto permite fácilmente el control del grueso del bagazo, --- prensado y del grado de presión al cuál la semilla es sometida. Las primeras prensas continuas de gusano fueron fabricadas por-- la V.D. Anderson Co. y la presión para la cuál estaban hechas--- no excedía de 600 Kgs. 'Cm², las expeller modernas operan a presiones de 1,600 Kgs.'cm² y más aún lo cuál indica los avances obtenidos en este campo, estas mejoras se refieren principalmente a la alimentación de la expeller a la presión y al tiempo del--- prensado. Es preciso aclarar que estas máquinas pueden ser usadas por sus dos diferentes características a). Quitar la cantidad posible de aceite de la semilla que no va a ser sometida a--- ningún proceso posterior. b). Quitar una cierta cantidad de aceite del bagazo de la semilla prensada, suponiendo que va a haber un tratamiento de extracción para el aceite residual que contenga el bagazo, por otra parte resulta evidente que las prensas --

continuas del grupo "A" deben trabajar con una presión superior a las del grupo "B" puesto que las primeras deben dejar un aceite residual en el bagazo tan pequeño como sea posible, cuando estas máquinas se operan eficientemente la calidad de aceite retenido en el bagazo es aproximadamente un 5%, para obtener este resultado, sin embargo se requiere aproximadamente un consumo de corriente eléctrica de 45 Kw/he por tonelada de semilla procesada y las prensas continuas del grupo "B", se usan casi en todos los molinos de oleaginosas, estas prensas se emplean para extraer una buena parte del aceite contenido en las semillas oleaginosas que han sido previamente cocidas y con vistas a ser sometidas posteriormente a un proceso de extracción por solventes. Como se mencionó anteriormente durante el proceso de prensado, la semilla se sujeta a presiones extremadamente altas y como resultado se genera un considerable calentamiento debido a la resistencia entre la semilla y el gusano que originan un aumento considerable en la temperatura de la semilla que en ocasiones puede llegar a alcanzar los 160°C, este incremento en la temperatura obviamente afecta la calidad del aceite y resulta un factor limitante en la aplicación de este tipo de máquina.

Recientemente los fabricantes de prensas continuas han diseñado máquinas con una capacidad de 100 a 150 Tons. de semilla cada 24 horas, del aceite residual dejado en la pasta o bagazo es al rededor de 16 al 18% suponiendo que este bagazo va a ser posteriormente sometido al proceso de extracción por solvente, estas máquinas tienen un requerimiento de 120 a 160 Hp, como se dijo anteriormente el proceso de extracción por medio de prensas de tornillo continuo afecta seriamente la calidad del aceite, de aquí entonces que cada día sea mayor el número de Empresas que usan las expeller como medio de pre-prensado para a continuación someter las pastas al proceso de extracción por solventes.

EXTRACCION DE ACEITE POR SOLVENTES.
Teoría de la Extracción.

La extracción del aceite a partir de semillas oleaginosas por el método de solventes, es un procedimiento usado en casi todas las fábricas que se dedican a esta operación, por otra parte resulta interesante examinar las leyes teóricas--- que gobiernan el paso del aceite desde la masa sólida de la semilla al solvente con el cuál está en contacto, los estudios que se han llevado a cabo en este campo, y todas las ecuaciones que han sido derivadas para dar una explicación exacta del mecanismo de--- la extracción, sólomente han aportado datos teóricos muy lejos de la realidad.

La ecuación que mejor representa la cantidad de defusión de grasa proveniente de la semilla dentro del solvente es dada por Dann y colaboradores, y que es como sigue:

$$\log \frac{Q}{Q_0} = 0.0911 - 4.286 \frac{Q_0}{(2L)^2} t$$

Q= cantidad de aceite por unidad de peso

Q₀ = " " " " " " " "

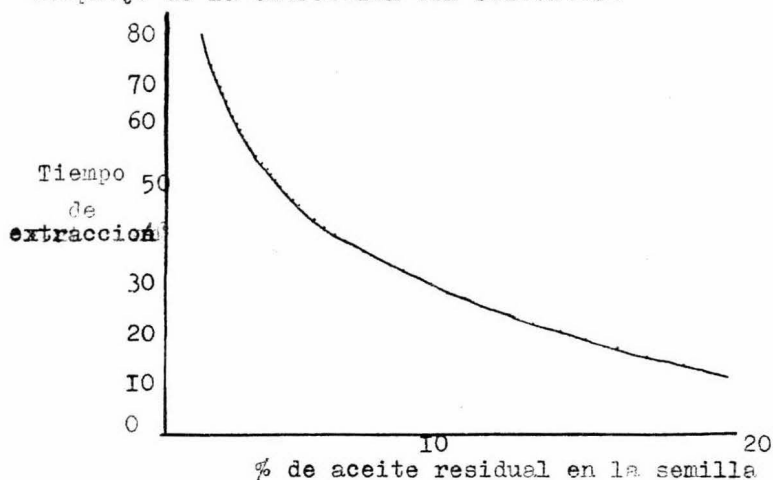
D= constante de difusión en una dada temperatura

L= Espesos de

t= Tiempo de extracción.

Cuando se calculan alguno de los valores mencionados anteriormente tales como D para diferentes tiempos de extracción, encontramos que este valor no es constante, ésto se explica por el hecho de que durante el tiempo de contacto entre semilla y solvente ocurren dos procesos simultaneos de extracción uno más rápido que el otro, de hecho se ha verificado que la mayor parte de el aceite fácilmente extractable proviene de las celdas de semillas rotas durante los procesos preliminares de molido cocido prensado o laminado, mientras que la parte que es más difícil de extraer se encuentra en las celdas que permanecen intactas o parcialmente rotas, consecuentemente se pueden distinguir dos procesos de extracción que se pueden llamar extracción solución, cuando el aceite es extraído de la rotura de las celdas y extracción de difusión, cuando el aceite se obtiene de las celdas intactas, estas dos distinciones de extracción nos permitin entender--- porqué el coeficiente D varía considerablemente con el tiempo de extracción, y el tipo de semilla, investigaciones experimentales---

llevadas a cabo por el Dr. Mario Bernardinni en la Universidad--- de Roma, han confirmado que el tiempo de extracción como una función de la cantidad de aceite extractado puede ser representado--- por casi todas las funciones lineares y con un contenido residual de 5%, la figura muestra una línea curvilínea representativa de--- la relación entre el tiempo de extracción y el porcentaje de acei--- te residual dejado en la semilla, obviamente y en adición al coe--- ciente de difusión otros factores influyen en el procedimiento--- complejo de la extracción con solventes.



Los factores que están más íntimamente liga-- dos con el uso de solventes en la extracción se pueden definir co-- mo tiempo de extracción, cantidad de solvente, temperatura del--- solvente y tipo de solvente.

TIEMPO DE EXTRACCION.

La tabla presenta los datos más importantes-- concernientes a la extracción con hexano, estas pruebas se lleva-- ron a efecto con cantidades iguales de semilla (100 grs) a la mis-- ma temperatura, la única variable fue el tiempo de extracción y-- proporcionalmente la cantidad de solvente usado.

Tabla 1.

Tiempos de extracción para semilla de nabo

Tiempo de extracción	Contenido de Acte. (gr)	Acte. Residual después de la extrac.	Cantidad de solvente c.c.
30 min.	14.55	2.65	930
60 min.	14.55	1.36	1860
120 min.	14.55	0.72	3720

Las siguientes conclusiones han sido confirmadas por otros investigadores, así como por la práctica industrial

- 1.- El tiempo de extracción tiene una importancia fundamental para la cantidad de aceite recuperada en las semillas, oleaginosas.
- 2.- La cantidad mayor de aceite es extractada durante los primeros 30 minutos de extracción.
- 3.- Una extracción extremadamente larga en tiempo, es requerida para obtener un aceite residual en la pasta por abajo del 1%.
- 4.- Cada tipo de semilla se comporta de manera diferente durante el proceso de extracción.

CANTIDAD DE SOLVENTE.

La finalidad de las pruebas fue observar la influencia de la cantidad de solvente en el proceso de extracción. El tiempo de extracción 60 min. y la temperatura de extracción permaneciendo constantes.

Tabla 2,

Cantidad de solvente para extracción de aceite de semilla de nabo

Tiempo de Extracción	Acte. Contenido (gr.)	Acte. Residual	Cantidad de solvente (c.c.)
60 min.	14.55	2.18	930
60 min.	14.55	1.36	1860
60 min.	14.55	1.33	2790

Cuando el tiempo de extracción y la temperatura son constantes, la cantidad de solvente tiene un gran impacto en la extracción de aceite de una semilla llevada a un peso volumen de semilla solvente de 1.18, con el incremento de esta re-

lación, la obtención de aceite se incrementa muy poco, en un rango menor de 1;83 , no hay incremento de la obtención de aceite.

2.- La cantidad de solvente requerida para reducir el contenido de aceite de diferentes semillas a el mismo valor , varía de acuerdo con el tipo de esta.

3.- Las semillas que tengan fibras leñosas , así como la semilla de pepita, uva y oliva requieren una mayor cantidad de solvente para conseguir el mismo aceite residual que se tiene en otro tipo de semilla .

TEMPERATURA DEL SOLVENTE

Otras pruebas experimentales se llevarón a cabo para determinar la influencia de la temperatura de solvente en la obtención de aceite, durante el período de extracción - las condiciones bajo las cuáles se hicieron las pruebas fueron :

a) Cantidad de semilla procesada	100 gr.
b) Tiempo de extracción	2 hr.
c) Cantidad de solvente usado	2790 cc.
d) Temperatura de extracción	20,30,45 y 50 C.

Los datos obtenidos se indican en la tabla como se esperaba , el incremento de la temperatura del solvente - favorece la extracción de aceite de la semilla, sin embargo, para algunas semillas se observó una disminución en el poder del solvente cuándo la temperatura fué superior a 50 °C .

Tabla 3

Temperatura del solvente para extracción de aceite de sem. de nabo

Tiempo de extracción (hr)	Aceite Contenido (gr)	Temperatura	Aceite residual despues/extraccio
2	14.55	20	1.14
		30	0.73
		40	0.60
		50	0.53

TIPO DE SOLVENTE

Los solventes de uso más común para la extracción de aceite a partir de semillas oleaginosas son las siguientes: Hexano comercial, benceno, Tricloroetileno, bisulfuro de carbono

Con objeto de acentar el poder de disolución de estos cuatro productos se han hecho una serie de pruebas bajo las mismas condiciones y cuyos resultados se muestran en la tabla 4 .

Las condiciones fuéron:

a).- Cantidad de semilla procesada	100 gr.
b).- Tiempo de extracción	4 hr.
c).- Cantidad de solvente usado	2790 cc.
d).- Temperatura de extracción	45 °C.

Tabla 4

Pruebas de extracción con diferentes disolventes en sem. de nabo

Tiempo de extracción : 4 hr.
Aceite contenido : 14.55 gr.

