

300627
1



UNIVERSIDAD LA SALLE

Escuela de Química
Incorporada a la U.N.A.M.

Estudio Sobre las Características, Obtención y Usos del Aceite de Anchoveta (*Engraulis mordax*)

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A

Delores Paloma Martínez Fernández

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2002





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A mi padre; a mi madre en agradecimiento por su esfuerzo y su ejemplo; a mis hermanos y abuelos; a todos mis maestros del Colegio La Florida y de la Universidad La Salle; a Toño por su apoyo; a Paloma y al bebé.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mi agradecimiento a todos aquellos que hicieron posible
la realización de este trabajo, especialmente a:

Q.F.B. Roberto Cruz Parra

Ing. Juan Antonio Torre Marina

Q.F.B. Eric Martínez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

I.	<u>OBJETIVO</u>	1
II.	<u>INTRODUCCION</u>	2
III.	<u>GENERALIDADES</u>	4
	3.1. Anchoveta	4
	3.1.1. Clasificación.....	4
	3.1.2. Características Externas.....	5
	3.1.3. Hábitat.....	5
	3.1.4. Reproducción y Ciclo de Vida.....	8
	3.1.5. Disponibilidad y Localización.....	9
	3.1.6. Ciclo de Captura.....	13
	3.1.7. Aspectos Nutricionales de la Anchoveta..	15
IV.	<u>CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL ACEITE DE PESCADO</u>	17
	4.1. Aceite de Pescado.....	17
	4.2. Características Químicas.....	19
	4.2.1. Acidos Grasos.....	19
	4.2.2. Triglicéridos.....	25
	4.2.3. Fosfolípidos.....	25
	4.2.4. Acilgliceroles con un grupo Alquil-éter.	26
	4.2.5. Ceras.....	27
	4.2.6. Vitaminas.....	27
	4.3. Características Físicas.....	27
	4.4. Recopilación de Resultados de Análisis ya Exis- tentes.....	28
	4.5. Tipos de Aceites.....	31
V.	<u>PROCESO DE OBTENCION DE HARINA Y ACEITE DE ANCHOVETA</u>	32
	5.1. Procesos Generales.....	32
	5.2. Selección Del Proceso.....	33

TESIS CON
FALLA DE OPICEN

5.3.	Descripción del Proceso de Reducción Húmeda....	35
5.3.1.	Almacenamiento.....	35
5.3.2.	Cocción.....	35
5.3.3.	Prensado.....	39
5.3.4.	Tratamiento de la Torta de Prensa.....	42
5.3.5.	Tratamiento del Líquido de Prensa.....	44
5.3.5.1.	Decantación.....	44
5.3.5.2.	Separación del Agua y el Aceite.....	48
5.3.5.3.	Pulido del Aceite.....	50
5.3.5.4.	Almacenamiento del Aceite.....	51
5.3.6.	Evaporación del agua de cola.....	51
5.3.7.	Diagrama de Flujo y de Disposición de la Planta Productora de Harina y Aceite de- Pescado.....	55
5.3.8.	Balance de Materiales.....	55
VI.	<u>PROCESO DE REFINACION DEL ACEITE DE ANCHOVETA.....</u>	59
6.1.	Objetivo del Proceso.....	59
6.2.	Análisis Previos a la Refinación.....	59
6.2.1.	Determinación del Color.....	59
6.2.2.	Determinación del Contenido de Ácidos -- Grasos Libres.....	61
6.2.3.	Determinación del Índice de Yodo.....	64
6.2.4.	Determinación de la Velocidad de Hidroge- nación.....	65
6.3.	Etapas del Proceso de Refinación.....	66
6.3.1.	Neutralización.....	66
6.3.2.	Lavado.....	70
6.3.3.	Secado.....	70
6.3.4.	Blanqueo.....	71

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

6.4.	Otras Operaciones de Refinación.....	73
6.4.1.	"Winterización".....	73
6.4.2.	Hidrogenación.....	75
6.4.3.	Deodorización.....	78
VII.	<u>USOS DEL ACEITE DE ANCHOVETA</u>	82
7.1.	Importancia del Aceite de Anchoveta.....	82
7.2.	Usos Alimenticios.....	82
7.2.1.	Elaboración de Margarina.....	84
7.2.2.	Grasas para Uso en Panificación y Repos- terfa.....	86
7.2.3.	Elaboración de Alimentos Balanceados pa- ra Ganado.....	88
7.3.	Usos Industriales.....	90
7.3.1.	Reacciones de Modificación.....	90
7.3.1.1.	Oxidación.....	91
7.3.1.2.	Polimerización.....	93
7.3.1.3.	Tratamiento con Ciclopentadieno.....	94
7.3.1.4.	Reacción con Anhídrido Maléico.....	94
7.3.1.5.	Formación de Resinas Alquídicas.....	95
7.3.2.	Recubrimientos Protectores.....	99
7.3.3.	Lubricantes.....	100
7.3.4.	Tratamiento de Pielés.....	104
7.3.5.	Impermeabilizantes y Selladores.....	105
7.3.6.	Tintas para Imprenta.....	106
7.3.7.	Insecticidas.....	106
7.3.8.	Flotación de Minerales.....	106
7.3.9.	Telas Repelentes al agua.....	106
7.3.10.	Antioxidantes para Hules.....	107

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

7.3.11. Manufactura de Acidos Grasos.....	107
7.4. Usos Farmacéuticos.....	109
VIII. <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	113
Lista de Tablas.....	116
Lista de Figuras	117
IX. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	118

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I. OBJETIVO

El objetivo fundamental de este Trabajo de Tesis es llevar a cabo el estudio de las características físicas y químicas del aceite de anchoveta (Engraulis mordax), así como el análisis de los procesos necesarios para su obtención y refinación, y la investigación de los posibles usos que pueden darse a este producto con fines industriales, alimenticios y farmacéuticos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II. INTRODUCCION.

Se dice con frecuencia que el futuro de la humanidad está en el mar, debido a la gran cantidad de recursos inexplorados que en él se encuentran, principalmente para fines alimenticios y de obtención de energía.

El aprovechamiento óptimo de estos recursos puede solucionar muchos de los problemas que ya enfrenta nuestro país, como son la búsqueda de fuentes de energía y de materias primas de origen distinto al petróleo y la obtención de alimentos tanto para el hombre como para los animales, de fuentes distintas a las tradicionales.

Uno de los recursos subexplotados con los que cuenta México es una especie marina llamada anchoveta (Engraulis mordax) que se captura en el litoral del Pacífico, a lo largo de las costas del estado de Baja California Norte.

Mediante el proceso que se describe en este trabajo, se obtienen tres productos que son la harina de anchoveta, los solubles de pescado y el aceite de anchoveta. En México se procesan miles de toneladas anuales de anchoveta para obtener harina destinada a la alimentación animal, y -- junto con éste que es el producto principal, se obtiene -- una gran cantidad de aceite de anchoveta al que hasta ahora no se le ha dado la importancia comercial que de hecho tiene.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En este trabajo de Tesis se describe la forma de mejorar la calidad del aceite de anchoveta que se obtiene, y se hace un estudio sobre la amplísima gama de usos a los que puede destinarse, de manera que el recurso anchovetero pueda aprovecharse en forma óptima.

III. GENERALIDADES.

3.1 ANCHOVETA

Anchoveta es el sustantivo diminutivo de Anchova, versión protuguesa de Anchoa, nombre éste último con el cual se designa en la Ictiología a las especies del género Engraulis, Cetengraulis y Anchova, aunque este trabajo se refiere en especial al primero.

La anchoveta septentrional, (Engraulis mordax) es la especie que se encuentra en los litorales de Baja California Norte en nuestro país. Otras especies de Engráulidos - de importancia comercial son la anchoveta europea (Engraulis encrasicolus) que es empleada como fuente de alimentos para el consumo humano directo, la anchoveta tropical --- (Cetengraulis mysticetus), empleada como carnada en la pesca del atún, y la anchoveta peruana (Engraulis ringens) -- cuya explotación convierte a este país en el principal productor de harina y aceite de pescado en el mundo.

3.1.1. CLASIFICACION

Dentro del reino animal, la clasificación sistemática de la anchoveta septentrional es la siguiente:

Clase: Actinopterygii (peces de aletas rayadas)

Subclase: Teleostei (peces con esqueleto más o menos osificado)

Orden: Clupeiformes (peces de forma semejante a la de la sardina)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Familia Engrulidae
Género: Engrulis
Especie: Engulis mordax

5

3.1.2. CARACTERISTICAS EXTERNAS

La de los Engáulidos se trata de una familia de peces pelágicos que se caracterizan por su mandíbula superior saliente, boca grande e inferior que se extiende por detrás del ojo, hocico puntiagudo, ojos grandes y hendidura branquial muy amplia.

Su talla o longitud varía en función de la edad y va de 85mm a 150mm (Figura 1). La determinación de la edad de la anchoveta se hace contando el número de anillos existentes en los otolitos (pequeños huesos situados en la cabeza del pez).

Se ha encontrado en relación al sexo, que las hembras son mucho más abundantes que los machos, representado las dos terceras partes (66.7%) del total de las muestras examinadas, alcanzando además un tamaño mayor.

3.1.3. HABITAT

Las anchovetas se encuentran generalmente cerca de las costas, presentando los cardúmenes movimientos estacionales. Durante el otoño e invierno suelen alejarse de la costa, regresando hacia ésta en la primavera. Estudios realizados indican que las anchovetas se sumergen considerablemente durante el día y ascienden a las capas superiores de las aguas durante la noche. (1)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

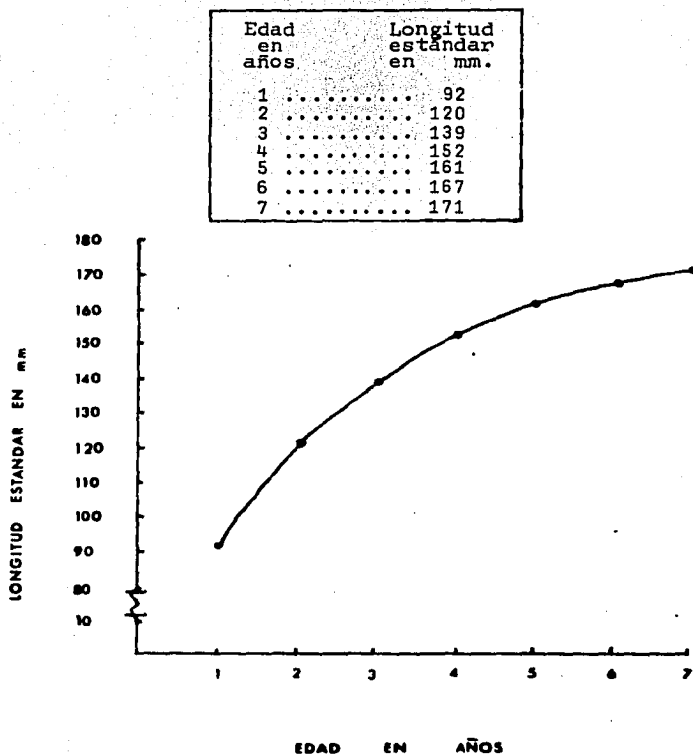


Figura 1.- Gráfica de la Longitud de la Anchoveta en Función de la Edad.

INSTITUTO
NACIONAL DE ESTADÍSTICA
Y CENSA DE ORIGEN

Estos movimientos se explican con el hecho de que las anchovetas buscan temperaturas ligeramente por debajo del promedio en estas aguas, que es de 17°C.

3.1.4 REPRODUCCION Y CICLO DE VIDA

Si bien algunas anchovetas norteañas alcanzan su madurez sexual cuando su talla es de 90 a 100 mm, al final de su primer año de vida, cerca del 50% son maduras cuando miden 130 mm o sea entre los 2 y 3 años y definitivamente la totalidad alcanza la madurez cuando tienen una longitud de 140 mm o 4 años de edad aproximadamente. (2,3)

Cada hembra madura de la anchoveta norteaña desova de 2 a 3 veces por año, totalizando de 20 mil a 30 mil huevos anualmente.

En su mayor densidad, el desove de la anchoveta tiene lugar entre Punta Concepción en California, E.U.A., y Punta San Juanico en Baja California; aún cuando también se registra desde las aguas de Columbia Británica (Canadá) hasta el extremo sur de Bahía Magdalena en la propia Baja California.

El período cúspide del desove ocurre a fines del invierno y durante la primavera.

El gran número de huevos que ponen las anchovetas -- son alargados, transparentes y flotantes; miden alrededor de 1.4. mm en su eje mayor y 0.75 mm en su eje menor. Estos huevos necesitan de 2 a 4 días para eclosionar, en función de la temperatura del agua. Las larvas recién eclosionadas

TESIS CON
TALLA DE ORIGEN

miden de 2.5 a 3 mm de longitud; son alargadas, transparentes y filiformes, y se sumergen hasta el fondo. Inicialmente su boca es prominente y no se parecen a la forma adulta hasta que miden 25 mm de longitud. (4)

La anchoveta es de corta vida, siendo escasos los -- ejemplares de 4 años y de más de 150 mm.

Tanto los peces jóvenes como los adultos se alimentan generalmente de día y su principal fuente de comida es el zooplanctón, aunque se ha observado que son predadores de peces más pequeños, aún de su propia especie.

3.1.5. DISPONIBILIDAD Y LOCALIZACION

La anchoveta es considerada como uno de los recursos más abundantes en diversos mares del mundo, especialmente en el Océano Pacífico, en donde la anchoveta septentrional o norteña se encuentra en grandes cardúmenes desde las Islas de la Reina Carlota frente a Columbia Británica (Canadá), hasta cabo San Lucas, en el extremo meridional de la Península de Baja California, en nuestro país, (fig. 2), - aunque los cruceros de investigación de FAO indican que el recurso es más abundante entre San Francisco, California y Bahía Magdalena, Baja California, es decir que el área en la que el recurso es explotable incluye la mayor parte de la costa oeste de la propia península.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

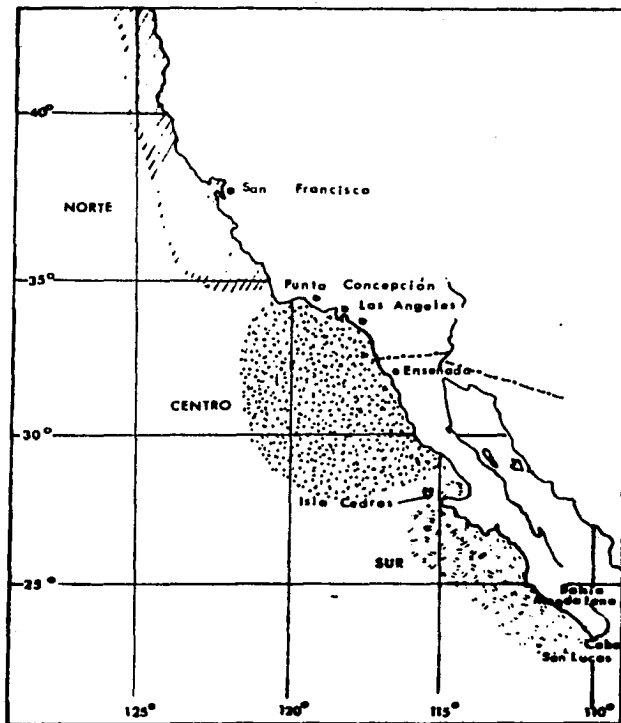


Figura 2.- Localización de la Anchoveta en las Costas de Nuestro País.

TEXIS CON
FALLA DE ORIGEN

El recurso anchovetero de Baja California disponible entre Bahía Vizcaíno y Ensenada, dentro de las 200 millas de zona económica exclusiva de pesca se ha estimado de --- acuerdo con estudios realizados por la Secretaría de Pesca y FAO, en la cantidad de 500,000 toneladas anuales.(5)

La localización del recurso en esta región se divide en tres zonas de acuerdo a su abundancia:

a) Zona centro. Es la de mayor abundancia; es común a México y a Estados Unidos y se localiza entre Punta Concepción e Isla Cedros.

b) Zona sur. Localizada entre Isla Cedros y Bahía -- Magdalena. Es exclusiva de nuestro país.

c) Zona norte. Se encuentra al norte de Punta Concepción, con relativamente poca abundancia de anchoveta.

Como puede apreciarse en la Tabla 1, casi la totalidad del recurso anchovetero se captura en el Litoral del - Pacífico, en el estado de Baja California Norte, en la zona centro mencionada anteriormente.

De esta misma tabla 1 se desprenden los siguientes - datos: de 1973 a 1981 el volúmen de la explotación de anchoveta aumentó en un 2,250%. Si tomamos en cuenta que este volúmen de 367,304 toneladas es menor que las 500,000 -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Volúmen de la Explotación Pesquera Nacional de Anchoveta por Litorales, Regiones y Entidades Federales. (toneladas)

	1973		1981	
TOTAL	16,288	100%	367,304	100%
<u>Litoral del Pacífico</u>	15,741	96.65%	367.270	99.99%
<u>Región I</u>	15,741	96.65%	367.270	99.99%
Baja California Norte	15,741	96.65%	367.270	99.99%
Baja California Sur	-	-	-	-
<u>Región II</u>	-	-	-	-
Sonora	-	-	-	-
Sinaloa	-	-	-	-
Nayarit	-	-	-	-
<u>Región III</u>	-	-	-	-
Jalisco	-	-	-	-
Colima	-	-	-	-
Michoacán	-	-	-	-
<u>Región IV</u>	-	-	-	-
Guerrero	-	-	-	-
Oaxaca	-	-	-	-
Chiapas	-	-	-	-
<u>Litoral del golfo y el Caribe</u>	547	3.35%	34	NS
<u>Región V</u>	-	-	-	-
Tamaulipas	-	-	-	-
Veracruz	-	-	-	-
<u>Región VI</u>	547	3.35%	34	NS
Tabasco	-	-	-	-
Campeche	-	-	-	-
Yucatán	547	3.35%	34	NS
Quintana Roo	-	-	-	-

NS- No significativo

Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto (1981) (6,10)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

toneladas año disponibles según los estudios de la FAO, -- puede verse que esta especie es un recurso a cuya explotación puede enfocarse la industria para la obtención de productos de importancia económica, como son la harina y el aceite de pescado.

Por otra parte, la anchoveta representó en 1981 un -- 23.46% (tabla 2) del total del volúmen de la explotación -- pesquera nacional, porcentaje ya importante que puede incrementarse y traer como consecuencia la creación de industrias destinadas a la elaboración de harina y aceite de -- pescado.

3.1.6 CICLO DE CAPTURA.

Al regresar la anchoveta a las aguas costeras durante la primavera para permanecer en ellas durante el verano y parte del otoño, hace que la pesca tenga mayor éxito precisamente en esa época, pues cuando se desplaza mar adentro, el gasto por transporte y el tiempo requerido para -- realizar la captura, incrementan el costo del producto.

Durante el período en que la anchoveta se encuentra cerca de la costa, las embarcaciones efectúan su captura -- entre 1 y 18 km de la ribera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T A B L A 2

Volúmen de la Explotación Pesquera Nacional de 1973 a 1981.
Peso desembarcado (toneladas).

Año	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Total	358.000	389,969	451,330	524,689	562,106	703,501	850,525	1,257,146	1,565,465
Anchoveta	26,288	42,630	60,014	78,475	144,060	144,877	200,430	327,638	367,304
Porcentaje correspondiente a Anchoveta.	4.55%	10.93%	13.29%	14.95%	25.62%	20.59%	23.56%	26.06%	23.46%

Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto (6,7,10).

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

3.1.7. ASPECTOS NUTRICIONALES DE LA ANCHOVETA

Según datos proporcionados por FAO¹³, la composición porcentual de la anchoveta es la siguiente:

Proteína.....	18%
Grasa.....	6-30%
Ceniza.....	2.5
Agua.....	49.5 - 73.5%

Otros análisis efectuados (14), indican que la composición promedio de la anchoveta es la siguiente:

Sólidos.....	19.2%
Proteínas-	16%
Minerales-	3.2%
Aceite.....	8%
Agua.....	72.8%

De estos componentes, el contenido de aceite es el más variable, dependiendo de la época del año y el hábitat. Estas variaciones afectan la textura del pescado y la calidad y valor comercial del aceite resultante.

La acumulación de aceite en la anchoveta depende -- principalmente de los factores hidrológicos que son responsables de la distribución del plancton del cual se alimenta. Otros factores como el ciclo de desove, la migración y el incremento de la población tienen también una marcada influencia en el contenido de aceite de pescado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Durante la vida de la anchoveta hay un marcado incremento del contenido de aceite durante los meses de marzo, abril y mayo, hasta que en la época del desove el pez deja de comer, hecho que trae como consecuencia un decremento en el contenido de aceite.

TESIS CON
FALLA DE CRISTAL

IV. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL ACEITE DE PESCADO

4.1. ACEITE DE PESCADO

Los aceites de pescado se pueden obtener de dos clases de peces:

Los teleósteos, que tienen un esqueleto interno calcificado, como la anchoveta, el salmón, el bacalao, el arenque y la sardina, y los selacios, que tienen un esqueleto interno cartilaginoso como el tiburón y la raya. Estos peces pueden ser tanto pelágicos como demersales.

Algunos de los peces teleósteos como el bacalao tienen prácticamente todo el aceite localizado en su gran hígado, mientras que otros peces de este grupo como la anchoveta, el salmón y el arenque, tienen la mayor parte del aceite distribuido en el tejido muscular y muy poco en el hígado, que en ellos es más bien pequeño. (15)

La grasa que ingiere un pez es utilizada para satisfacer los requerimientos energéticos de su organismo. Cuando la cantidad de grasa que ha ingerido es mayor que la que necesita, el exceso se almacena como reserva en el tejido adiposo para su uso futuro. Las características de la grasa depositada dependen de las de la grasa ingerida.

Cuando el animal ingiere pequeñas cantidades de grasa no común a su dieta, su organismo trata de modificarla para hacerla similar a la grasa almacenada, pero cuando la cantidad de grasa extraña a la dieta es muy grande, solo una pequeña parte es modificada y el resto se almacena en su forma original (16).

Además del mencionado antes, existen otros factores - que influyen en las características y cantidad de la grasa en los peces. (15)

a) Especie. El hecho de que especies similares de peces tienen depósitos de grasa con las mismas características, implica que el pez puede modificar las grasas ingeridas o bien, que puede seleccionar su dieta.

b) Ciclo de desove y Hábitos Alimenticios. El ciclo - desove tiene una gran influencia en los hábitos alimenticios de los peces. Generalmente el pez deja de comer antes del - desove y como consecuencia hay una gran mengua en las reservas de grasa durante ese período.

c) Temperatura. Los pescados capturados en regiones - septentrionales tienen un aceite con mayor grado de insaturación que los de la misma especie capturados en latitudes - más calidas.

d) Disponibilidad de Alimento. Este factor depende -- del tamaño del cardúmen.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS

Los aceites de pescado contienen principalmente ésteres de ácidos grasos y glicerol. Su composición general -- es la siguiente:

a) Contienen alrededor de un 25% de ácidos grasos saturados y un 75% de ácidos grasos altamente insaturados.

b) La mayor parte de los ácidos grasos insaturados -- la forman los que tienen de 16 a 22 átomos de carbono y de 1 a 6 dobles enlaces en su cadena.

c) La composición de las sustancias insaponificables que contienen varía considerablemente.

d) Los aceites de hígado de pescado contienen gran-- cantidad de colesterol, mientras que los aceites de pescado entero poseen pequeñas cantidades de este compuesto.

e) La estructura de los mono, di y triglicéridos de los aceites de pescado es más compleja que la de los glicéridos de origen vegetal y de animales terrestres por la -- presencia de una mayor proporción de ácidos grasos altamente insaturados.

Se puede clasificar a los lípidos presentes en los -- aceites de pescado en: ácidos grasos, triglicéridos (triacilgliceroles), fosfolípidos, acilgliceroles con un grupo-- alquil-éter y ceras. (17).

4.2.1. ACIDOS GRASOS

En los aceites de pescado se encuentra a los ácidos--

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

grasos asociados con el glicerol en forma de mono, di o tri glicéridos, como sustituyentes en los fosfolípidos y otros lípidos, o bien en forma libre.

Los ácidos grasos que se encuentran en los aceites de origen marino son tanto saturados como monoinsaturados y en mayor proporción poliinsaturados.

La fórmula $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_x (\text{CH}=\text{CH CH}_2)_n (\text{CH}_2)_y \text{COOH}$

(donde "n" vá de cero a seis), ilustra el tipo de ácidos -- grasos común a los aceites de pescado.

Alrededor del 97% de los ácidos grasos en estos aceites tienen un número par de átomos de carbono en su cadena, pero existen notables excepciones. De hecho se sabe que los ácidos grasos con un número non de átomos de carbono -- existen en todos los aceites de pescado. Se han aislado ácidos grasos con número non de átomos de carbono tanto en cadena ramificada como de cadena lineal. (9)

Prácticamente todos los dobles enlaces de los ácidos grasos presentes en aceites de pescado pertenecen a la configuración *cis*, y en casi todos los casos dos dobles enlaces se hallan separados por un grupo metileno (-CH₂-).