Disolventes	Aceite residual (gr.)
Hexano	0.78
Benceno	0.72
Disulfuro de Carbono	0.51
Tricloroetileno	0.27

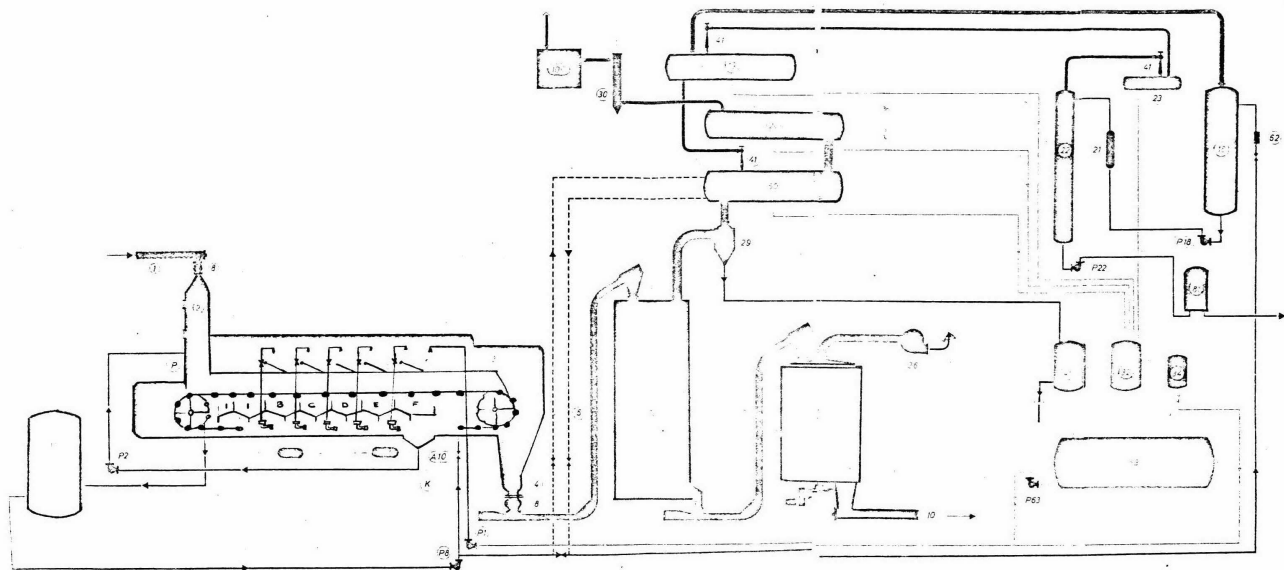
-
- 1.- De los resultados obtenidos se puede concluir que el hexano - y benceno tienen prácticamente el mismo poder de disolución .
 - 2.- El disulfuro de carbono tiene un más alto poder de disolución que el hexano y benceno.
 - 3.- El poder de disolución del tricloroetileno es casi dos veces - más el del hexano y el del benceno .

Dado que las conclusiones presentadas anteriormente nos llevan a creer que el tricloroetileno es el solvente más adecuado para la extracción de aceite a partir de semillas oleaginosas, nuestra atención se va hacia otra serie de pruebas que las efectue para observar la influencia del tipo de solvente sobre la calidad del aceite extractado, con objeto de comprobar la pureza del aceite extractado, la cantidad de materia insoluble en éter de petróleo que es un solvente altamente selectivo, tuvo que ser determinado, tabla 5 .

Tabla 5

Pureza del aceite extractado de semilla de nabo

Tipo de semilla :	Nabo
Solventes	Insolubles en eter
Hexano	0.27
Benceno	0.3I
Disulfuro de carbono	0.7I
Tricloroetileno	I.05



1. Transportador
2. Tolva de alimentacion
3. Extractor
4. Distribuidor de salida
5. Transportador
8. Distribuidor alveolar
9. Transportador
10. Transportador
13. Enfriador de harina
14. Ciclón
17. Deposito de miscela
18. Evaporador
19. Condensador del 18
20. Condensador del D. T.
21. Precalentador de aceite
22. Acabador de aceite.
23. Condensador del 22
24. Filtro de aceite
25. Desemulsificador humedo
30. Enfriador de gas
32. Separador Agua-bencina
54. Deposito de bencina
36. Ventilador
41. Ejector de vapor
45. Hervidor de aguas usadas
62. Economizador de vapor
62. Medidor del caudal de miscela
63. Deposito de bencina
70. Desalaminizador-tostador
81. Enfriador de aceite
100. Recuperacion por absorcion
- P3. Bombas de circulacion
- P. Bombas
- K. Tolva de miscela de limpieza
- A. Esparcidores
- T. Tambor de mando

REFINACION O NEUTRALIZACION.-

Uno de los procesos más completos y exactos para la neutralización de aceites es el proceso Sharples, en el cual el aceite crudo se bombea de un tanque de almacenamiento a un tanque alimentador equipado con un agitador y un serpentín de vapor. La agitación en el tanque es necesaria para asegurar la mezcla completa del aceite y evitar el asentamiento de material insoluble en el fondo del tanque. La temperatura de aceite crudo se mantendrá aproximadamente a 28°C con el serpentín.

Un suministro de sosa cáustica de la concentración requerida, se hace en un tanque por separado, introduciéndose al sistema por bombeo.

El aceite crudo se bombea del tanque de alimentación por medio del proporcionómetro y entra a la primera etapa de un mezclador mecánico de alta velocidad, especialmente diseñado, para promover el grado de agitación y tiempo de contacto entre el aceite y el reactivo.

El proporcionómetro mueve automáticamente un controlador, que da un porcentaje de sosa en proporción al flujo del aceite crudo.

El proporcionómetro se coloca en el comienzo del proceso para dar el porcentaje de reactivo determinado por el laboratorio y si se desea puede reajustarse en cualquier momento de la operación.

La cantidad proporcionada de aceite crudo y sosa se mezclan con el propio grado de duración de contacto, el mezclador se maneja por un motor eléctrico conectado directamente. La cámara de mezclado está diseñada para ser accesible a inspección y limpieza sin mover el mecanismo de manejo.-

La emulsión de aceite crudo-sosa sale del mezclador, pasa a través de un calentador continuo en el cual la temperatura de la mezcla se eleva a 65°C pasan a °C por medio del vapor de baja presión, esto rompe la emulsión entre el aceite y el soapstock.

Esta mezcla a continuación se separa en una centrifuga, el aceite se descarga en un tanque receptor y el soapstock cae por gravedad al tanque respectivo. La mayoría de los sólidos que se encuentran normalmente en un aceite vegetal -

crudo se descargan en el soapstock.

Cuando se retienen en la centrífuga se requiere de una limpieza cada 24 horas, siendo esta operación de 20 min. por máquina cuando la planta está operando a capacidad reducida..

El aceite neutro descargado de las centrífugas refinadoras, -- se lava doblemente con agua y se seca a vacío.

Lavado continuo con agua:

El aceite neutro refinado en pailas por proceso sharples, contiene pequeñas cantidades de jabón, ál cali libre y humedad. La mayoría de los refinadores de aceites lo lavan para eliminar esto, con agua caliente o bien lo filtran. Se ha -- probado que el aceite así tratado es de alta calidad y mayor esta-- bilidad que el aceite sin este tratamiento.

Para preever tal tratamiento el aceite - de la centrífuga de refinación Sharples se lleva por gravedad di-- rectamente a un tanque sobre el piso teniendo una capacidad de -- 200 a 500 galones dependiendo de la capacidad de la unidad refi-- nadora. Este tanque se equipa con un serpentín de vapor y un re-- gulador el cual mantiene la temperatura en su contenido a 160°C.

Agua caliente a 180°C se alimenta den-- tro del aceite en el tanque de lavado. La cantidad que se añade - es entre 10 a 20% por peso de aceite neutro.

El tanque de agua es cónico y está pro-- visto de una salida en el fondo conectada al lugar de succión de una bomba centrífuga teniendo una capacidad aproximadamente 3 ve-- ces el flujo continuo a través de la planta. La bomba circula la mezcla de aceite y agua a través de un pequeño tanque de alimenta-- ción conectado a una ó dos centrífugas lavadoras Sharples. La lí-- nea de alimentación a la centrífuga contiene una válvula flotante para mantener el nivel en el tanque del lavado, ajustado para pe-- mitir una unidad de volúmen de aceite en el tanque en contacto -- con el agua de lavado por aproximadamente 10 min.

A través de una línea de flujo desde el - tanque de alimentación y, controlados por la válvula flotante pa-- san aceite y agua a la centrífuga que separa el agua de lavado, - llena de jabón, del aceite para asegurar una mejor calidad. La -- etapa de lavado se repite con un tanque de lavado adicional y --

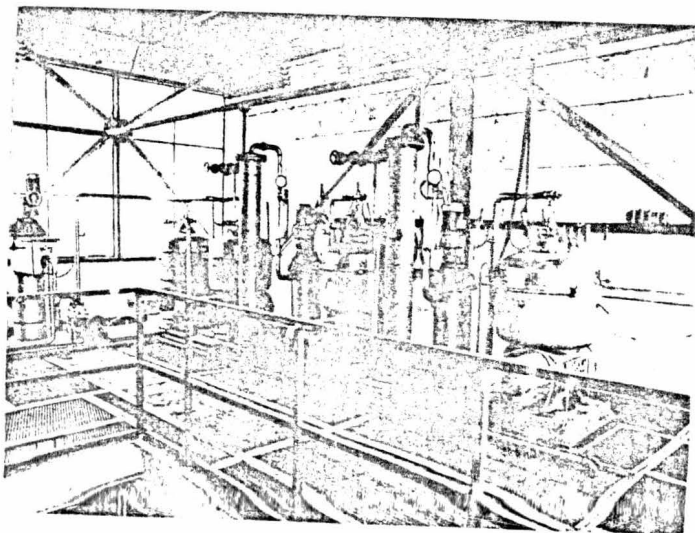
una centrífuga a una temperatura aproximada de 180°C . El aceite descargado de la centrífuga lavadora, contiene 0.5% de humedad, la cuál debe eliminarse tan pronto como sea posible para prevenir un incremento en el contenido de ácidos libres en el aceite durante el almacenaje.

Equipo y Capacidad:

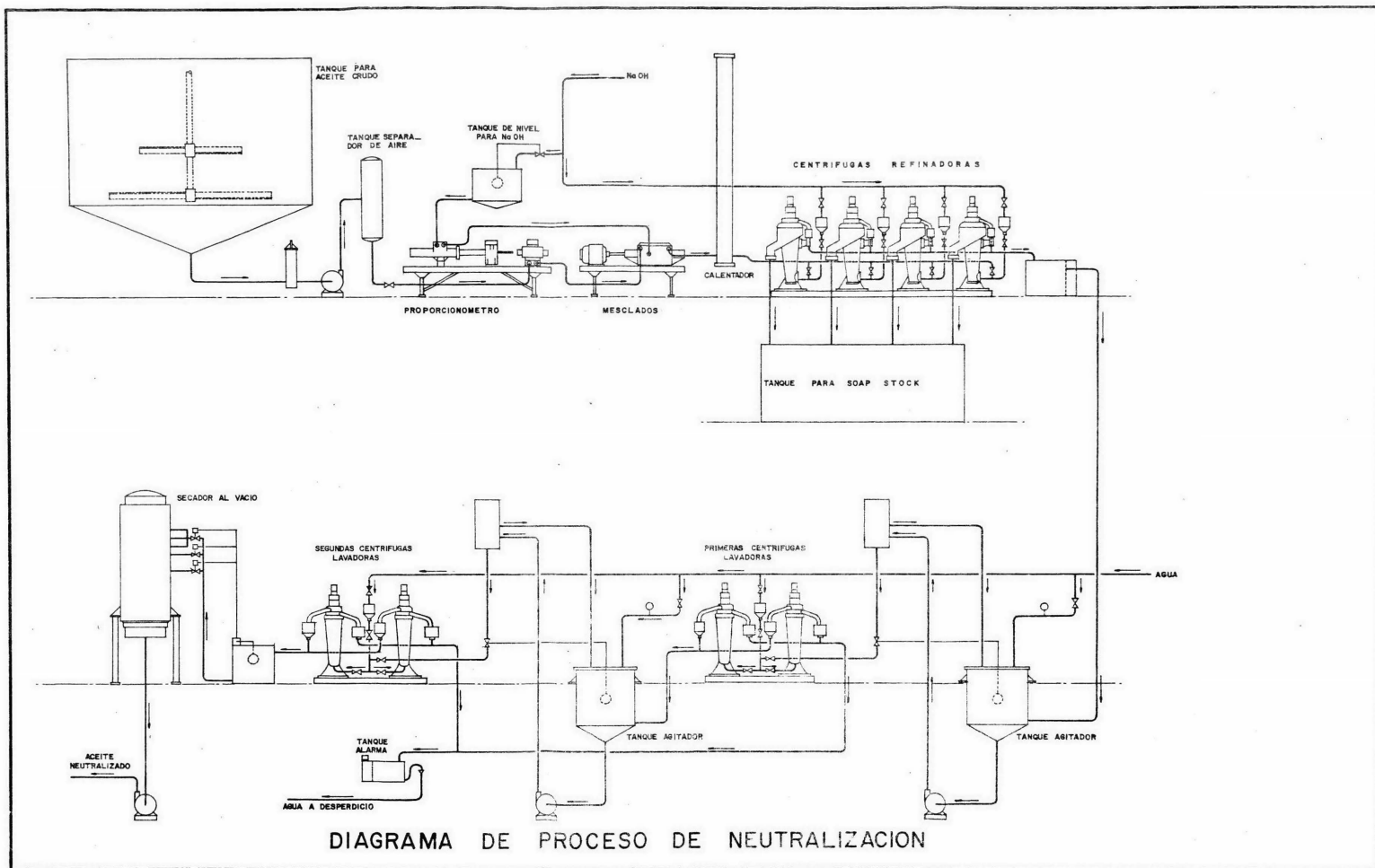
Las refinерías más pequeñas de sosa cáustica-continúa, Sharples neutraliza, hacen doble lavado con agua y secado con vacío. Son de 40 Tons. de aceite crudo operando 24 horas del día aunque se constituyen en tamaños mayores. Además se puede adicionar cualquier equipo deseado.

Se usan dos tipos diferentes de super-centrífugas sharples, una para neutralizar y otra para la etapa de lavado, generando ambas una gran fuerza.

En adición al equipo centrífugo, tenemos --- bomba para el aceite crudo, equipo proporcionador, mezcladores --- coladores de aceite crudo, calentador continuo, medidores de flujo, secador de vacío, etc..



Equipo de refinación



DECOLORACION DE ACEITES

La decoloración de aceites tiene por objeto remover del mismo las materias colorantes que pigmentan los aceites haciéndolos indeseables en presentación para fines comerciales.

El procedimiento de uso más común es el que emplea tierras decolorantes o carbón activado que bajo condiciones físicas particularmente absorbe las materias colorantes citadas anteriormente.

Las condiciones físicas que influyen básicamente en el proceso de decoloración son tiempo, temperatura y presión, antes de analizar separadamente estos tres factores es preciso aclarar algunas características de las tierras decolorantes y del carbón activado.

TIERRAS DECOLORANTES

Las tierras decolorantes son arcillas especiales activadas por procesos químicos o físicos. Las tierras naturales se encuentran en estratos especiales y son sujetos a los tratamientos siguientes: disgregación de agua, lavado en solución de ácido sulfúrico, filtrado, secado y molido.

La posibilidad de blanqueo de las arcillas activadas depende principalmente del grado de los materiales crudos usados, generalmente pruebas analíticas dan una pequeña información de el poder decolorante de estas tierras, después de los tratamientos mencionados.

El efecto adsorbente que tienen las tierras sobre los materiales colorantes es algo que todavía no está perfectamente claro, indudablemente su tensión superficial añadida a las grandes superficies que presentan, juegan un papel muy importante en la adsorción de los pigmentos presentes en grasas y aceites, de hecho que el tratamiento que se le da a las tierras con solución acuosa de ácido sulfúrico tiene como objeto, quitar las materias extrañas contenidas en sus tubos capilares, así como, para hacerlas extremadamente porosas, y de este modo hacer mayor su superficie dado que los mecanismos de adsorción de este sistema ofrecen controversia, se ha opinado-

que el fenómeno de adsorción es físico, aunque algunos lo consideran químico.

La fabricación de las tierras de blanqueo en - vuelven algunos problemas y dificultades, hay minas en las cuales se encuentran tierras con diferentes capacidades de adsorción, -- a pesar de que han sido extraídas del mismo estrato, frecuentemen - te los fabricantes emplean diferentes mezclas para obtener sus - productos de uniformes características.

CARBON ACTIVADO

El carbón activado puede provenir de plantas - o de animales, el carbón vegetal que es el mas usado se obtiene - por destilación seca de ramas de árboles especiales, el producto - obtenido de este proceso es molido finamente y activado por reac - tivos químicos, la acción blanqueadora puede ser debida a la enor - me superficie adsorbente.

Se ha calculado que un gramo de carbón puede - desarrollar una superficie de varios metros cuadrados, ésta gran - área contenida en tan pequeño volumen es lo que produce que al en - trar en contacto con el aceite, cause la adsorción.

Hay una gran cantidad de tipos de carbón acti - vado, algunos se usan para adsorber gases y vapores, otros para o - lores y como dije anteriormente para adsorción de materias colo - rantes en los aceites vegetales. El carbón actovado no es usado - solo para decoloración de aceites y grasas, de hecho los refinado - res de aceite emplean frecuentemente mezclas con tierras decolo - rantes, El carbón es muy efectivo para quitar el color en los acei - tes, en las refinerías sin embargo comúnmente se usan mezclas de - tierras de blanqueo y carbón activado a una proporción de 5 a 10% de carbón y de un 90 a 95% de tierra decolorante, los grados co - merciales de tierras de blanqueo con porcentajes de carbón activa - do se pueden encontrar fácilmente en el mercado.

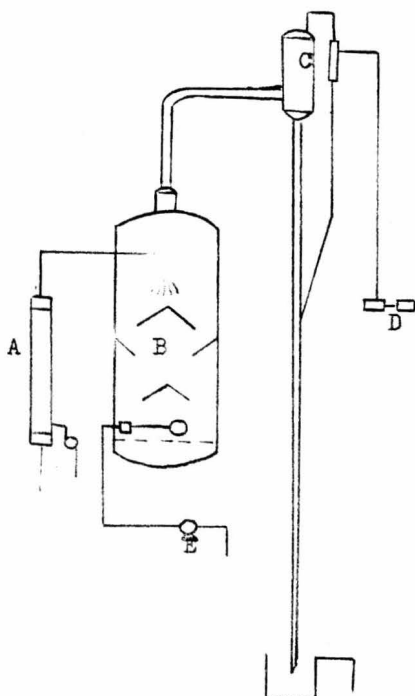
El carbón activado se usa generalmente en aque - llos aceites que presentan dificultades para el blanqueo sin em - bargo, debido a que tiene alta retención de aceite y un costo rela - tivamente elevado, en ocasiones de 7 a 8 veces superior al de la - tierra de blanqueo, en la práctica se trata de usar las menores - cantidades posibles de carbón activado.

SECADO DEL ACEITE ANTES DE DECOLORACION

Antes de ser sometido al procedimiento de blanqueo, el aceite debe estar libre de humedad dado que el agua es el enemigo principal de los materiales blanqueantes, las trazas más pequeñas de humedad en el aceite pueden reducir considerablemente la acción de las tierras de blanqueo y del carbón activado consecuentemente la deshidratación de los aceites previa al blanqueo es esencial, este paso se lleva a cabo calentando el aceite a temperatura de 60 u 80°C bajo condiciones de vacío, de este modo se elimina completamente la humedad que es condensada en equipos especiales.

El equipo usado para el secado puede ser del tipo batch o de tipo continuo, el equipo de batch se usa en los blanqueadores convencionales, mientras que el equipo continuo se emplea en las modernas unidades de blanqueo en las plantas de secado donde se usan separadores centrífugos, siendo ésta operación muy sencilla, el aceite que va a ser secado entra al calentador "A" donde se calienta a 70 u 80°C después pasa al secado "B" donde hay una presión absoluta de 50 a 70 mm de Hg, este vacío se obtiene con un condensador barométrico "C" y una bomba de vacío "D", un dispositivo de láminas permite al aceite fluir hacia el fondo del aparato en una película continua, bajo estas condiciones de temperatura y presión absoluta, el agua se evapora rápidamente, el aceite seco pasa continuamente por la bomba "D" y el nivel se mantiene en el aparato con una válvula de flotador. Este equipo usualmente tiene una gran capacidad y requiere muy poco espacio de terreno para ser instalado.

UNIDAD DE SECADO PARA ACEITES VEGETALES



- A.- Calentador.
- B.- Dehidratador.
- C.- Condensador barométrico.
- D.- Bomba de vacío.
- E.- Bomba para aceite deshidratado.

DECOLORACION

Como se dijo anteriormente la decoloración se lleva a efecto sobre aceites deshidratados poniéndolos en contacto con la tierra de blanqueo bajo condiciones dadas de tiempo, temperatura y presión, describiré el equipo usado mas comúnmente en esta operación.

La fig. muestra una unidad convencional de decoloración en batch, su operación es: El decolorador se alimenta con una cantidad determinada de aceite la cual es calentada con vapor a 70 u 80 C mientras el aparato es mantenido a vacío con el condensador barométrico y la bomba de vacío, cuando se alcanza esta temperatura, el agitador mecánico del decolorador se pone en operación hasta que la humedad presente en el aceite se quita completamente durante esta etapa el decolorador actúa como si fuera un secador, continuando el secado una cantidad determinada de material-decolorante se añade a la masa, el absorbente entra al tanque decolorador, con el vacío que existe dentro, una vez que la humedad presente es absorbida la temperatura se eleva., la suspensión de aceite-tierra de decoloración se bombea a la sección de filtración donde se separan estos dos componentes.

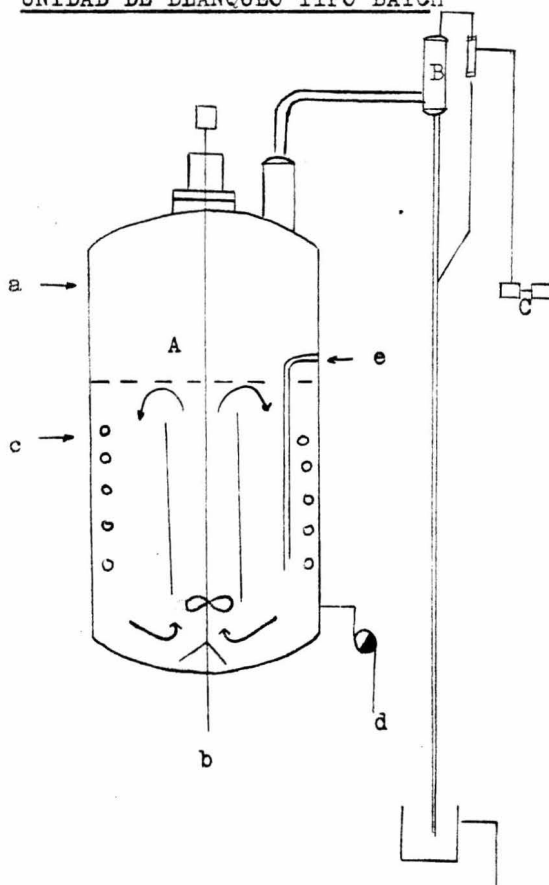
Los diferentes aparatos pueden diferir en algunos detalles como, el sistema de agitación, el método de condensación o el de calentamiento, las pailas de blanqueo casi nunca exceden de 10 ton. de capacidad.

La planta opera como sigue : El aceite que ha sido previamente secado y calentado a 60 - 70 C entra a través del mezclador C donde se pone en contacto y se mezcla intimamente con el material blanqueante dosificado desde la unidad P y el homogenizador A éste dispositivo permite un control continuo de alimentación de aceite y de material absorbente , la suspensión que se forma en el mezclador C, pasa através del mezclador continuo D, el nivel en el mezclador se mantiene por dos válvulas flotadoras, la humedad se libera tan pronto como la suspensión aceite-tierra entra en la parte interna del aparato, La suspensión fluye a través ----

del blanqueador hasta que alcanza la tubería de sobrereflujo localizada en el aparato, el tiempo de contacto entre el aceite y el adsorbente es alrededor de 30 min., un condensador barométrico y una bomba de vacío mantienen una presión absoluta de 50 a 70 mm de Hg.