Los ácidos grasos saturados generalmente tienen una longitud de cadena en el rango de C₁₂ (ácido láurico) a C₂₄ (ácido lignocérico), aunque también se pueden encontrar trazas de C₈ y C₁₀. Los ácidos grasos saturados que se encuentran en mayor proporción en los aceites de pescado son el ácido palmítico, el ácido esteárico y el ácido mirístico.

TESIS CON
FALLA DE COPIEN

La tabla 3 muestra las características de los ácidos grasos saturados presentes en los aceites marinos.

Los ácidos grasos insaturados que poseen los aceites de pescado tienen de uno a seis dobles enlaces, y de 14 a 22 átomos de carbono.

En la Tabla 4 se encuentran las características de dichos ácidos grasos insaturados.

Cuatro ácidos grasos monoinsaturados representan casi la mitad de los ácidos grasos presentes en los aceites marinos. Los cuatro se encuentran como mezclas de isómeros aunque los predominantes son: 16:1^{Δ7} (ácido oléico), 20:1^{Δ9} (gadoléico) y 22:1^{Δ11} (ácido cetoléico).

El ácido oléico es el ácido graso insaturado más abundante en este tipo de aceites.

En los lípidos y aceites de pescado los ácidos grasos poliinsaturados predominantes son los de la serie del ácido linoléico, es decir, los que tienen un doble enlace que dista tres átomos de carbono del grupo metil terminal. Los dos más importantes representantes de esta serie son el ácido eicosapentaénico y el ácido cuplanodónico. (18)

Aparentemente muchas especies de peces, entre ellas la anchoveta, obtienen el ácido eicosapentaénico directa--

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3.- Acidos Grasos Saturados Presentes en los Aceites de Pescado.

Nombre común	Fórmula	Peso Molecular	Punto de fusión(°C)
Isovalérico	$C_5H_{10}O_2$	102.1	37.6
Caprílico	$C_8H_{16}O_2$	144.2	16.3
Cáprico	$C_{10}H_{20}O_2$	172.3	31.3
Laúrico	$C_{12}H_{24}O_2$	200.3	44.2
Mirístico	$C_{14}H_{28}O_2$	228.4	52.3
Palmítico	$C_{16}H_{32}O_2$	256.4	63.1
Estearico	$C_{18}H_{36}O_2$	284.5	69.6
Araquídico	$C_{20}H_{40}O_2$	312.5	75.4
Behénico	$C_{22}H_{44}O_2$	340.6	80.0
Lignocérico	$C_{24}H_{48}O_2$	368.6	84.2

Fuente: Fisheries Research Board of Canada. J.C. Stevenson, Editor. (15).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 4.- Acidos Grasos Insaturados Presentes en los Aceites de Pescado.

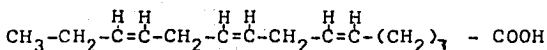
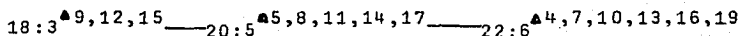
Nombre común	Fórmula	Número de dobles enlaces	Posición de los dobles enlaces	Índice de Iodo	Peso Molecular
Caproléico	$C_{10}H_{18}O_2$	1	9	149.1	170.1
Lauroléico	$C_{12}H_{22}O_2$	1	9	128.0	198.2
Myristoléico	$C_{14}H_{26}O_2$	1	9	112.2	226.2
	$C_{14}H_{26}O_2$	1	5	112.2	226.2
Palmitoléico	$C_{16}H_{30}O_2$	1	9	99.8	254.2
Hiragónico	$C_{16}H_{26}O_2$	3	6,10,14	304.2	250.2
Oléico	$C_{18}H_{34}O_2$	1	9	89.9	282.2
Vaccénico	$C_{18}H_{34}O_2$	1	11	89.9	282.2
	$C_{18}H_{32}O_2$	2	...	181.1	280.2
	$C_{18}H_{30}O_2$	3	...	273.7	278.2
Moréctico	$C_{18}H_{28}O_2$	4	4,8,12,15	367.5	276.2
Gadoléico	$C_{20}H_{38}O_2$	1	9	81.7	310.3
Conodónico	$C_{20}H_{38}O_2$	1	11	81.7	310.3
	$C_{20}H_{36}O_2$	2	11,14	164.6	308.3
	$C_{20}H_{34}O_2$	3	8,11,14	248.6	308.3
	$C_{20}H_{32}O_2$	4	4,8,12,16	333.7	304.2
	$C_{20}H_{32}O_2$	4	6,10,14,18	333.7	304.2
	$C_{20}H_{30}O_2$	5	4,8,12,15,18	419.9	302.2
Cetoléico	$C_{22}H_{42}O_2$	1	11	75.0	338.3
	$C_{22}H_{40}O_2$	2	11,14	150.7	336.3
	$C_{22}H_{38}O_2$	3	8,11,14	227.8	334.3
Cuplanodónico	$C_{22}H_{34}O_2$	5	4,8,12,15,19	384.2	330.3
	$C_{22}H_{32}O_2$	6	.....	463.8	328.3
Selacoléico	$C_{24}H_{46}O_2$	1	15	69.2	366.4
Escoliodónico	$C_{24}H_{38}O_2$	5	.....	354.2	358.3
Nisínico	$C_{24}H_{36}O_2$	6	4,8,12,15,18,21	427.5	356.3
Bonitónico	$C_{24}H_{34}O_2$	7	.....	501.4	354.3
Shíbico	$C_{26}H_{42}O_2$	5	.....	328.5	386.3
Thnínico	$C_{26}H_{40}O_2$	6	.....	396.3	384.3

Fuente: Fisheries Research Board of Canada. J.C. Stevenson, Editor (15).

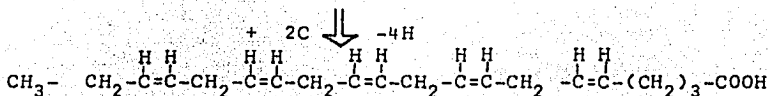
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

mente del plancton del que se alimentan y a partir de él sintetizan otros ácidos grasos, agregando carbonos y dobles enlaces.

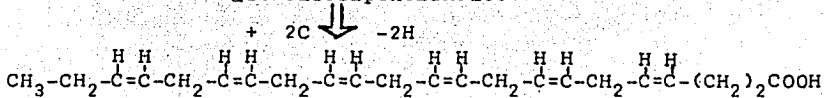
Se ha demostrado también, usando acetato marcado con carbono-14, que los ácidos grasos poliinsaturados de 20 y 22 C se sintetizan a partir del ácido linoléico como precursor (18). La probable ruta metabólica para esta conversión es la siguiente:



ac. Linoléico



ac. eicosapentaenóico



ac. cuplanodónico

El ácido linoléico como tal, se encuentra en pequeña proporción en los aceites de pescado, pero los que a partir de él se sintetizan y que contienen 5 y 6 dobles enlaces, -- son los más característicos de estos aceites.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es posible también que el ácido linolénico sufra de una degradación parcial y una posterior re-síntesis, antes de la elongación de la cadena para obtener otros ácidos. (16)

4.2.2. TRIGLICERIDOS

Los triglicéridos son generalmente la principal --- fuente de ácidos grasos en los aceites de origen marino.

Tanto en los animales terrestres como en los marinos y en los vegetales, la posición de los ácidos grasos en los triglicéridos obedece a ciertas reglas; los ácidos -- grasos poliinsaturados se encuentran preferentemente en la posición 2 del glicerol. En los peces, los ácidos eico sapentaenóico y cuplanodónico son los que en forma principal ocupan esa posición.

4.2.3. FOSFOLIPIDOS

Los principales fosfolípidos que se encuentran en los animales marinos son las fosfatidil colinas (lecitinas) y fosfatidil etanolaminas (cefalinas). También se ha demostrado la presencia de cardiolipinas, fosfatidil inositol, cerebrósidos, esfingomielinas y plasmalógenos. (19).

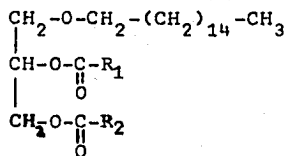
Los ácidos grasos poliinsaturados de 20 y 22 carbonos, característicos de los aceites de pescado, se encuentran formando parte de los fosfolípidos en cantidades relativamente altas en comparación con los triglicéridos, -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

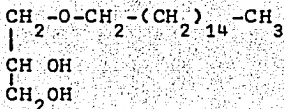
y se localizan principalmente en la posición 2 del glicerol a semejanza de éstos.

4.2.4 ACILGLYCEROLOS CON UN GRUPO ALQUIL-ETER.

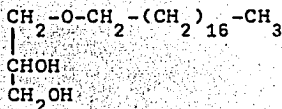
Los compuestos de este tipo contienen ácidos grasos - esterificados con los hidroxilos 1 y 2 del glicerol; el hidroxilo restante está unido por un enlace éter a la cadena de un alcano o alqueno como se ve en la siguiente fórmula:



Dentro de este grupo, en la fracción insaponificable de los aceites de pescado, se encuentran también los éteres de glicerol, en los que los hidroxilos 1 y 2 no se encuentran esterificados. En los aceites a los que se refiere este estudio se han encontrado los alcoholes quimífico y batfílico.



Alcohol quimífico



Alcohol batfílico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las cadenas de hidrocarburos de los ésteres de glicero_l presentes en los aceites de pescado son principalmente saturadas o monoinsaturadas y con un número par de átomos de carbono, desde 14 hasta 22. Las cadenas de número impar de átomos de carbono, las ramificadas o las poliinsaturadas se encuentran sólo en pequeñas cantidades. (20)

4.2.5 CERAS

Sos ésteres sólidos, insolubles en agua formados por la unión de ácidos grasos con alcoholes monohidroxílicos de cadena larga. En los aceites de pescado dichos alcoholes son principalmente el hexadecanol y el 9-octadecanol.

Estos compuestos sirven probablemente como reserva de energía.

4.2.6 VITAMINAS

El aceite de pescado contiene vitaminas A y D y en mayor proporción vitamina E, principalmente α -tocoferol, normalmente de 200 a 300 mg/g de aceite. (18)

4.3. CARACTERISTICAS FISICAS

El aceite de pescado es un líquido denso, con olor característico.

ESTE CON
FALLA DE ORIGEN

No es posible mencionar datos exactos acerca de las características físicas de estos aceites, ya que dependen de su grado de pureza, del estado en el que se encuentra el pescado del que se extrae el aceite, de si ha sido o no refinado, tanto la densidad como el punto de fusión de ebullición, el color y el olor varían considerablemente.

El color, por ejemplo, puede ir desde un amarillo --verdoso traslúcido en un aceite de buena calidad, hasta un color pardo opaco en un aceite deteriorado.

4.4. RECOPIACION DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS YA EXISTENTES.

Tabla 5.- Composición Típica del Aceite de Anchoveta Crudo.

Substancia	Máximo	Mínimo	Promedio
%Acidos grasos libres	2.8	1.7	2.2
%Humedad	0.55	0.30	0.415
%Impurezas	0.060	0.045	0.0495
Indice de Iodo	185	183	184
%Insaponificables	1.2	0.9	1.0
%Color Gardner	9	--	--

Fuente: Servicio de Pesquería, Ministerio de Agricultura del Perú (1970). (14).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 6.- Porcentaje de Acidos Grasos en el Aceite de Anchoqueta.

Longitud de Cadena	Número de Dobles Enlaces	Composición %
C ₁₂	0	0.16
C ₁₄	0	12.40
C ₁₅	0	0.46
C ₁₆	0	20.50
C ₁₆	1	11.10
C ₁₇	0	1.88
C ₁₈	0	4.08
C ₁₈	1	14.35
C ₁₈	2	3.56
C ₂₀	0	0.27
C ₂₀	1	2.10
C ₂₀	2	2.48
C ₂₀	4	0.50
C ₂₀	5	16.70
C ₂₂	1	1.73
C ₂₂	4	2.19
C ₂₂	5	1.39
C ₂₂	6	4.37

Fuente: Servicio de Pesquería, Ministerio de Agricultura del Perú (1970) (14).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 7 .- Porcentaje en Peso de Algunos Acidos Grasos de Interés en el Aceite de Anchoveta.