La suspensión de aceite-tierra de blanqueo es llevada en una bomba especial hacia los filtros, en donde se separan estos dos componentes, esta planta se opera continuamente y es capaz de blanquear 200 ton de aceite por día, la capacidad de la mayoría de estos blanqueadores es de 10 m³

UNIDAD DE BLANQUEO TIPO BATCH



A.- Blanqueador.

B.- Condensador barométrico.

C.- Bomba de vacío.

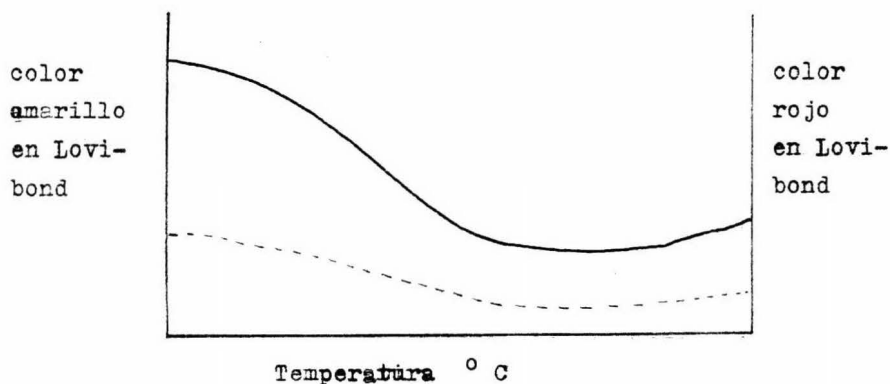
a.- Entrada de aceite.

b.- Salida de aceite-adsorbente.

c.- Entrada de vapor.

TEMPERATURA.-

Es bien sabido que la temperatura tiene una gran influencia en el proceso de blanqueo de aceite cuando estas entran en contacto con la tierra de blanqueo, para una evaluación mejor en el diagrama fig.- 215 se observan los resultados obtenidos después de una serie de blanqueos llevados, sobre un aceite de nabo refinado con sosa y sometido a diferentes temperaturas pero bajo las mismas condiciones y usando la misma cantidad de tierra blanqueante, 2% del peso. Como puede ser observado el poder decolorante es mínimo a bajas temperaturas mientras que alcanza su valor máximo - alrededor de 100°C y entonces decrece con el incremento de la temperatura. El efecto blanqueante ha sido determinado con el Lovibond usando en el diagrama, los colores amarillo y rojo están representados por las curvas sólidas y punteadas respectivamente, la escala se muestra a la izquierda y la roja a la derecha, las pruebas se llevaron a cabo en condiciones de presión atmosférica y con una agitación rigurosa.

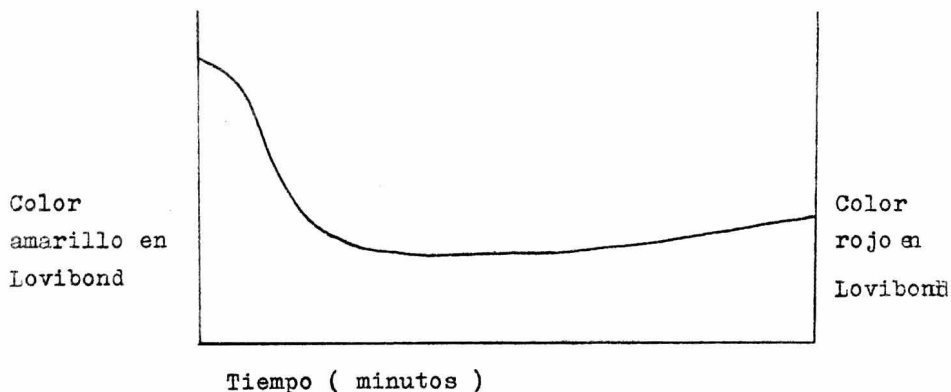


TIEMPO

El tiempo de contacto entre el aceite y la tierra de blanqueo también es de influencia en el poder de decoloración del adsorbente, aquí también se presenta un diagrama -- que ilustra este hecho, este diagrama se obtuvo durante las pruebas efectuadas sobre aceite de nabo y llevadas bajo las sig. condiciones :

Temperatura de blanqueo	95° C
Cantidad de tierra blanqueante	2%
Presión absoluta	60 mm Hg.
Agitación vigorosa	

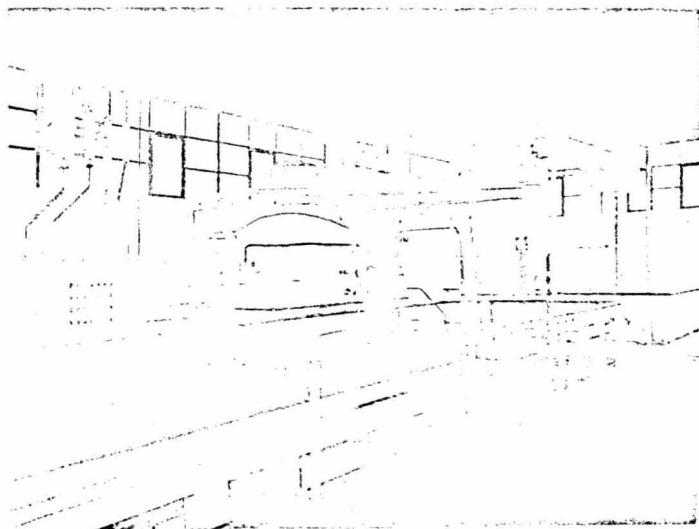
Aquí también se vió el color en el aparato Lovibond usando celdas de 5 I/4 , la curva que significa el color amarillo muestra que los efectos de decoloración alcanzan su máximo cuando el tiempo de contacto es de alrededor de 30 minutos y --- tiende a decrecer cuando se prolonga este tiempo, este diagrama explica el porque los procesos continuos de blanqueo tienen un tiempo de contacto constante entre la tierra y el aceite para hacer mas efectivo el blanqueo.



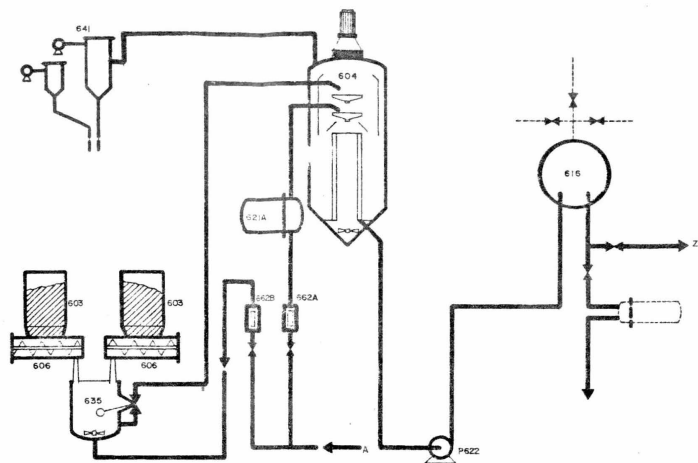
Influencia del tiempo de contacto en el efecto decolorante

PRESION ABSOLUTA

Como dije al principio de este comentario la actividad de decoloración de los materiales blanqueantes tierra y carbón activado es de gran parte debida a la influencia de su gran area de superficie sobre la superficie de tensión de los compuestos con los que entra en contacto, esta superficie está formada por una cantidad inmensa de tubos capilares que en un ambiente de presión atmosférica se encuentran saturados con aire esto explica el porque los aceites deben ser deaereados para que puedan estar excentos de este fenómeno, en la industria el método mas simple usado para deaerear un material blanqueante es consiguiendo la mas baja presión absoluta en la paila de blanqueo 50 a 70 mm Hg. ..

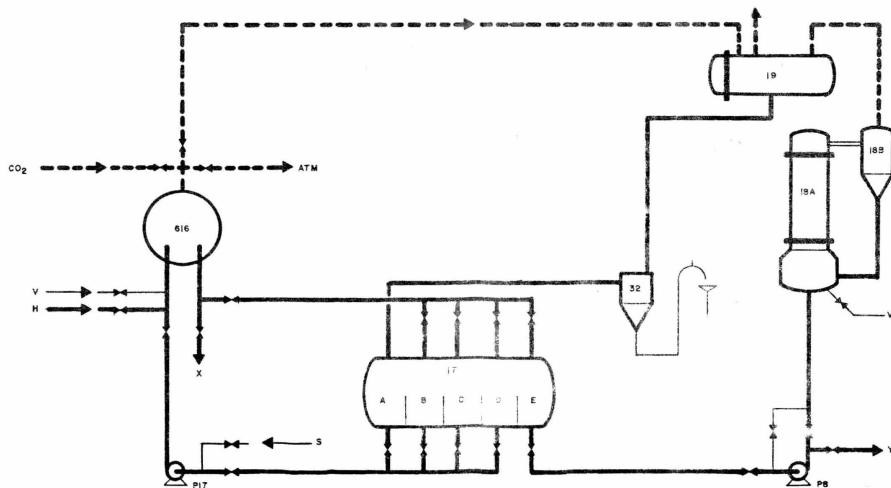


Equipo decoloración



- A ENTRADA DE ACEITE
- 603 DEPOSITO DE TIERRA
- 604 DECOLORADOR
- 606 DOSIFICADORES DE TIERRA
- 616 FILTRO
- 621 RECALENTADOR
- 635 MEZCLADOR
- 641 EYECTOR DE AIRE
- 662 MEDIDOR DE CAUDAL
- 681 ENFRIADOR
- P604 BOMBA DE EXTRACCION
- X SALIDA DE ACEITE DECOLORADO
- Z SALIDA HACIA EL DEPOSITO DE MISCELA

DIAGRAMAS DE PROCESO DE DECOLORACION



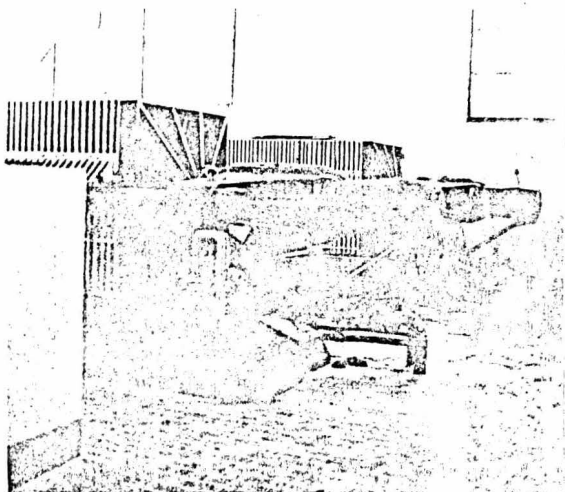
- H ENTRADA DE ACEITE CARGADO DE TIERRA
- 17 DEPOSITO DE MISCELA
- 18A EVAPORADOR DE MISCELA
- 18B SEPARADOR CENTRIFUGO
- 19 CONDENSADOR
- 32 SEPARADOR DE AGUA
- 616 FILTRO
- P8 BOMBA DE ACEITE
- P17 BOMBA DE LAVADO
- Y SALIDA DE ACEITE RECUPERADO
- X SALIDA DE ACEITE DECOLORADO
- S ALIMENTACION DE DISOLVENTES
- V INYECTOR DE VAPOR VIVO
- G SALIDA DE FLEMAS
- CO2 ALIMENTACION DE GAS INERTE

FILTRACION DEL ACEITE

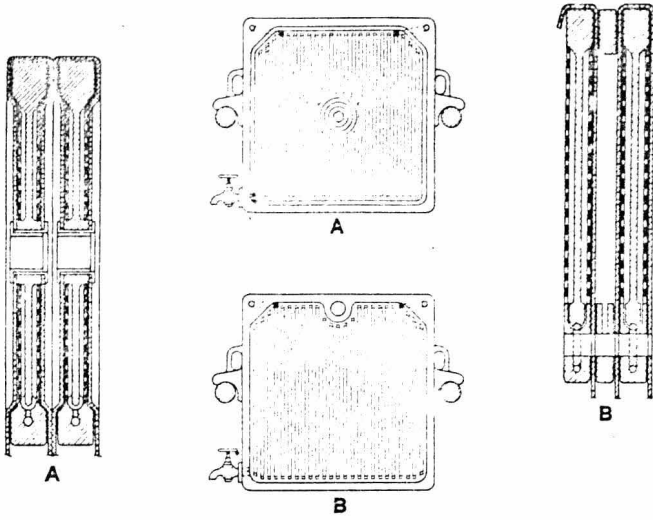
Uno de los principales problemas de la industria aceitera para usos alimenticios, comúnmente es la separación de los materiales sólidos suspendidos en el aceite como en el caso de las tierras de blanqueo, usando para este propósito filtros de diferentes clases, siendo los mas comunes los filtros prensa, aunque ofrecen dificultades para su limpieza - apertura y cierre, además debido a sus características de construcción son imposibles de ser lavados con algún material disolvente .