Fórmula Condensada	Nombre	Porcentaje
14:0	Ac. Mirfístico	7.5
16:0	Ac. Palmítico	17.5
18:0	Ac. Esteárico	4.0
16:1 Δ^9	Ac. Palmitoléico	9.0
18:1 Δ^9	Ac. Oléico	11.6
20:1 Δ^9	Ac. Gadoléico	1.6
22:1 Δ^{11}	Ac. Cetoléico	1.2
18:2 $\Delta^9,12$	Ac. Linoléico	1.2
18:3 $\Delta^9,12,15$	Ac. Linoléico	0.8
18:4 $\Delta^6,9,12,15$	Ac.	3.0
20:4 $\Delta^5,8,11,14$	Ac. Araquidónico	0.1
20:5 $\Delta^5,8,11,14,17$	Ac. Eicosapentaenóico	17.0
22:5 $\Delta^7,10,13,16,19$	Ac. Cuplanodónico	1.6
22:6 $\Delta^4,7,10,13,16,19$	Ac. Docosahexaenóico	8.8
		84.9 % del total de ac. grasos.

Fuente: Ackman, R.G. 1976 Fish Oil Composition. Objective Methods for Food Evaluation. National Academy of Sciences. U.S.A. (18).

4.5. TIPOS DE ACEITES.

Los aceites se dividen en secantes, semi-secantes y no secantes de acuerdo a su número o índice de iodo. Este índice es la medida del grado de insaturación de un aceite y se expresa como la cantidad de iodo, en gramos, que es absorbida por 100 gramos del aceite. Los aceites con ácidos grasos saturados tienen un número de iodo de cero; los aceites secantes tienen este índice relativamente alto (> 150). Los semisecantes presentan valores intermedios (de 100 a 150), y los no secantes, valores relativamente bajos (< 100).

El grado de insaturación determina el uso al que pueden ser destinados los aceites:

Aceites secantes.....Revestimientos protectores, pinturas, barnices.
 Aceites semi-secantes..Alimentos, revestimientos protectores.
 Aceites no secantes...Alimentos, revestimientos protectores.

Los aceites de pescado se incluyen dentro de los aceites secantes y semi-secantes. Los aceites de anchoveta, sardina, salmón, atún, arenque y macarela pertenecen al grupo de los secantes y el de carpa, entre otros, al de los semisecantes.

El aceite de anchoveta tienen un índice de iodo entre 170 y 190.

ANÁLISIS CON
FALLA DE ORIGEN

V. PROCESO DE OBTENCION DE HARINA Y ACEITE DE ANCHOVETA.

5.1. PROCESOS GENERALES.

Se han desarrollado tres procesos comerciales de mayor importancia para la elaboración de harina y aceite de pescado que son:

- a) Reducción Húmeda
- b) Reducción en seco
- c) Extracción con solventes

La descripción general de dichos procesos es la siguiente:

a) Reducción Húmeda

El pescado entero se cuece con vapor directo e indirecto para coagular la proteína al mismo tiempo que se libera agua y aceite de los tejidos; en seguida se somete a un pensado, obteniéndose una fase sólida o torta de prensa y una fase líquida que contiene agua, aceite y sólidos en solución y en suspensión. La mayor parte de los sólidos del agua de prensa se eliminan por filtración o centrifugación y el aceite se separa del agua por centrifugaciones posteriores. La torta de prensa se seca y se muele para obtener la harina. Es un proceso continuo, recomendable para procesar pescado con un contenido de aceite mayor al 2%.

b) Reducción en seco

La materia prima se introduce en un cocedor-secador cilíndrico y rotatorio provisto de una chaqueta por la que circula vapor. El agua evaporada se extrae utilizando vacío. La torta suficientemente cocida y seca se somete a -

la acción de una prensa hidráulica para extraer la pequeña cantidad de agua y aceite remanentes. Es un proceso por lotes, y se utiliza para procesar pescado con un bajo contenido de aceite (2%).

c) Extracción con solventes.

La materia prima se homogeniza y a través de ella se hace circular isopropanol caliente, que extrae agua, aceite y cierta cantidad de nutrientes solubles en agua. El isopropanol forma enlaces firmes con las proteínas y es relativamente difícil eliminarlo por completo de la harina de pescado obtenida. (15)

5.2. SELECCION DEL PROCESO

En base a la tabla 8, para la industrialización de la anchoveta el proceso más adecuado es el de reducción húmeda, debido a las siguientes razones:

- Se pretende procesar un volúmen considerable de materia prima cada 24 horas.
- El aceite que se obtiene es de buena calidad comparando los tres procesos, y el rendimiento es aceptable.
- También la calidad de la harina obtenida es buena debido a la utilización de los "solubles de pescado".
- Los costos de operación son relativamente bajos.
- Es el proceso que se adecúa al contenido de aceite de la anchoveta.
- Es el proceso más adecuado tomando en cuenta la relación costo eficiencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 8 .- COMPARACION DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE OBTENCION DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO.

Proceso	Ventajas	Desventajas
Húmedo	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso continuo más eficiente. - Costo de operación relativamente bajos. - Mayor capacidad de procesamiento de la materia prima. - Buena calidad del aceite obtenido. - Aprovechamiento de los "solubles de pescado para obtener harina de buena calidad. - Aceptable rendimiento en la obtención del aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones de Operación Flexibles.
Seco	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidad de operación por lo reducido del equipo. - Producción eficiente de harina en volúmenes reducidos de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor Capacidad productiva - No se obtiene aceite prácticamente
Extracción con solventes	<ul style="list-style-type: none"> - La harina producida ya está deodorizada y contiene una mínima cantidad de aceite. - Rendimiento óptimo. - Óptima calidad del aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos de operación elevados. - Dificultad para recuperar el solvente. - Escasez de solventes. - No es práctico.

PESSE CON
 FALLA DE ORIGEN

5.3. DESCRIPCION DEL PROCESO DE REDUCCION HUMEDA.

Diagrama de Bloques (Figura 3).

5.3.1. ALMACENAMIENTO

Los depósitos de almacenamiento son de cemento, y de ellos el pescado se extrae de manera continua ya sea por -- operadores o por transportadores mecánicos que proporcionan un suministro uniforme al cocedor. La manipulación mecánica es factible únicamente cuando la materia prima es uniforme, como en este caso, y esta exenta de grandes cuerdos extraños. Los depósitos de almacenamiento deben tener medios de drenaje para sangre y otros líquidos. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento y mayor la presión en un montón grande de pescado, tanto mayor será la cantidad de líquido producida. El líquido de escurrido contiene cantidades apreciables de aceite que pueden recuperarse por centrifugación. En el caso de que no pueda procesarse una cantidad determinada de -- pescado el mismo día que llega a la planta, debe contarse -- con un sistema de refrigeración que mantenga el pescado a -- 3-4°C. (21).

5.3.2. COCCION

Cuando el pescado se cuece y se desnaturalizan sus -- proteínas, una gran parte del agua que contienen sus tejidos puede exprimirse bajo presión, y el aceite puede salir.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

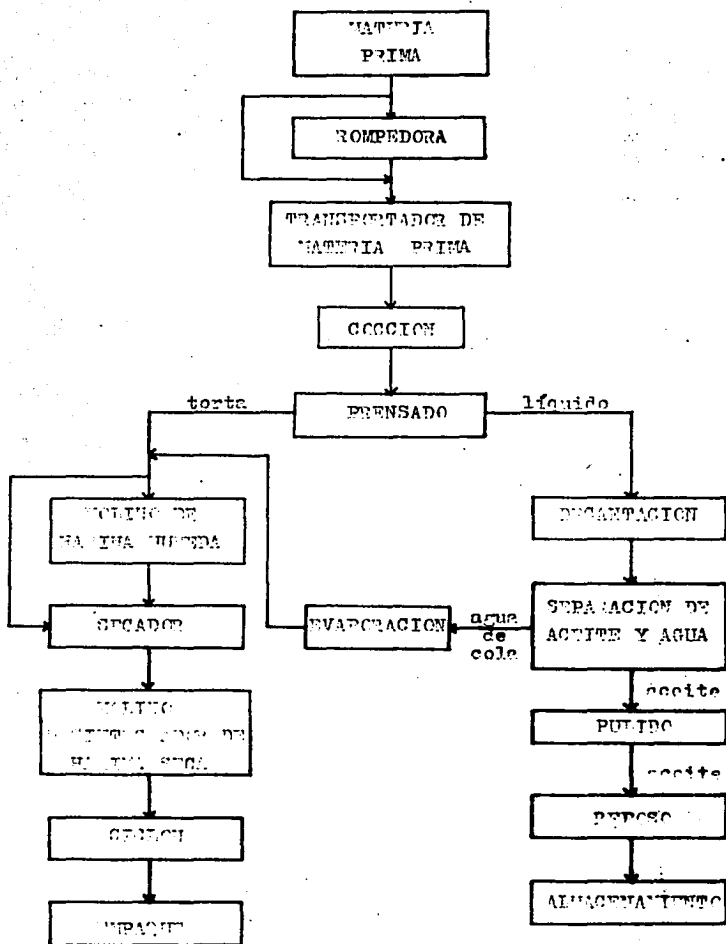


Figura 3.- Diagrama de bloques del proceso de Obtención de -
 harina y Aceite de anchoveta por reducción húmeda.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

de las células en las que se halla contenido. En contraste, el agua del pescado crudo se encuentra firmemente ligada a las proteínas, siendo muy pequeña la cantidad que pueda exprimirse incluso bajo grandes presiones.

El cocedor es un cilindro enchaquetado; el calentamiento del pescado se lleva a cabo en forma directa, por la acción del vapor que se inyecta al interior del aparato y el que circula entre el cocedor y la chaqueta. En su interior se encuentra un transportador en forma de tornillo -- sinfín, que tiene las aspas huecas con el fin de que el vapor circule por su interior, y de que el calentamiento sea más rápido y eficiente. En este tipo de cocedor se logra un cocimiento continuo, porque el pescado circula constantemente hacia la salida del aparato, al mismo tiempo que se está alimentando materia prima.

El cocedor está provisto de un motor de velocidad variable controlado por el operador de acuerdo a las condiciones de la materia prima y el tiempo de cocción que requiera.

Los cocedores de este tipo se fabrican en capacidades que van de 16 a 1,600 toneladas de materia prima por 24 horas.

La cocción es la operación crítica del proceso. Si el cocimiento del pescado es incompleto, hay una insuficiente coagulación de las proteínas y se reduce la cantidad de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

agua y aceite extraída durante el prensado. Una cocción - excesiva ocasiona que la textura del producto sea demasiado blanda y pulposa, y que la proporción de sólidos disueltos y suspendidos en el líquido de prensa aumente, dificultándose la separación del aceite. (13)

No se puede precisar un programa de tiempo-temperatura, pero la práctica más común para un pescado crudo de buena calidad es aplicar una temperatura de 95-100°C durante 15-20 minutos.

Las pruebas de un buen cocimiento son la buena prensabilidad de la masa, con una adecuada liberación de líquido y una eficiente recuperación del aceite y la conversión de las espinas dorsales de traslúcidas a opacas.

Parte del agua y del aceite se separan con frecuencia antes del prensado, por lo que debe haber un drenaje entre el cocedor y la prensa, una prolongación perforada de la camisa del cocedor o bien un tamiz vibrador. El líquido así recuperado se mezcla con el volumen principal - del líquido de prensa.

Un aspecto muy importante es que durante la cocción se lleva a cabo también la esterilización del pescado, que tiene una cuenta bacteriana total inicial muy elevada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.3.3. PRENSADO

El siguiente paso consiste en prensar el pescado cocido para remover y extraer tanto aceite y agua como sea posible. La unidad prensadora está colocada directamente debajo del cocedor, del que se alimenta por gravedad, porque es necesario que el material sea prensado antes de que su enfriamiento tenga lugar, ya que mientras más se aleje la temperatura de la masa del punto de fusión del aceite, mayor cantidad de material oleoso permanecerá en la torta de prensa sin poder ser recuperado.

El tipo de prensa más común es la de tornillo continua (fig.4). El pescado cocido se transporta a lo largo de un tubo perforado, y es sometido a una presión creciente a medida que avanza. El agua y el aceite exprimidos pasan a través de las perforaciones y el producto sólido final, de nominado torta de prensa, emerge por el extremo distal del tubo.