En la actualidad la tecnica de filtración se ha desarrollado al punto de que se usan frecuentemente filtros rotatorios y continuos.

Figuras representativas de los diferentes filtros muestro en los siguientes grabados.



Filtro tipo prensa



Internos de un filtro prensa



FILTROS ROTATORIOS

DEODORIZACION.

El proceso de deodorización tiene por objeto la eliminación por destilación de los compuestos volátiles que dan a los aceites sus características organolépticas particulares, que los hacen desagradables en olor y sabor y que los imposibilitan para ser usados como productos de consumo humano.

Esencialmente la deodorización es una destilación, efectuada a alta temperatura y alto vacío, complementada con vapor seco de arrastre y llevada a cabo en aparatos especiales para deodorizar.

Los componentes volátiles son eliminados del aceite no volátil, como consecuencia de las altas temperaturas alcanzadas en el proceso y que pueden oscilar entre los 260°C y 290°C, además de un vacío con valores 1mm y 12mm de Hg. el vapor de arrastre facilita la destilación al proporcionar agitación a la masa de aceite.

Independientemente de la pérdida de olor y sabor por la deodorización, el aceite sufre cambios que lo mejoran notablemente aumentar su estabilidad a la rancidez, al reducirse el calor y al disminuir su acidez libre.

Los aparatos usados para la deodorización se pueden clasificar en tres grupos característicos como son: de Batch o Discontinuos, Semi-continuos y continuos.

El primer tipo o sea el de Batch, representa el sistema más antiguo de deodorización y aparece a finales del siglo pasado, atribuyéndose su diseño a Henry Eckstein. Aunque a principios se deodorizaba a la presión atmosférica, no se tardó en emplear el sistema de vacío que permitía trabajar a más altas temperaturas a la vez que se mejoraba notablemente la destilación. De los diseños antiguos, el más afortunado fue el de Werson que estaba dispuesto para trabajar a temperaturas hasta de 232°C y a un vacío de 6 a 12mm de Hg.

Actualmente el diseño Batch se mejoró notablemente dados los avances experimentados en la generación de vapor, sistemas de bombas, instrumentación y controles etc.

El deodorización Batch, consiste en un tanque por lo general de acero al carbón, sometido a vacío y en el que el aceite alcanza alturas de 8 a 10 ft.

La carga de aceite, una vez pasada al deodorizador y ya en condiciones de vacío (6mm de Hg.), se calienta a la temperatura de deodorización por medio de serpentines en los que circula o vapor de agua de alta presión, o vapor de Dowtherm.

El vapor seco de arrastre y agitación se suministra por medio de un serpentín distribuidor colocado en el fondo del tanque, y la cantidad de vapor seco que se ha de inyectar es de un 20 a un 40% en relación al peso del aceite que se está procesando y para un ciclo aproximado de 8 horas.

El vacío se tiene por medio de un sistema de eyectores de vapor instalados en dos o tres pasos, con intercondensador, y el vapor directo de arrastre es extraído con un termocompresor completamentado con un condensador barométrico. Es fundamental contar con suministro adecuado de vapor y suficiente cantidad de agua fría para obtener el vacío deseado.

Es común según el proceso de Batch, emplear un período de 8 a 10 hrs. para obtener una buena deodorización satisfactoria sobre una carga de 10 Tons., sin embargo este tipo de proceso tiene ciertas desventajas que limitan su valor, hacen su operación antieconómica en muchos casos. Entre las desventajas que se pueden hacer mención son:

a).- El máximo vacío que se puede obtener, sólo estará en contacto con la superficie de aceite. La carga hidrostática origina una presión de 80mm de Hg. Se requieren entonces mayores cantidades de vapor de arrastre y un ciclo más prolongado para permitir que todo el aceite alcance la superficie para una adecuada deodorización.

b).- La presión hidrostática excesiva, existente en un deodorizador de Batch, causa un desdoblamiento del aceite que produce acidez, y como consecuencia una pérdida más alta de aceite neutro, debida al mayor tiempo del ciclo de deodorización.

- c).- Al tener que incrementar el vapor de arrastre, necesaria--- mente hay más pérdidas de aceite neutro.
- d).- El equipo de vacío en los deodorizadores de Batch es de un--- tamaño demasiado grande y muy caro de operar si se quieren obte--- ner 6mm de Hg. que es la presión que se ha de mantener durante--- todo el ciclo.
- e).- Las operaciones de carga y descarga del deodorizador así co--- mo el calentamiento y enfriamiento, son intermitentes, de modo--- que hay grandes pérdidas de calor, agua, corriente eléctrica y--- mano de obra.
- f).- La supervisión y el trabajo de un deodorizador de Batch, da--- do que se ha de cargar 2 o 3 veces diarias, origina de 50 a 100--- operaciones auxiliares que con frecuencia son motivo de fallas--- reducidas en perjuicio del aceite teniendo que ser en ocasiones--- reprocesado.

Con lo expuesto anteriormente, se establece que--- este sistema sufre desventajas notorias y que por lo tanto que--- la industria, tiende a cambiar a los tipos semi-continuo y conti--- nuo que se detallan a continuación.

Sistema Semi-Continuo.

Como consecuencia de las modificaciones -- que se les ha hecho a los deodorizadores de Batch, la variante--- más afortunada que se encontró fue el del sistema Semi-Continuo.

En este sistema se encuentran suspendidas--- unas sobre otras, de cinco a siete charolas que contienen el a--- ceite, teniendo cada una de ellas una función específica.

La primer charola se usa para medir el acei--- te que se ha de procesar, y para calentarlo con vapor. La segun--- da charola calienta el aceite con Dowtherm. El aceite caliente--- pasa a la tercer charola y cuarta charola de reposo y deodoriza--- ción, propiamente de aquí pasa a la quinta charola en donde se--- enfría el aceite, y de aquí pasará a ser filtrado prosiguiendo a un almacén para ser envasado.

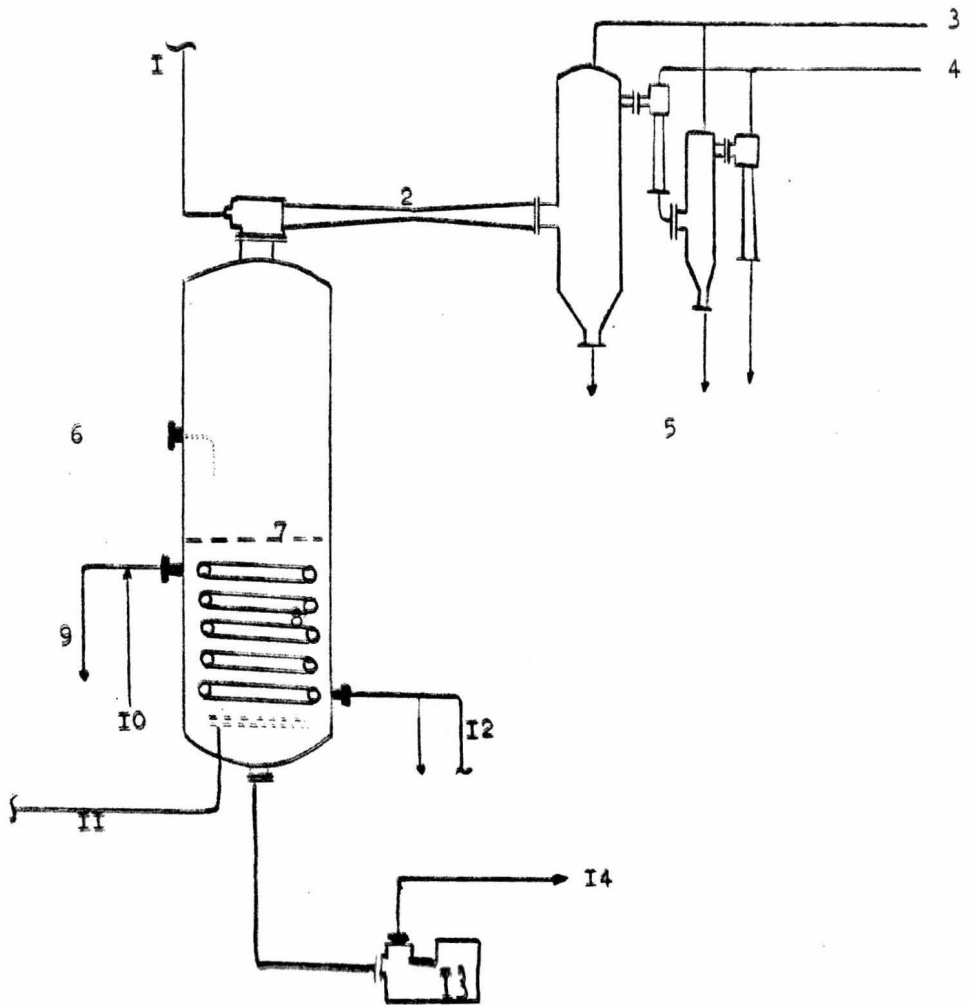
Cada paso requiere aproximadamente de 30--- minutos y desde que se empieza la operación hasta que se obtiene aceite deodorizado y filtrado se emplea aproximadamente un tiem--- po de 3 horas y media. Las ventajas de este sistema se enumeran--- como sigue:

- a).- Eliminación de la presión hidrostática.
- b).- Mejor utilización del vapor de inyección directa por flujo a contracorriente.
- c).- Gran reducción del arrastre de aceite.
- d).- Una instalación mucho más pequeña y compacta.
- e).- Eliminación en gran parte de los requerimientos de vapor, electricidad, agua, diesel, etc.
- f).- Reducción de la mano de obra por operación, al poder efectuar un trabajo completamente automático.

La idea de los deodorizadores continuos data de 1937, en los EE. UU., en donde la Cía. Foster Wheeler Corp. fabricó los primeros. Estos diseños sin embargo no fueron muy afortunados, ya que el aceite obtenido no era de las características requeridas, seguramente se debió debido a que el proceso no contaba con el paso en el cuál el aceite está en reposo y deodorizado.

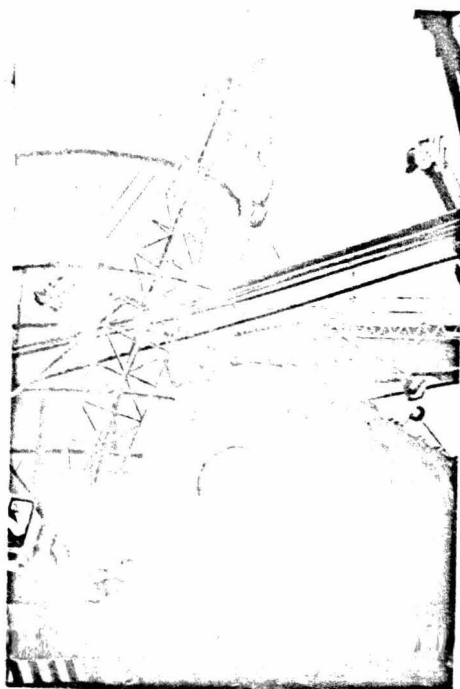
Con el desarrollo de los deodorizadores semi-continuos, la Industria perdió mucho su interés en el sistema Continuo.