El transportador de una prensa de tornillo lleva incorporados uno o más dispositivos para asegurar un rápido aumento de la presión. Uno consiste en una conicidad del eje transportador, que hace que éste vaya aumentando de grosor progresivamente hasta la salida de la prensa y que vaya disminuyendo correspondientemente el espacio libre existente entre el transportador y el cuerpo de la prensa. -- Otro dispositivo es la disminución progresiva del paso de

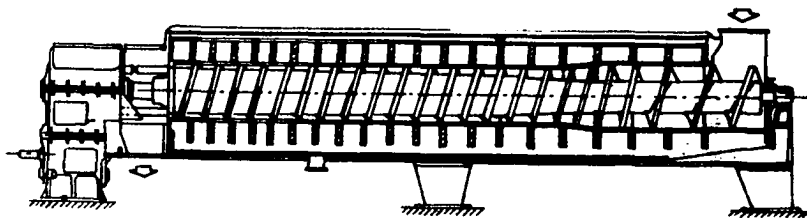


Figura 4.- Prensa de Tornillo Simple. (13)

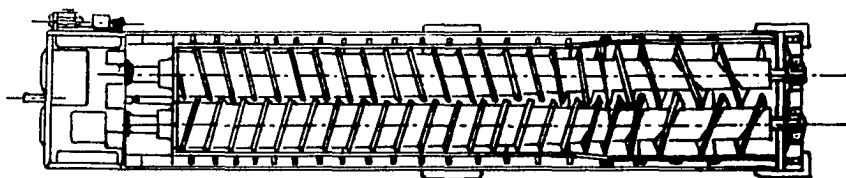


Figura 5.- Prensa de Tornillo Doble. (13)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

rosca del tornillo hacia el extremo de salida, que hace que el producto se mueva más lentamente y ofrezca una resistencia creciente al material que le sigue. En muchas prensas - ambos sistemas se emplean simultáneamente, es decir, un tornillo de paso de rosca decreciente se halla montado sobre - un eje de diámetro uniformemente creciente. El extremo de - salida de la prensa se halla parcialmente cerrado mediante - un cono ajustable, que contribuye también a ejercer una presión sobre el producto. (22)

Un inconveniente de la prensa de tornillo único es que el pescado, en especial cuando se encuentra indebidamente - blando, puede girar sin que el producto avance. Esta desven - taja ha conducido al desarrollo de prensas de doble torni - llo (fig.5), que en la actualidad son ampliamente usadas. - Constan de dos tornillos, ambos cónicos y con paso de rosca decreciente, que giran en direcciones opuestas hallándose - engranados el uno en el otro. Los tornillos se alojan en - un cuerpo común con una forma adecuada.

El cuerpo de la prensa debe ser capaz de resistir presiones elevadas. Las perforaciones pueden tener forma de -- orificios o ranuras longitudinales, debiendo ser más anchas en la parte exterior para evitar oclusiones.

Incluso en las mejores condiciones, la torta de pren - sa todavía contiene cerca del 55% de agua y un 4-5% de acei - te, siendo lo normal que el contenido acuoso se aproxime al 60%. (13)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.3.4. TRATAMIENTO DE LA TORTA DE PRENSA

El material obtenido de la prensa es llevado mediante un tornillo transportador hacia el interior del desintegrador de harinas húmedas, llamado también picador, que es utilizado para pulverizar totalmente el producto antes de entrar al secador. La rapidez del proceso de secado y la economía de la operación es mayor cuando el material se encuentra finamente dividido. Un tipo de desintegrador es semejante a los molinos de carne, y consta de un tornillo sinfín que impele la torta de prensa hacia un cuchillo rotativo, el cual la corta de contra una plancha plana de acero perforada. Otro tipo de desintegrador, el tipo vertical de martinete consta de una serie de martinetes fijos a un eje vertical rotatorio, que al girar rápidamente esparcen totalmente la torta de prensa y la hacen pasar a través del cernidor - que los rodea. (23)

Una vez que la torta de prensa se ha dividido finamente se procede al secado de la misma.

Los secadores son generalmente cilindros horizontales provistos de agitadores, con un sistema de calentamiento - directo o indirecto. Dentro de los secadores directos circula el aire caliente, ya sea solo o mezclado con los gases de combustión que lo originaron. Este tipo de secado es más rápido y económico que el indirecto con el inconveniente de que en el producto seco quedan residuos de los gases de combustión, que deben ser eliminados. Los secadores indirectos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

son cilindros enchaquetados y provistos de agitadores huecos; el vapor de agua circula por la chaqueta y en el interior de los agitadores. Antes de pasar al molino de harina seca, la harina es adicionada de 400 a 750 ppm de etoxiquina o BHT, para prevenir la oxidación del aceite que contiene.

Del secador, la harina es conducida al molino o desintegrador de harina seca, que representa el paso final antes del envasado. Este molino está en posición horizontal, de manera que la harina entra por un lado de los martinetes -- que tienen forma trapezoidal. Los martinetes se encuentran fijos a una flecha central y se encuentran rodeados por un cernidor con orificios de 1 cm de diámetro, excepto por el lugar por donde entra la harina.

Una parte integral del molino de harina seca es el ventilador ciclón que se coloca al lado opuesto del motor. Como la harina es forzada a pasar a través del cernidor, ésta es levantada por el aire que produce el ventilador y conducida a un depósito colocado justamente encima de los canales envasadores (llenadores de costales).

En la mayoría de las plantas el llenado de costales, pesado y cosido de los mismos es hecho a mano, aunque existen equipos automáticos para realizar este trabajo.(24)

Las bolsas de empaque pueden ser de papel plastificado o de material plástico como el polietileno de baja densidad o el PVC. Estos materiales retardan la penetración de -

TRACIS CON
FALLA DE ORIGEN

oxígeno y humedad y protegen la harina contra el ataque de insectos o roedores.

5.3.5. TRATAMIENTO DEL LIQUIDO DE PRENSA

El líquido de prensa contiene la mayor parte del agua procedente de los tejidos del pescado y el agua de condensación si se usa vapor directo en la cocción; también gran parte de las sustancias solubles del pescado, las vitaminas del complejo B y de la sal. También contiene partículas en suspensión y aceite de pescado; la cantidad de este último es igual a la grasa contenida originalmente en el pescado, menos la que queda en la torta de prensa.

Estas tres fracciones, el agua, el aceite y los sólidos disueltos y suspendidos, deben ser separados para poder ser utilizados de manera efectiva. Esta separación consta de tres etapas: decantación, separación del agua y pulido del aceite.

5.3.5.1 DECANTACION

La decantación puede llevarse a cabo en tamices vibradores, o en centrifugas horizontales llamadas decantadores. Esta operación tiene como finalidad el separar los sólidos de mayor tamaño del líquido de prensa.

Los tamices vibradores son coladores de malla conforma de medio cilindro, que se encuentran colocados con cierto ángulo de inclinación y se mantienen vibrando por la acción de un motor eléctrico. El tamiz puede sustituirse fácilmente por otro con un tamaño de malla adecuado - al tipo y medida de las partículas que van a ser separadas. El líquido pasa a través de las perforaciones de la malla y cae en un recipiente situado debajo del tamiz y los sólidos se van desplazando hacia abajo gracias a la pendiente del aparato y a la vibración para después ser incorporados a la torta de prensa o al secador de harinas húmedas dependiendo de su contenido graso.

El decantador (fig.6) consta de un rotor cilíndrico y un tornillo sinfín contenidos en un tambor parte -- cilíndrico para la clarificación eficiente del líquido y parte cónico, para el secado de los sólidos separados. - El líquido de prensa se alimenta dentro del rotor por el cual llega a un distribuidor y de éste al recinto de separación. Por acción de la fuerza centrífuga las partículas se depositan en la pared del tambor y son transportadas por el tornillo sinfín a la salida de sólidos. El líquido clarificado abandona el tambor rebosando sobre un diafragma regulador hacia la salida de líquidos. La eficiencia de la separación puede ajustarse controlando el grosor de la capa de líquido que entra al rotor y el diferencial de velocidad entre el rotor y el tornillo sinfín que gira un poco más lento que el primero. Los decantadores tienen capacidades de 18,000 litros de líquido - por hora.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

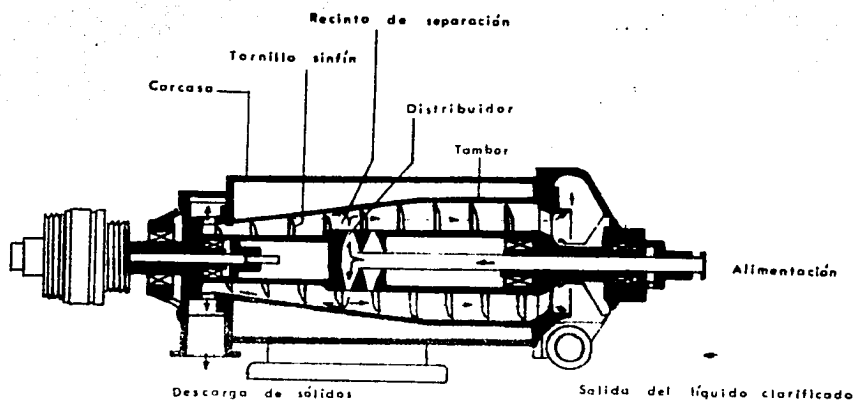


Figura 6.- Decantador

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para plantas que procesan una cantidad menor se recomienda el uso de tamices vibradores.

Existe otro sistema para efectuar la separación tanto de los sólidos suspendidos, como del agua y el aceite, - que es el sistema de tanques de reposo (24). Consta de cinco tanques; el primero es el más alto y de mayor capacidad, los otros van decreciendo en tamaño y cupo, siendo más pequeños y bajos, para mantener una corriente constante de un tanque a otro. Cada tanque, excepto el último, está equipado con un flotador ajustable que actúa como regulador -- para mantener la corriente, sin importar la cantidad de líquido que sea manejado. El líquido de prensa se deposita en el primer tanque, y una vez que el aceite flota en la superficie es descargado por la abertura de salida, es decir, una primera separación ha tenido lugar; entonces el próximo tanque recibe aceite con adición de cierta cantidad de agua y sólidos, no obstante que la mayor parte de éstos ha sido retenida en el primer tanque. Cada uno de los tanques de la serie es llenado hasta rebosar y la separación continúa en el siguiente tanque. El último depósito es para recibir el aceite libre; pasa a los tanques de almacenamiento.

Dos o más de los tanques están equipados con serpentines que los calientan y mantienen a una temperatura de 74°C para facilitar la separación del aceite.

El principal problema que presenta el uso de tanques de sedimentación para la separación del aceite de pescado-

es la formación de emulsiones estabilizadas por las proteínas mismas del pescado y favorecida por las fallas en el proceso de cocción y por el uso de bombas que forman una violenta turbulencia durante el transporte del agua de prensa.

5.3.5.2. SEPARACION DEL AGUA Y EL ACEITE.

Una vez separados los sólidos de mayor tamaño del líquido de prensa, se procede a la separación del agua y el aceite de pescado. Esta operación se lleva a cabo en una centrífuga de discos.

La separación rápida y eficaz del aceite y el agua a una elevada velocidad de flujo a través de la centrífuga (fig. 7), se facilita acortando el camino que cada sustancia tiene que recorrer antes de que se separe de la mezcla. Esto se consigue disponiendo una serie de platos cónicos superpuestos dentro de la cámara de la centrífuga. El recorrido para la separación efectiva se reduce en este caso a la corta distancia existente entre la superficie exterior de un cono y la interior del cono situado encima. El aceite se desplaza hacia arriba por la superficie exterior de cada cono y el agua desciende por la superficie interior. (13).

Los discos están a una distancia de 0.5 a 2mm entre sí y están provistos de orificios de distribución que permiten el paso del líquido de prensa desde la base de la centrífuga hacia arriba.

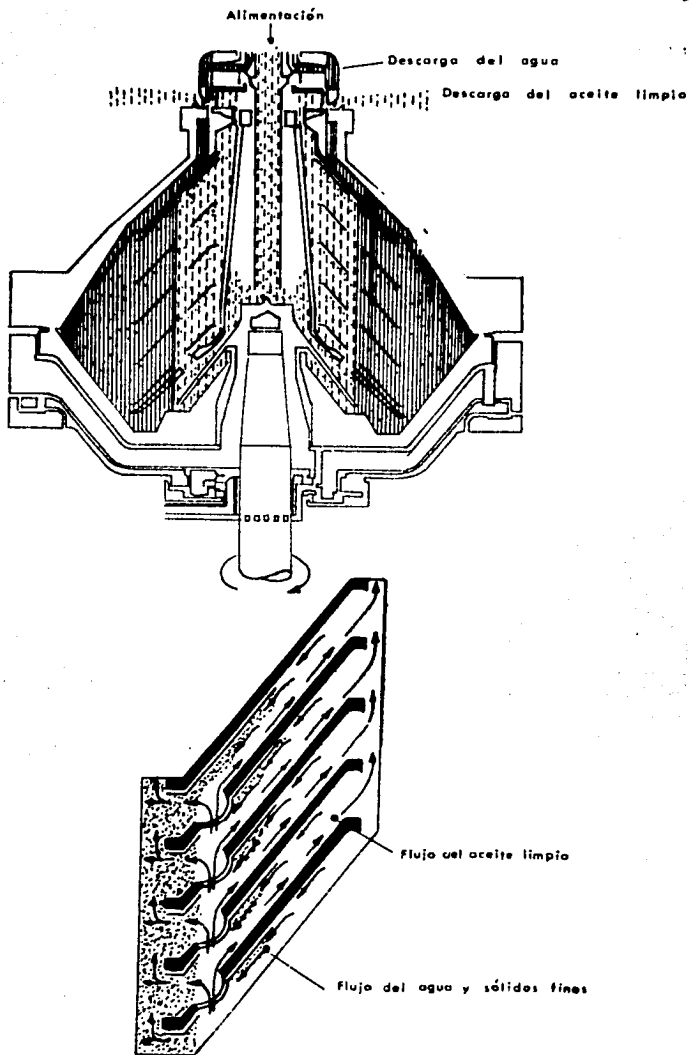


Figura 7.- Centrifuga de Discos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El aceite de pescado y el agua llamada "agua de cola" que contiene aún sólidos disueltos son descargados por diferentes salidas.