SISTEMA DE DEODORIZACION BATCH

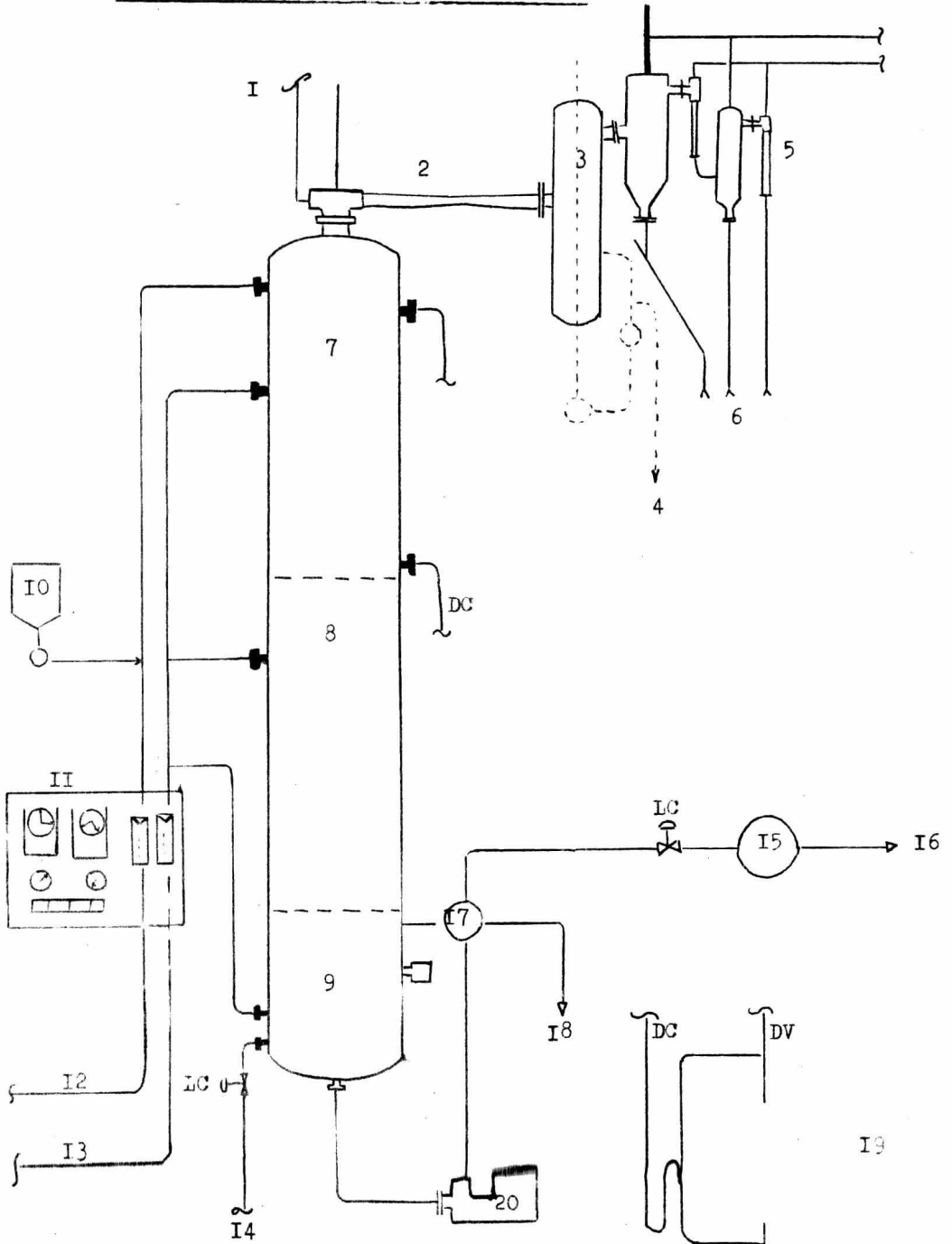


SISTEMA DE DEODORIZACION BATCH

- I.- Vapor .
- 2.- Sistema de vacio.
- 3.- Agua.
- 4.- Vapor.
- 5.- Salida al sistema de enfriamiento y recirculación de agua.
- 6.- Alimentación de aceite.
- 7.- Nivel de aceite.
- 8.- Calentador & enfriador
- 9.- Salida de agua.
- IO.- Vapor.
- II.- Inyección de vapor.
- I2.- Agua fria.
- I3.- Bomba para aceite.
- I4.- Aceite deodorizado.

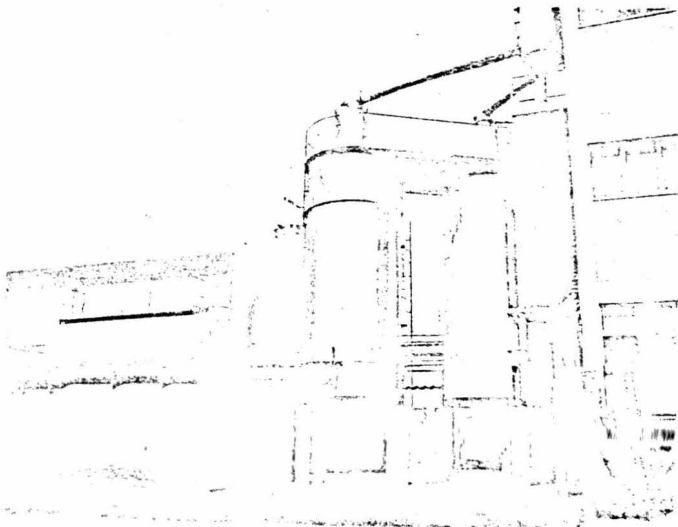


SISTEMA DE DEODORIZACION CONTINUA

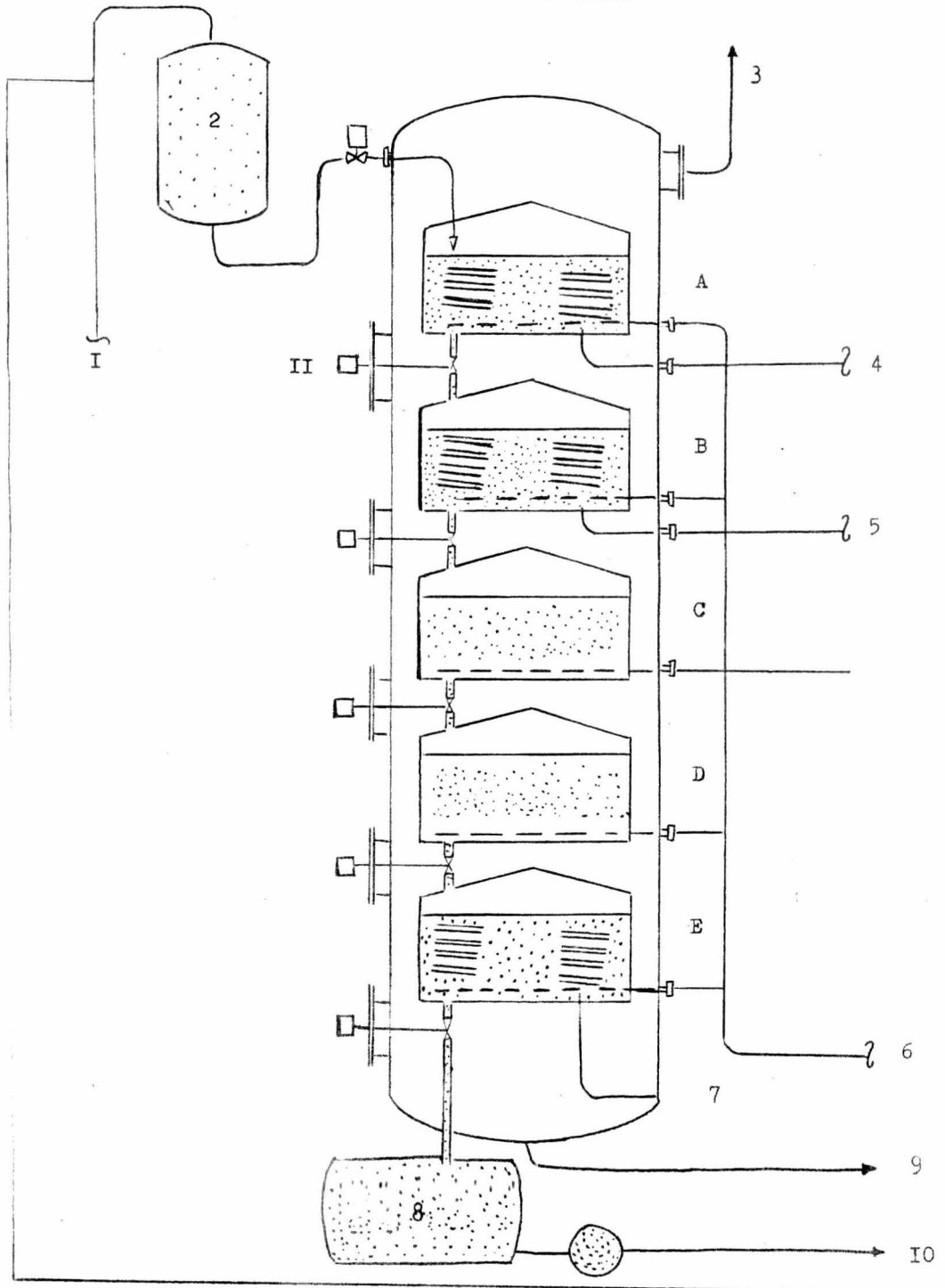


SISTEMA DE DEODORIZACION CONTINUA

- I.- Vapor.
- 2.- Sistema de vacío.
- 3.- Recuperador de ácidos grasos.
- 4.- Ácidos grasos.
- 5.- sistema de vacío.
- 6.- Al sistema de enfriamiento y recirculación de agua.
- 7.- Sección de calentamiento.
- 8.- Sección de deodorización.
- 9.- Sección de pre-enfriado.
- 10.- Sistema de ac. cítrico.
- 11.- Panel de auto-control-
- 12.- Alimentación de aceite .
- 13.- Inyección de vapor.
- 14.- Agua fría.
- 15.- Filtro.
- 16.- Aceite deodorizado.
- 17.- Enfriador final.
- 18.- Salida de agua. .
- 19.- Sistema de Dowtherm.
- 20.- Bomba para aceite.