5.3.5.3. PULIDO DEL ACEITE

Está es la última operación que se lleva a cabo en la fábrica antes del almacenamiento del aceite. Tiene como finalidad eliminar las últimas trazas de impurezas del aceite, para aumentar su estabilidad durante el almacenamiento.

De la centrífuga de discos el aceite fluye y entra a una represa caliente, donde la temperatura se eleva a 93° C mediante la inyección de vapor al aceite, desde donde pasa al tanque receptor de una centrífuga de alta velocidad conocida como pulidora.

Durante el pulido debe mantenerse controlada la temperatura entre 80 y 95°C para disminuir la viscosidad y la gravedad específica del aceite y con ello aumentar la movilidad de las partículas y la eficiencia de la separación.(13)

Las centrífugas empleadas para este fin están diseñadas para operar a altas velocidades y con un radio pequeño, de manera que la fuerza centrífuga es 5,000 veces mayor que la fuerza de la gravedad.

5.3.5.4 ALMACENAMIENTO DEL ACEITE

Teóricamente resulta imposible obtener un aceite de pescado sin agua mediante separación mecánica mientras el aceite está caliente, porque en éste se disuelve hasta un 0.5% de agua. El aceite debe dejarse enfriar en tanques de reposo para que las pequeñas gotas de agua tengan tiempo de precipitarse al fondo y ser retiradas antes de que el aceite se vierta en tambores o en los tanques de almacenamiento permanentes.

Los tanques de enfriamiento deben tener el fondo cónico o inclinado para permitir que el agua, y en dado caso algunas impurezas se reúnan en un punto de donde pueden sacarse mediante una llave situada en el vértice del cono.

La finalidad de eliminar toda el agua del aceite es prevenir la hidrólisis de los triglicéridos y la liberación de ácidos grasos.

5.3.6 EVAPORACION DEL AGUA DE COLA

El agua de cola contiene alrededor de un 7% de materia sólida total, parte suspendida y parte disuelta. La práctica de concentrar el agua de cola por evaporación para obtener una pasta espesa que contiene 40-50% de sólidos totales se implantó en Estados Unidos, difundándose posteriormente a otros países, aunque en México es una práctica muy común el desechar el agua de cola. (24)

TESIS CON
FALLA DE CONTENIDO

El producto concentrado puede venderse como tal bajo el nombre de "solubles de pescado condensados", o puede -- ser mezclado con la torta de prensa y secado junto con -- ella para obtener harina integral de pescado.

Existe un límite de concentración para el agua de cola entre el 40 y 50% de sólidos totales debido a la creciente viscosidad del producto y su tendencia a transformarse en un gel sólido por encima de dicho límite. (24)

Hay dos razones por las cuales la evaporación ha llegado a ser la manera usual de tratar el agua de cola en -- gran escala:

- a) El ahorro de combustible en relación con el secado directo.
- b) El excesivo tamaño de los secadores de una planta grande, si toda el agua de cola tuviera que secarse sin evaporación previa.

Es preciso tener en cuenta que el agua de cola entra rípidamente en putrefacción si se dejase enfriar y se mantuviera sin precauciones en tanques de almacenamiento. En algunas fábricas se concentra por evaporación casi tan pronto como se obtiene. Si una vez concentrada se añade in mediantamente a la torta de prensa y se deseca la mezcla -- rípidamente, no son necesarias precauciones especiales. -- Cuando esto no sucede así, es preciso añadir al agua de cola

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

la algún conservador. Con este fin suele emplearse ácido sulfúrico para reducir el pH a aproximadamente 4.5., con el fin de impedir el desarrollo de los microorganismos - responsables de la putrefacción. Es necesario mantener - ese pH tanto si el concentrado vá a comercializarse como solubles de pescado, como si es mezclado con la torta -- prensa.

El tipo regular de evaporador empleado es el de tu bos verticales o inclinados, de múltiple efecto, pero es tos aparatos pueden variar mucho en sus detalles. Pueden ser de circulación natural o forzada, con diferentes tipos de control automático, con tubos de distintos mate- riales, con diversas relaciones de superficie de calenta miento-capacidad y con variados sistemas de tuberías y - válvulas para efectuar la limpieza de un efecto mientras los demás trabajan.(21)

El tipo de evaporador que se usa más corrientemen- te es el de triple efecto (fig. 8). Consta de tres evapo radores independientes que operan a presiones progresiva mente decrecientes; así el vapor que sale del primer re- cipiente puede utilizarse para hacer hervir el líquido - del segundo recipiente y así sucesivamente hasta el final de la serie. El único calor aportado desde el exterior es el que se necesita para llevar a ebullición el líquido - del primer recipiente. Lo más común en un evaporador de triple efecto es que la primera fase trabaje a una pre-- sión superior a la atmosférica (1 a 1.5 kg/cm²) con un - punto de ebullición de 121° C,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

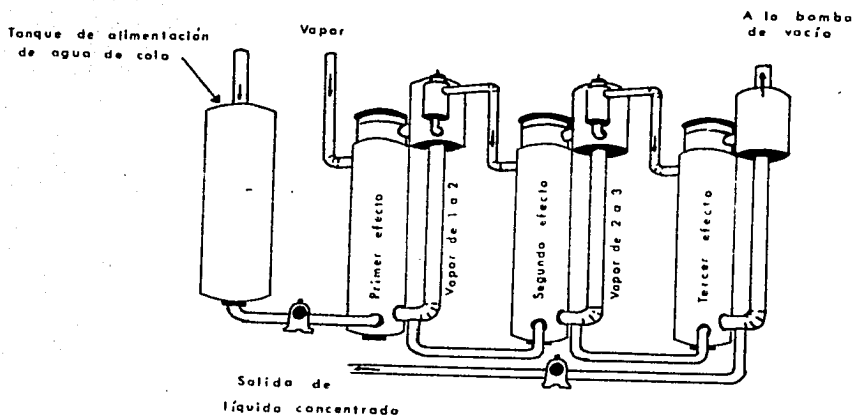


Figura 8.- Evaporador de Triple Efecto (21)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

la segunda fase a una presión similar a la atmosférica con un punto de ebullición de 105° C y la tercera bajo un vacío bastante alto (64cm. de Hg) y un punto de ebullición de 55°C.

Estos evaporadores son de operación continua entrando a la primera fase el líquido diluido a una velocidad controlada.

5.3.7. DIAGRAMA DE FLUJO Y DE DISPOSICION DE LA PLANTA PRODUCTORA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO.

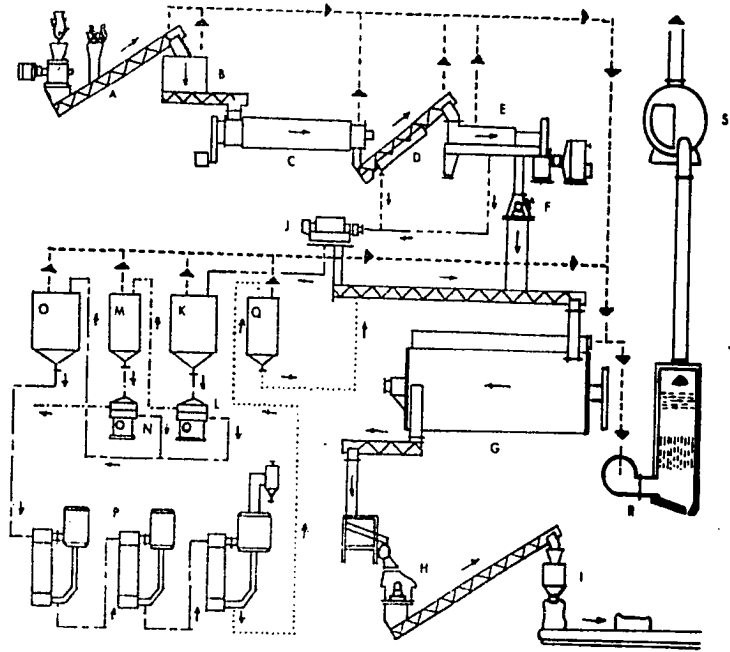
En la figura 9 se muestra la disposición de una planta productora de harina y aceite de pescado por el método de reducción húmeda.

5.3.8. BALANCE DE MATERIALES

La figura 10 muestra en forma esquemática el balance de materiales para la producción de harina y aceite de pescado por el método de reducción húmeda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FOLIA DE ORIGEN



- - - - - VAPOR
- - - - - LIQUIDO DE PRENSA
- - - - - ACEITE DE PESCADO
- AGUA DE COLA
- CONCENTRADO DE AGUA DE COLA

Figura 9.- Disposición de una Planta Productora de Harina y Aceite de Pescado por Extracción húmeda

A Transportador
B Alimentador
C Cocedor
D Transportador
E Prensa
F Molino de Harina Húmeda
G Secador
H Molino de Harina Seca
I Empacadora
J Decantadora
K Tanque de Líquido de Prensa
L Centrífuga
M Tanque
N Separador de Aceite
O Tanque de Agua de Cola
P Evaporador de Triple Efecto
Q Tanque de Agua de Desecho
R Succionador de Vapores
S Quemador

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

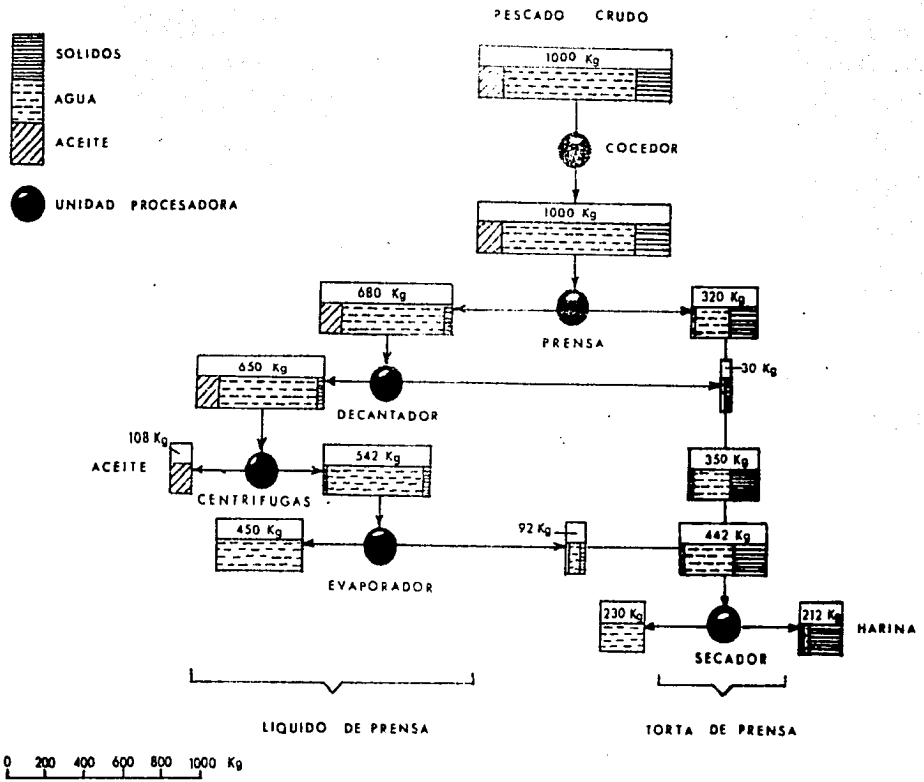


Figura 11.- Balance de Materiales para la Producción de Harina y Aceite de Pescado por Reducción Húmeda

VI. PROCESO DE REFINACION DEL ACEITE DE ANCHOVETA

6.1. OBJETIVO DEL PROCESO

La refinación del aceite de anchoveta tiene como objetivo general la remoción de impurezas que originan colores y/o sabores desagradables, o efectos metabólicos dañinos. - Estas impurezas son los ácidos grasos libres, mono y diglicéridos, fosfátidos, esteroides, hidrocarburos, pigmentos, carbohidratos, proteínas y sus productos de degradación, -- sustancias mucilaginosas suspendidas, sustancias coloidales y productos de oxidación de los ésteres grasos, de manera que el producto refinado se conserva mejor que el aceite crudo.