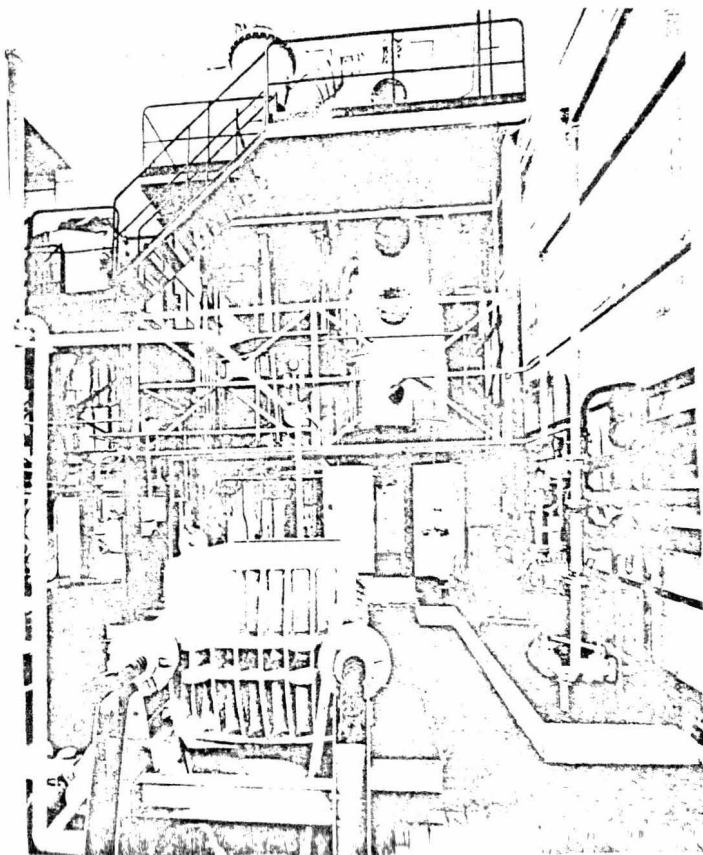


SISTEMA DE DEODORIZACION SEMI-CONTINUA



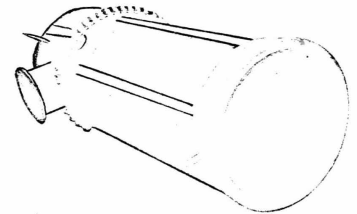
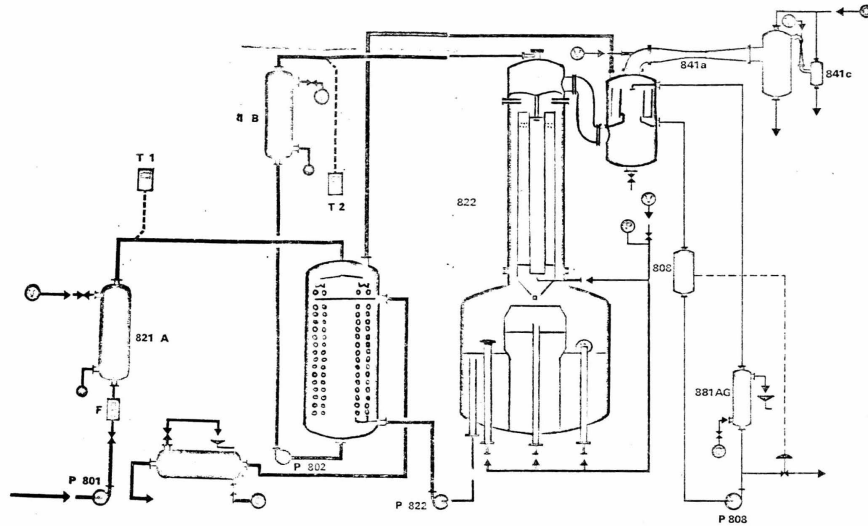
SISTEMA DE DEODORIZACION SEMI-CONTINUA

- I.- Alimentación del aceite.
- 2.- Tanque medidor de aceite.
- 3.- Vapor al sistema de vacio.
- 4.6 Vapor caliente.
- 5.- Vapor de Dowtherm.
- 6.- Inyección de vapor .
- 7.- Agua fria.
- 8.- Tanque de bajada.
- 9.- Desague.
- 10.- Aceite deodorizado.



Equipo Planta de Deodorización

- P801 Bomba de alimentación
- F Rotámetro de alimentación
- 821A Recalentador de entrada
- 802 Desgasificador-intercambiador
- P802 Bomba intermedia
- 821B Recalentador final
- 822 Desodorizador
- 814 Condensador separador de ácidos grasos
- 841a Eyectador de alto vacío
- 841b Condensador barométrico
- 841c Grupo de vacío barométrico
- P822 Bomba de salida
- 881 Enfriador final
- V Entrada de vapor
- P Manómetro
- T1, T2 Registradores de temperatura (vacuómetros)
- O Agua
- 808 Depósito de ácidos grasos
- P808 Bomba de ácidos grasos
- 881AG Enfriador de ácidos grasos



Parte superior del desodorizador (822A)

ENVASE DEL ACEITE

Para este fin se eligió una máquina modelo-HAN 4/2 de marca Aisere fabricado por Contesa S.A.

CARACTERISTICAS

Este tipo de máquina realiza su dosificación tanto en la botella de PVC, vidrio y polietileno, el cierre - de las mismas o sea el termosoldado en las botellas de polietileno y el capsulado en la botella de PVC y vidrio y a su vez - sobre el mismo ciclo lleva acoplado un sistema de etiquetado - automático, el sistema es rotatorio, ya que por el mismo sitio donde entra la botella, vuelven a salir dispuestas a ser empaquetadas. Es muy importante indicar que la botella una vez dispuesta para ser embalada, salen a una bandeja de acumulación sin tener necesidad de que un operador este pendiente para poder sacar las botellas de la cinta ya que esta misma persona - pueda realizar el trabajo de colocar las botellas en cajas.

Producción de este grupo:

1400 a 1600 botellas / hr.

12800 botellas por turno.

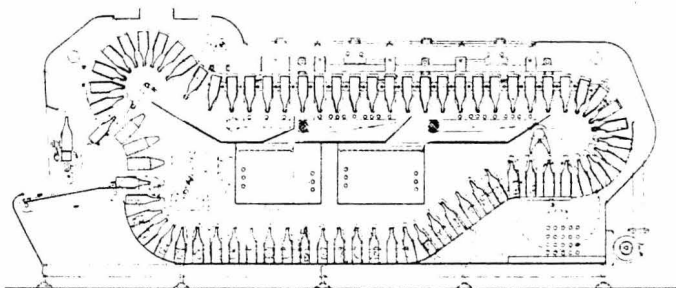
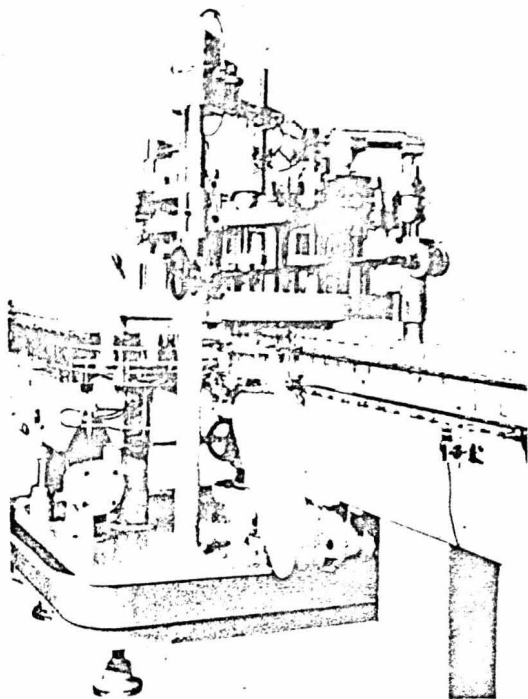
1000 cartones con 12 botellas

Llenado : Se efectúa por medición volumétrica.

Cerrado : Según las necesidades del cliente, puede efectuarse el cierre por cápsulas de aluminio o con tapón de plástico, en el caso de botellas de plástico flexible el cierre se realiza por termosoldado.

Para prevenir la oxidación del aceite es esencial que no halla aire en el contenido del contenedor.

El almacenaje de aceite empaquetados a baja temperatura prolonga el periodo de efectividad.



ENVASADO DE ACEITE

MÉTODOS DE ANALISIS.

Los métodos empleados para la realización de este trabajo fueron sacados de las reglas del American Oil Chemists Society, y adaptados al Laboratorio de la Planta.

Métodos Empleados:

a).- Índice de Refracción.

Para esta propiedad física, las determinaciones se efectuaron usando un refractómetro de Abbe, marca-Carl Zeiss a 25°C.

b).- Densidad.

Considerando importante ésta, para la caracterización de los aceites, las determinaciones se efectuaron usando un Pénómetro de volúmen conocido con termómetro para controlar la-temperatura.

c).- Humedad.

La humedad de un aceite depende generalmente de la-variiedad de la planta, época de recolección, zona de cultivo, mé-todo de almacenaje de la semilla, edad de ésta etc.

Las determinaciones de la semilla se hicieron: en--una balanza para determinación de la humedad marca Cenco y un --segundo método en estufa a 110°C durante 10 a 12 horas.

La preparación de las muestras se efectuó moliendo-la semilla después de pesada.

d).- Cenizas.

Las determinaciones se efectuaron calcinando las --muestras a la mufla, a diferentes temperaturas y tiempos, en cri-soles de porcelana de diferentes diámetros.

e).- Contenido de Aceite.

Se usó el Método de extracción de Sox--hlet.

Se molió finalmente la semilla, secamos en la estufa a temperatura 110°C y se siguió el siguiente paso:

Extractor de Soxhlet, 50 ml.
Eter etílico grado reactivo

Procedimiento:

Se pesaron aproximadamente 5 grs. de muestra y se colocaron en el extractor, empleando éter etílico. Después de 3 horas de extracción se sacó la muestra, se pulverizó en mortero añadiéndole arena neutra y se extrajo de nuevo durante una hora y media. Se evaporó el disolvente hasta peso constante, paraenseguida efectuar los siguientes cálculos.

$$\% \text{ aceite } \frac{\text{peso aceite} \times 100}{\text{Peso de la Muestra}}$$

f).- Índice de Saponificación.

Se usó el Método de Saponificación con exceso de álcali y titulación o del álcali remanente.

El índice de saponificación se emplea para determinar el peso molecular de grasas y aceites, su valor nos da la medida del tamaño de los ácidos grasos que constituyen la molécula de grada o aceite. Se expresa como cantidad de álcali requerida para saponificar una cantidad definida de grasa o aceite y comúnmente se reporta como número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar un gramo de grasa, puede expresarse también como la cantidad de gramos de grasa saponificados por un ml (58.108 g.) de hidróxido de potasio.

Se emplea frecuentemente en la identificación de aceites desconocidos tanto la composición de las mezclas como su designación comercial.

Este método fue desarrollado originalmente por Kottstofer en 1819 y continúa sin modificaciones hasta ahora.

El procedimiento general indica en exceso de solución de hidróxido de potasio en acohól con un peso conocido de la muestra, titulando el hidróxido remanente con una solución de ácido volarada y calcular por diferencia la cantidad de álcali que reacción en la mezcla. Si la saponificación no es total, los resultados serán erróneos. La cantidad de materias in saponificables como aceites minerales, retardan la racción. Se--

recomienda evitar la pérdida de esteres volátiles usando condensadores adecuados.

Reactivos:

Solución de Hidróxido de Potasio alcohólica al 40% debe mantenerse a una temperaturas bajas, además la solución debe mantenerse clara.

- Solución de Acido Clorhídrico 0.5 N
- Indicador de Fenolftaleína.

Procedimiento;

Se eliminó la humedad de las muestras y se pesaron entre 4 y 5 g, para cada determinación, se colocaron en un matraz de 200 ml. agregándose 50 ml de sol, alcohólica de potasa con una pipeta volumétrica. Se colocó un refrigerante de agua y la mezcla se somete a ebullición durante una hora; se deja enfriar y se agrega la fenolftaleína, titulándose en HCL 0.5 N. En cada determinación debe correrse un blanco que contenga todos los reactivos excepto la muestra.

Los cálculos se efectuaron como sigue:

$$IS. = \frac{(B-S) \times N \times 56.1}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

- B= Volúmen de HCL usado en el Blanco
- S= Volúmen de HCL usado en la muestra
- N= Normalidad de la solución de HCL.

Indice de Yodo

El valor de yodo es una medida de la insaturación de los aceites industriales y sus derivados, se expresa en terminos de número de centigramos de yodo absorbido por gramo de muestra (% de yodo absorbido), aplicable a aceites industriales normales y sus derivados.

Método empleado: Se usó el método Wijs.

Se prefirió este método por la facilidad en el manejo de reactivos y la rapidéz que presenta.

El procedimiento requiere de la adición de un exceso de halógeno o agente halogenante a la muestra, reducción del exceso con ioduro de potasio y titulación del yodo liberado con solución valorada de tiosulfato de sodio.

A. Aparatos

- 1.- Matraz erlenmeyer 500 ml.
- 2.- Matraz aforado 1000 ml.
- 3.- Pipetas de 5 , 20 , 25 ml.

B. Reactivos

- 1.- Acido acético glacial grado reactivo.
- 2.- Yoduro de potasio grado reactivo.
- 3.- Cloro 99.8 % de pureza.
- 4.- Acido Clorhídrico grado reactivo.
- 5.- Solución de almidón .
- 6.- Dicromato de potasio.
- 7.- Tiosulfato de sodio.
- 8.- Yodo grado reactivo.
- 9.- Tetracloruro de carbono.

C. Soluciones

- 1.- Solución de yoduro de potasio.

Disolver 150 gramos de yoduro de potasio en agua destilada y aforar a un litro.

- 2.- Solución de almidón .

Hacer una pasta homogénea con 10 gramos de almidón en agua destilada fría, adicionar a esta un litro de agua destilada hervida, y 0.5 gramos de benzoato de sodio .

- 3.- Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N .

Disolver 24.9 gramos de tiosulfato de sodio en agua destilada y aforarba un litro, para la estandarización de esta solución se practica lo siguiente. Pesar entre 0.16 a 0.2 gramos de dicromato de potasio en un matraz de 500 ml. , disolver en 25 ml. de agua destilada, adicionando 5 ml. de acido --- clorhídrico y 20 ml. de solución de yoduro de potasio agitar --- y dejar reposar durante 5 min. y adicionar 100 ml. de agua destilada. Titular la solución de tiosulfato de sodio, agitando --- continuamente hasta que el color amarillo desaparesca, enseguida adicionar 2 ml. de solución de almidón y continuar la titulación con tiosulfato hasta que desaparesca el color rosa haya desaparecido.

Calculos de la normalidad del tiosulfato de sodio.

$$\text{Normalidad Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{20.394 \times \text{peso K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{ml. solución Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

4.- Solución de Wijs.

Disolver 13 gramos de yodo en un litro de acido acetico glacial enfriar y tomar 100 ml y guardar en lugar frío pasar gas de cloro seco en la solución de yodo, la solución de Wijs toma un color característico cuando se le ha adicionado --- la cantidad de cloro requerida esto puede servir de referencia para un punto final, después esta solución se titula con tiosulfato de sodio para obtener un valor que sirva de referencia --- para el cálculo.

D. Procedimiento

1.- Fundir la muestra, si no lo es completamente líquida y filtrar para remover las impurezas.

2.- Pesar una muestra en un matraz añadiendo --- tetracloruro de carbono, para disolver la muestra completamente.

Peso de muestra recomendado según las reglas para los diferentes índices de yodo en aceites y grasas.

Valor de Yddo Peso de la muestra (gramos)

3	10.0	10.0
5	6.64	5.07
10	3.17	2.53

20	I.58	.846
40	.79	.634
60	.52	.423
80	.39	.317
100	.31	.257
120	.26	.183
140	.22	.158
160	.19	.157
180	.17	.140
200	.15	.126

3.- Añadir con la pipeta graduada 25 ml. de la solución de Wijs, y guardar durante 30 min. en lugar obscuro -- para reacción completa.

4.- Preparar un blanco, siguiendo los pasos anteriores.

5.- Después del reposo de 30 min. agregar a la muestra 20 ml. de solución de yoduro de potasio y 100 ml de agua destilada .

6.- Titular con solución 0.1 N de tiosulfato de sodio añadiéndolo gradualmente hasta que desaparezca el color amarillo de la solución enseguida añadir 2 ml. de solución de almidón continuando la titulación hasta que el color azul desaparezca.

Cálculos:

$$\text{Indice de Yodo} = \frac{(B - S) \times N \times 12.69}{P. M.}$$

B = Titulación del blanco.

S = Titulación de la muestra.

N = Normalidad del tiosulfato de sodio.

1).- Acidéz

Acidéz como oleico.

Es el número de miligramos de hidróxido de sodio requeridos para neutralizar la acidéz libre en determinada muestra.

A.Reactivos

1.- Alcohol etílico, previamente neutralizado, utilizando fenolftaleina como indicador.

2.- Indicador de fenolftaleina al 1 % .

3.- Solución valorada de hidróxido de potasio

B. Procedimiento

% FFA	Gramos de muestra	ml. NaOH	Conc. NaOH
0.0,0.2	56.4	50	0.1 N
I	28.2	50	0.1 N
I a 30	7.05	75	0.25 N
30 a 50	7.05	100	0.25 N
50 a 100	3.52	100	1.00 N

1.- Antes de pesar la muestra debe mezclarse perfectamente.

2.- Usando la tabla anterior, pesar la cantidad de muestra con varios rangos de FFA en un matr az erlenmeyer.

3.- Adicionar la cantidad espec fica de alcohol neutralizado, caliente .

4.- Adicionar 2 ml. de indicador de fenolftaleina.

5.- Titular con hidr oxido de sodio, agitando vigorosamente hasta que el color rosa permanezca constante por 30 segundos.

6.-C culos.

$$\text{FFA como oleico \%} = \frac{\text{ml.  lcali} \times \text{N} \times 28.2}{\text{peso de muestra}}$$

Resultados de los análisis químicos efectuados en laboratorio, tomándose como muestra diez diferentes procedencias de la semilla de nabo.

I.- INDICE DE REFRACCION.
temperatura = 24° C

No.	Muestra	Indice de refracción
1.-	PP	I.470 - I.472
2.-	GV	I.469 - I.474
3.-	JE	I.474 - I.475
4.-	AM	I.471 - I.474
5.-	PV	I.470 - I.474
6.-	FC	I.478 - I.479
7.-	CA	I.470 - I.473
8.-	RO	I.469 - I.474
9.-	GZ	I.469 - I.473
10-	CI	I.473 - I.474
Reportado		I.470 - I.474

2.- DENSIDAD.
Temperatura 20°C

No.	Muestra	Densidad
1.-	PP	0.9320
2.-	GV	0.9230
3.-	JE	0.9226
4.-	AM	0.9188
5.-	PV	0.9340
6.-	FC	0.9168
7.-	CA	0.9287
8.-	RO	0.9188
9.-	GZ	0.9242
10-	CI	0.9199
Reportado		0.9220 - 0.934

4.- HUMEDAD.

Se realizaron determinaciones por duplicado sin encontrar diferencias mayores al 1.3 % , se reportaron los valores promedio obtenidos.

No.	Muestra	% Humedad
1.-	PP	11.17
2.-	GV	11.43
3.-	JE	10.62
4.-	AM	11.86
5.-	PV	12.09
6.-	FC	11.37
7.-	CA	12.54
8.-	RO	12.07
9.-	GZ	11.99
10-	CI	12.64
Reportado		5 - 7

5.- CENIZAS.

Se efectuaron determinaciones por duplicado sin encontrar discrepancias mayores del 1 % , se reportan valores promedio obtenidos para cada caso.

No.	Muestra	% Cenizas
1.-	PP	5.2
2.-	GV	4.1
3.-	JE	4.7
4.-	AM	5.9
5.-	PV	3.9
6.-	FC	7.1
7.-	CA	5.2
8.-	RO	5.6
9.-	GZ	4.9
10-	CI	4.0
Reportado		4 = 6

5.- CONTENIDO DE ACEITES.

Se realizáron determinaciones hasta obtener variaciones menores de 1 %.

No.	muestra	% Aceite
I	PP	40.2
2.-	GV	40.5
3.-	JE	38.8
4.-	AM	39.6
5.-	PV	38.2
6.-	FC	38.3
7.-	CA	40.6
8.-	RO	40.9
9.-	GZ	39.1
10-	CI	40.7
Reportado		38 - 48

6.- INDICE DE SAPONIFICACION.

No.	Muestra	I.S.
I.-	PP	172.69
2.-	GV	180.4
3.-	JE	176.7
4.-	AM	172.7
5.-	PV	179.2
6.-	FC	181.5
7.-	CA	178.9
8.-	RO	180.9
9.-	GZ	175.8
10-	CI	176.5
Reportado		170 - 180

7.- INDICE DE YODO

No	Muestra	Indice de Yodo
1.-	PP	104.6
2.-	GV	104.3
3.-	JE	99.7
4.-	AM	102.3
5.-	PV	103.9
6.-	PC	97.0
7.-	CA	107.4
8.-	RO	100.7
9.-	GZ	108.0
10-	CI	96.3
Reportado		97 - 108

CONCLUSIONES DEL ANALISIS QUIMICO

Se evaluaron muestras importadas y del pais usando métodos que permiten reproducir los resultados con discrepancias menores del 1.3 % en todos los casos.

Los métodos analíticos empleados cumplen con las reglas del AOCS para aceites y grasas comestibles.

El contenido de humedad es mayor que el reportado, haciendo notar que se trataba de granos recién cosechados y que fue esta denominación la primera en reportarse.

La mayoría de las muestras tanto del pais como importadas diéron semejantes resultados, todas quedando dentro de los valores reportados en la literatura.

La información general que complementa este estudio de una visión más amplia sobre su cultivo, manejo y aprovechamiento del nabo (semilla)

Veo la necesidad para nuestro pais de incrementar los volúmenes de producción de esta oleaginosa, desarrollando las diferentes especies adecuadas a la región de cultivo al mismo tiempo fomentar la industrialización de tan provechoso aceite, creando así un mercado, e incrementar el desarrollo de la industria aceitera.

CONCLUSIONES

Del estudio anteriormente expuesto y cómo consecuencia de la investigación sobre métodos de cultivo y procesamiento de la semilla de nabo y posteriormente del aceite obtenido de la misma, he llegado a las conclusiones siguientes.

La semilla de nabo, cultivada racionalmente, vendrá a ser una gran aportación al mercado mundial de oleaginosas, y de este modo aliviará en gran parte la demanda de una población de 3,5II millones de habitantes en 1968 con un promedio de 6.8 kg. de grasas consumidas y " per capita " por año. Hoy en 1974 se supone que el promedio de consumición " per cápita " es de 8.1 kg. independientemente de que el incremento de población fué muy considerable (Esto deriva de una demanda de grasas cada vez mas importante.

El cultivo de la semilla ofrece ventajas apreciables pues se trata de una planta considerada casi silvestre y por lo tanto muy resistente a las condiciones climatológicas y de otra índole.

El precio de la semilla de nabo representa casi siempre un gran atractivo para el industrial procesador, pues siendo aquél más bajo que el de la mayoría de las oleaginosas y el contenido de aceite considerable, económicamente resulta muy favorable para su industrialización.

Contrariamente a lo que ocurre con otros aceites - el de nabo, es de fácil obtención y para su procesamiento posterior tampoco ofrece muchas dificultades.

El bagazo o pasta obtenido del prensado o extracción de la semilla, es rico en proteínas que tienen gran demanda en la industria de la alimentación ganadera y avícola.

El aceite de nabo, en tiempos pasados rechazado por considerarlo perjudicial para la salud, es por su constitución química y propiedades físicas excelente para el consumo humano, catalogado como un aceite de primera clase y aceptado unánimemente.

Considero que los puntos expuestos anteriormente servirán para fortalecer mi teoría acerca de las bondades y ventajas del cultivo de la semilla de nabo, su industrialización como oleaginosa y la utilización del aceite para consumo humano.

BIBLIOGRAFIA

Ernesto Bernardini

Oil and Fat Technology

Publishing House Tecnologie S.R.L.

Rome - 1973

Hildich T.P.

Industrial Oil and Fat products.

Mc. Graw Hill

Ann. Oil Chem. Soc.

Normas para aceites y grasas (A.O.C.S.)

EEUU - 1974

José Terrones Langone

Aspectos Tecnológicos y económicos de la industria Aceitera

México - 1970

Alten E. Bailey

Industrial Oil and Fat products.

Interscience Publishers Inc.

New York.

Eckey E.

Vegetable Fats and Oil.

John Wiley Sons Inc.

1969

John H. Perry

Chemical Engineers Handbook

Mc. Graw Hill Book Co. Inc.

1972

Refining of Oils and Fats for edible purposes

Andersen Aage Jorgen

New York.