Los procesos de refinación del aceite de anchoveta y de los aceites vegetales son similares, no obstante, la calidad del aceite de anchoveta es menos uniforme que la de los aceites vegetales. Por esta razón es necesario analizar una muestra representativa de cada lote de aceite de origen marino que se vá a refinar, para determinar sus características y adecuar las condiciones del proceso. (25)

6.2. ANALISIS PREVIOS A LA REFINACION

6.2.1. DETERMINACION DEL COLOR

Una prueba simple para determinar la calidad de una muestra de aceite de pescado es mezclar cantidades iguales de aceite y de potasa alcohólica al 50% a temperatura ambiente. Una vez saponificada la muestra se determina el color -

FAC (Fat Analysis Committee) de la solución clara. Un color oscuro indica la ocurrencia de autooxidación en el aceite.- (26)

Los patrones de color FAC son una serie de líquidos coloreados, suministrados en ampollitas cerradas, e ideados para comparar los colores de grasas y aceites. Un juego completo consta de 26 tipos de color, clasificados como sigue:

Grasas ligeramente coloreadas	Grasas predominantemente amarillentas.	Grasas oscuras (castaño rojo)	Grasas muy oscuras (predominantemente verde)	Grasas muy oscuras (predominantemente rojas)
1	11	13	21	31
3	11A	15	23	33
5	11B	17	25	35
7	11C	19	27	37
9			29	39
				41
				43
				45

En orden de intensidad, de más claro a más oscuro, la lista de los patrones es ésta:

1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 11A, 15, 11B, 17, 11C, 19, 21, 31, 33, 23, 35, 25, 37, 27, 39, 29, 41, 43, 45.

Para examinar la muestra, ésta debe estar totalmente líquida, pero no más caliente que lo necesario para su flu-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

sión. En el momento de la comparación la temperatura no debe ser mayor que 10°C por encima del punto de fusión. La muestra filtrada se pasa a un tubo que se coloca en un comparador especial entre dos de los patrones de color. El comparador debe estar bien iluminado y se examina a través de unas ranuras de observación que permiten ver simultáneamente tanto los patrones como la muestra.

El color del aceite se reporta como no más oscuro que el tubo con el que se empareja, o bien como no más oscuro que el más oscuro de los dos patrones con los que se está comparando.

6.2.2. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS LIBRES.

Es necesario llevar a cabo esta determinación para calcular la cantidad y concentración del álcali con el que se vá a efectuar la neutralización. El método establecido por la American Oil Chemists' Society (26) es el siguiente:

Reactivo: Alcohol étflico al 95%. El alcohol debe neutralizarse antes de su empleo con NaOH 0.1 N, usando como indicador fenolftaleína, hasta un débil pero permanente color rosa. Otro disolvente que puede usarse para aceites secantes como es el caso del de anchoveta, consta de partes iguales en volúmen de isorpopanol y toluol.

Procedimiento: Las muestras deben mezclarse bien y estar completamente líquidas antes de pesarlas de acuerdo con

la tabla 9. Pesar la cantidad designada de muestra en una matraz Erlenmeyer. Añadir la cantidad determinada de alcohol caliente neutralizado y 2 ml de fenolftaleína (al 1% en alcohol etílico al 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 a la muestra; el color debe persistir durante 30 segundos.

El contenido de ácidos grasos libres se calcula:

$$\% \text{ de ac. grasos libres (como ac. Oléico)} = \frac{\text{ml álcali} \times N \times 28.22}{\text{g de muestra}}$$

$$\% \text{ de ac. grasos libres (como ac. palmítico)} = \frac{\text{ml de álcali} \times N \times 25.64}{\text{g de muestra.}}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 9.- Cantidad de muestra, de alcohol y concentración de álcali requeridos para la determinación del contenido de ácidos grasos libres (26).

Acidos grasos libres (%)	Cantidad de muestra (g)	Cantidad de alcohol (ml)	Concentración de álcali (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	7.05±0.05	75	0.25
30-50	7.05±0.05	100	0.25 o 1.0
50-100	3.535±0.001	100	1.0

SE CON
LA DE ORIGEN

6.2.3. DETERMINACION DEL INDICE DE YODO

La American Oil Chemists' Society (26) recomienda el uso del método de Wijs.

Reactivo de Wijs: Se disuelven 8 g de tricloruro de iodo en 200 ml de ácido acético glacial y se mezclan con una disolución de 9% g de iodo en 300 ml de tetracloruro de carbono. La mezcla se diluye a 1000 ml con ácido acético glacial.

Procedimiento: se preparan dos frascos secos y tapados A y B de 250 a 400 ml de capacidad. Se pesa la muestra en A, con precisión de cuatro cifras decimales. El peso -- aproximado en gramos de muestra a tomar se puede calcular con la expresión siguiente :

10

Indice de iodo más alto esperado.

Se añaden en A y B 5ml de tetracloruro de carbono, -- asegurándose que la muestra se disuelve. Todas las operaciones que siguen se realizan para A y B. Se añaden 10 ml. de solución de Wijs, se mezcla y se tapa el recipiente con un tapón humedecido previamente con solución de KI al 10%. Se deja en reposo en la obscuridad durante 30 minutos y a continuación se añaden 10 ml de solución de KI al 10% y 50 ml de agua destilada. Se agita todo y se valora con solución de tiosulfato de sodio 0.1 N. Cuando la capa acuosa -- después de agitar adquiere un color amarillo muy pálido se

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

añade solución de almidón como indicador y se continúa la valoración.

Si los volúmenes de tiosulfato 0.1N gastados son A-ml para la muestra y B ml para el blanco:

$$\text{Índice de iodo} = \frac{(B - A) \times 0.01260 \times 100}{\text{peso del aceite en g}}$$

6.2.4. DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE HIDROGENACION

Esta prueba también sirve como una medida de la calidad del aceite de anchoveta.

La muestra del aceite se hidrogena usando 0.07% de níquel como catalizador a 180°C, bajo una presión de 25 -- psig durante 30 minutos.

A la muestra se le determina el índice de refracción antes y después de ser hidrogenada, así como el índice de iodo antes de la hidrogenación.

Una disminución del índice de refracción de 30 o - más en la tercera y cuarta cifra decimal, calculado en base a un índice de iodo de 100, indica que el aceite tiene buena calidad y puede ser hidrogenado en la planta con facilidad (14). Por ejemplo, un aceite de pescado con un índice de iodo de 120 tiene buenas propiedades para ser hidrogenado si la disminución de su índice de refracción es

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de 40 o más, ya que esta disminución corresponde a 33 en base a un índice de iodo de 100.(25).

6.3. ETAPAS DEL PROCESO DE REFINACION

En una planta refinadora de aceite de anchoveta se efectúan cuatro etapas básicas de refinación: neutralización lavado, secado y blanqueo.

6.3.1. NEUTRALIZACION

En este primer paso se adiciona al aceite un álcali, generalmente NaOH, con el objeto de que los ácidos grasos libres se combinen con él, dando lugar a jabones; también los fosfátidos y sustancias mucilaginosas absorben álcali y son forzadas a coagular mediante hidratación. Este procedimiento también elimina o degrada ciertos cromóforos. El NaOH tiene la ventaja de ser más efectivo que otros álcalis más débiles y tiene además una acción blanqueadora. Su principal desventaja es que saponifica una pequeña cantidad del aceite neutro.

Esta operación se lleva a cabo en tanques de acero cilíndricos llamados neutralizadores, (fig 11) en los que además se efectúan en el blanqueo y el lavado, y que pueden ser abiertos o cerrados. La longitud de estos tanques es de 2 a 2.5 veces su diámetro y tienen el fondo cónico con el fin de que la inclinación propicie una descarga satisfactoria; el vértice del cono está provisto de salidas para aceite y para jabón y agua. Los neutralizadores poseen además un agitador de velocidad variable; un tubo por el que se introdu-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

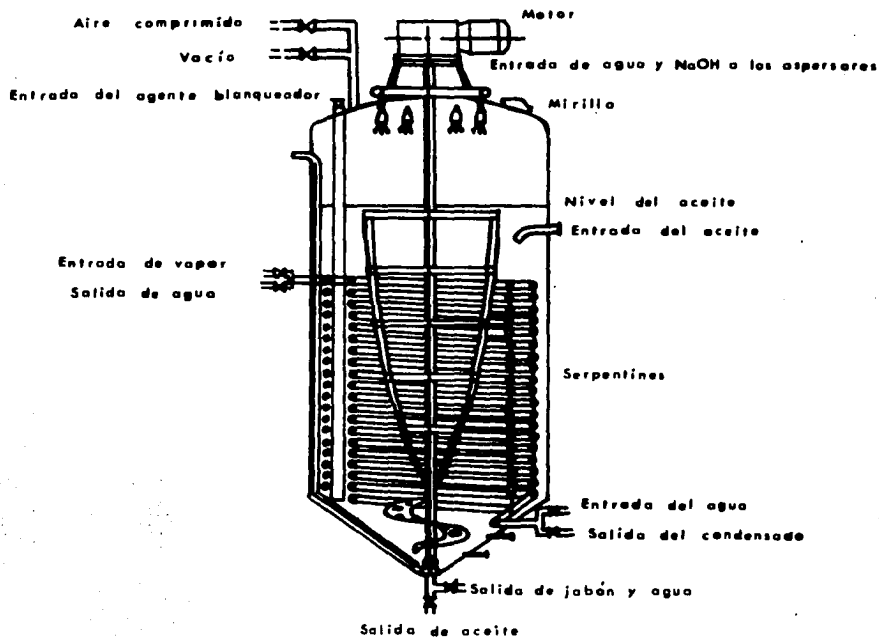


Figura 11.- Neutralizador (25)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cen los agentes blanqueadores; un serpentín helicoidal que puede ser usado tanto para calentar con vapor como para enfriar con agua y un serpentín abierto. El NaOH y el agua del lavado se introducen en el aparato mediante válvulas atomizadoras situadas en la parte interna de la tapa. El tanque está construído de manera que pueda ser mantenido bajo un vacío de 720 mm de Hg (25).

El aceite crudo se bombea hacia el interior del neutralizador, se calienta hasta alcanzar una temperatura de 95°C y se deja reposar para eliminar el aire. Después se pone a funcionar el agitador y se adiciona NaOH sobre la superficie del aceite con la ayuda del aspersor, para asegurar una dispersión uniforme.

La cantidad y concentración del álcali que se usa depende del contenido de ácidos grasos del aceite. Para los aceites de pescado por lo general se utilizan soluciones acuosas de NaOH de 1N a 6N, en cantidad suficiente para la neutralización más un exceso de 0.25%. Al primer signo de saponificación (enturbiamiento) del aceite, se disminuye la velocidad del agitador hasta que se empieza a depositar el jabón y las impurezas. Entonces se detiene el agitador y la mezcla se deja reposar durante 8 horas, al cabo de las cuales se drenan las sustancias depositadas.

El proceso de neutralización por lotes requiere un largo tiempo de contacto entre el aceite y el álcali, así como largos períodos de asentamiento debido a que el proceso depende únicamente de la fuerza de la gravedad; pero se

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ha desarrollado un proceso continuo para plantas refinadoras que procesan más de 40 toneladas métricas de aceite por hora. En este proceso la reacción se lleva a cabo en mezcladoras de alta velocidad; la separación con la ayuda de centrifugas y el calentamiento en intercambiadores de calor.

Un aceite neutralizado de alto grado de calidad tiene las siguientes características: (27)

Color.....	6-8 (Gardner)
Acidos grasos libres.....	0.5% máximo
Indice de iodo.....	175-190
Indice de saponificación.....	190-196
Gravedad especifica(15.5°C).....	0.9309

Este aceite de alto grado de calidad es ideal para manufactura de resinas alquídicas y de aceite polimerizado.

El jabón y las sustancias drenadas, subproductos del proceso, pueden acidificarse con H_2SO_4 y lavarse para obtener un producto de color oscuro que contiene aproximadamente -- 50% de ácidos grasos libres y 50% de aceite neutro, que puede usarse en la manufactura de resinas alquídicas cuando el color no es importante.

Puede ser necesario someter el aceite a una post-neutralización si se necesita un aceite de color muy claro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.3.2. LAVADO.

Una vez que las sustancias precipitadas durante la neutralización han sido drenadas del tanque neutralizador, se -- agrega agua caliente al aceite por medio del atomizador dis-- puesto para tal fin en el aparato, para eliminar el jabón y - las sustancias mucilaginosas remanentes. Después de 1.5. a 2- horas de reposo, el agua de lavado se drena junto con las sustancias en ella disueltas y suspendidas.

El siguiente paso consiste en sucesivos lavados con -- NaOH 0.1 N en cantidad de 8 a 10% del peso del aceite calenta do a 95°C, seguido cada uno de ellos por lavados con agua ca- liente también en cantidad de 10% del peso del aceite. Estos- lavados se repiten hasta que el agua drenada es de color ama- rillo claro.

6.3.3. SECADO.

Una vez que el aceite ha sido lavado, se procede a eli- minar el agua que queda suspendida en él. Esto se logra median- te vacío, ya sea en el tanque donde se han llevado a cabo la- neutralización y el lavado, si está equipado para tal fin, o- bien en un tanque adicional sometido a una presión negativa - (25).

Debido a la baja presión y a la alta temperatura del - aceite, cualquier humedad se vaporiza rápidamente, y el acei- te está listo para pasar a la operación de blanqueo.

6.3.4. BLANQUEO

El principal objetivo del blanqueo es reducir las sustancias coloridas y los pigmentos naturales, aunque también son removidos materiales mucilaginosos y colóidales y las trazas de jabón que hubieran quedado presentes en el aceite.

Los pigmentos presentes en el aceite de pescado ya procesado se forman por la degradación de los pigmentos naturales, como consecuencia del deterioro del pescado, por defectos en el proceso de obtención, o bien por la oxidación de los ácidos grasos del aceite. Algunos de los antioxidantes naturales que contiene el aceite, principalmente los tocoferoles, se eliminan durante el tratamiento con arcillas, lo cual ocasiona que el aceite seque y se oxide más rápidamente. Por esto es preferible someter a los aceites de pescado a múltiples lavados con agua y usar el blanqueo solo en casos especiales o si se le añaden antioxidantes adicionales.(25).

Los materiales blanqueadores más comunmente usados son las arcillas naturales, las arcillas activadas y el carbón activado, sustancias que retienen los materiales coloridos por adsorción sin dañar el aceite. Las arcillas naturales se usan si el aceite es fácilmente blanqueable, actúan de manera eficiente a temperaturas del 100°C y retienen poco aceite, alrededor de 30% de su peso seco. Las arcillas activadas, que se obtienen mediante tratamiento ácido de las arcillas naturales, son agentes blanqueadores más efectivos, que actúan en forma óptima a 120°C y retienen el 50% de su peso de aceite. Tienen la desventaja de que pueden ocasionar un au--

mento del contenido de ácidos grasos libres. El carbón activado se usa en combinación con las arcillas; normalmente de un 5 a 10% de la cantidad de arcilla. Es efectivo para remover las sustancias fluorescentes y ciertas impurezas - que no son afectadas por las arcillas, pero tiene la desventaja de ser caro y de retener hasta un 150% de su peso en aceite.

El blanqueo se efectúa en tanques o bien dentro del mismo neutralizador a temperaturas que varían entre 140 y 110°C si el tanque es abierto, o a temperaturas menores si el tanque tiene sistema de vacío. Estando el aceite dentro del tanque se agrega la arcilla, se somete a calentamiento y agitación, y una vez que el blanqueo se ha llevado a cabo se hace pasar la mezcla a presión por filtros horizontales. Una vez que el agente blanqueador ha quedado atrapado en el filtro, se hace pasar a través de éste una corriente de -- aire o de aire y vapor para recuperar parte del aceite ad sorbido.

6.3.5. PERDIDAS DURANTE LA REFINACION

La neutralización de los ácidos grasos libres inevitablemente produce pérdidas de aceite neutro, ocluido o emulsificado en el jabón. Durante el lavado hay una pequeña pérdida de aceite que no excede del 0.1%. En el proceso de blanqueo también hay pérdida de aceite adsorbido por los - agentes blanqueadores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El siguiente caso ejemplifica las pérdidas en una -- planta refinadora en Perú: En 1,000 toneladas métricas de aceite de anchoveta crudo, con 2.95% de ácidos grasos libres y 1.15% de humedad e impurezas, se perdieron 87 toneladas durante la neutralización y el lavado y 10 toneladas durante el blanqueo por lo que la cantidad real de aceite obtenida fue de 903 toneladas, o expresado de otra manera, la pérdida de aceite durante la refinación fue del 9.7%. (14)

6.4. OTRAS OPERACIONES DE REFINACION

A las cuatro etapas de refinación descritas anteriormente se pueden añadir otras, dependiendo de la calidad del aceite de pescado que se requiere para su uso industrial de terminado.

Las principales operaciones adicionales a las que se puede someter un aceite de pescado son la "winterización", la hidrogenación y la deodorización.

6.4.1. "WINTERIZACION"

Con frecuencia es necesario remover del aceite de pescado los glicéridos de alto punto de fusión, cuya presencia es contraproducente para ciertos usos industriales a los -- que se destina dicho aceite, como son la fabricación de barnices, pinturas y resinas alquídicas. Este proceso incrementa la velocidad de polimerización cuando el aceite es sometido a espesamiento por calor y lo hace más reactivo con -- otras resinas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La fracción que se separa por enfriamiento del aceite contiene un significativo porcentaje de ácido esteárico por lo que dicha fracción recibe el nombre de "estearinas" y a la operación se le llama también desestearinización.

Cuando el aceite de pescado se somete a bajas temperaturas, las estearinas cristalizan y pueden separarse del aceite por filtración.

El equipo y las técnicas empleados en la "winterización" son relativamente simples: El aceite ya neutralizado limpio y seco se bombea a un tanque que se encuentra instalado en un cuarto aislado y refrigerado a 5°C. Algunos tanques de desestearinización están equipados con serpentines para favorecer el enfriamiento. El descenso de la temperatura debe ser gradual, de manera que los cristales se formen lentamente. Por esta razón se hace circular por los serpentines salmuera fría y no un refrigerante, que provocaría un enfriamiento demasiado rápido. (25)

Cuando las estearinas comienzan a cristalizar, la liberación del calor latente ocasiona un incremento de 1 o 2°C en la temperatura del aceite. Después de este punto, la temperatura disminuye nuevamente. La cristalización de las estearinas se da por terminada cuando la temperatura es menor que la más baja temperatura registrada antes del incremento de ésta durante la cristalización. (25)

Posteriormente la mezcla se filtra en un cuarto refrigerado a 2-3°C mediante un filtro-prensa.

6.4.2 HIDROGENACION

La hidrogenación de un aceite es la adición directa de hidrógeno a los dobles enlaces de los ácidos grasos en los glicéridos. Para que la hidrogenación se lleve a cabo, el hidrógeno gaseoso, el aceite líquido y un catalizador sólido deben estar en contacto íntimo, a una temperatura elevada y bajo una presión de hidrógeno adecuada.

Este proceso altera la configuración molecular y cambia el número, la posición y la geometría de los dobles enlaces; y por lo tanto modifica las propiedades físicas y químicas de la grasa. (27)

La hidrogenación es un medio para convertir aceites líquidos en grasas plásticas semisólidas, adecuadas para la manufactura de margarina y de lubricantes, entre otros productos de interés industrial. Además, la adición de hidrógeno a un aceite de pescado mejora su estabilidad y su color, y destruye el sabor del aceite crudo, que en este caso es muy desagradable.

La hidrogenación también ha sido usada para producir aceites líquidos con mayor estabilidad al disminuir su grado de insaturación. Esto se logra hidrogenando el aceite y-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

y después desestearinizándolo para remover los glicéridos más saturados, que tienen un punto de fusión elevado. (25)

El catalizador comunmente usado para la hidrogenación está hecho de níquel y algún soporte que le dé orientación y masa, para ser removido del aceite con facilidad después de la reacción.

El hidrógeno que se utiliza en la hidrogenación generalmente se produce en la planta hidrogenadora, ya sea por el proceso electrolítico, por vapor-hierro, por vapor-hidrocarburo o por agua gaseosa.

El rango de temperatura usado para la hidrogenación comercial, es de 107 a 204°C, bajo una presión de 0 a 60 psig., con una cantidad de catalizador que va de 0.05 a 0.010%. La temperatura más alta, la presión más baja, una mayor concentración de catalizador o un menor grado de dispersión de gas en el aceite, dan como resultado una hidrogenación muy selectiva. Se extiende aquí por selectividad la hidrogenación preferencial de los ácidos grasos más insaturados con una formación mínima de ácidos grasos completamente saturados. (28). Las condiciones más selectivas, también ocasionan la formación de más isómeros trans. Demasiados de estos isómeros hacen que el producto hidrogenado sea duro a bajas temperaturas. (25)

La hidrogenación se lleva a cabo industrialmente -- por lotes, en recipientes cilíndricos cerrados con fondo cónico y capacidades que van de los 4500 a los 18000 kgs.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Están equipados con serpentines para calentamiento con vapor o enfriamiento con agua, están provistos de un agitador y -- una bomba que recircula la mezcla de hidrógeno, aceite y catalizador desde el fondo hasta la parte superior del recipiente para hacer más eficiente la reacción. El hidrógeno se inyecta a través de un tubo perforado situado en el fondo -- del reactor.

El calentamiento se efectúa haciendo circular vapor a través de los serpentines, pero como la hidrogenación es una reacción isotérmica, el calentamiento se suspende en un punto y se controla la temperatura haciendo circular agua por -- los mismos serpentines:

Cuando la hidrogenación ha alcanzado el punto deseado, se interrumpe la entrada de gas y el aceite se enfría rápidamente circulando agua fría por los serpentines. Por último, -- el aceite se filtra en filtros prensa para recuperar el catalizador, que puede ser reutilizado, aunque su selectividad -- disminuye después de cada uso. Para ser utilizado nuevamente se le mezcla con catalizador nuevo.

El control del proceso de la hidrogenación se lleva a cabo midiendo el índice de refracción, el índice de iodo, el punto de fusión o el consumo de hidrógeno. Debido a que generalmente hay una relación lineal entre el índice de iodo y -- el índice de refracción, la práctica más común es usar el -- índice de refracción para determinar el momento en que la hidrogenación ha alcanzado el punto deseado. (25)

Se suele efectuar una postneutralización después de la hidrogenación y antes de la deodorización para incrementar la estabilidad del sabor del aceite de pescado.

6.4.3. DEODORIZACION

La deodorización es la eliminación de los componentes volátiles responsables de cualquier olor o sabor en las grasas y aceites, mediante la destilación con vapor (arrastre de vapor) y la aplicación de vacío.

Antes de la deodorización, las grasas y aceites contienen los compuestos volátiles responsables del olor y sabor del aceite crudo, el olor a jabón ocasionado por la neutralización, el olor terroso debido al blanqueo y el olor típico causado por la hidrogenación. Es importante hacer notar que los compuestos pueden impartir al aceite sabores y olores desagradables en concentraciones tan bajas como 1 a 20 ppm. (25)

El proceso de deodorización también sirve para disminuir el contenido de ácidos grasos libres del aceite a un 0.02 a 0.04%; para descomponer los hidroperóxidos presentes y para mejorar el color del aceite por la descomposición de ciertos pigmentos.

La cantidad de vapor requerido es proporcional al tamaño del deodorizador, a la presión absoluta dentro del mismo y al logaritmo de la razón entre las concentraciones ini

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cial y final de las sustancias volátiles, e inversamente proporcional a la presión de vapor de las sustancias volátiles y a la eficiencia de vaporización del proceso.(25)

Los deodorizadores por lotes se construyen en capacidades que van desde 4500 a 18000 kgs. Los equipos continuos de deodorización están contruidos para manejar de 900 a - 3500 kgs. de aceite por hora.

Durante la deodorización, se necesita un alto vacío (de 6 a 8 mm de Hg de presión absoluta), tanto para disminuir la cantidad de vapor y el tiempo requeridos para completar la deodorización, como para inhibir la hidrólisis de aceite durante la operación.

El vapor que pasa a través del aceite debe estar seco (sobrecalentado) y libre de oxígeno. La cantidad usual de vapor requerida para la deodorización es de alrededor de 2 a 3% en peso del aceite. Los rangos de temperatura -- usados en esta operación, van de 190 a 230°C.(25)

El deodorizador por lotes (fig. 12), se encuentra bajo vacío durante todo el tiempo de operación. El aceite se carga directamente y tan pronto como empieza a entrar en el cilindro, se adiciona por aspersion una pequeña cantidad de vapor, para ocasionar cierta agitacion. La carga de aceite se calienta mediante un serpentín por el que circula vapor, o bien con la ayuda de un intercambiador de calor externo al deodorizador. El vapor se distribuye desde el fondo del cilindro mediante una estrella giratoria o tubos --

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

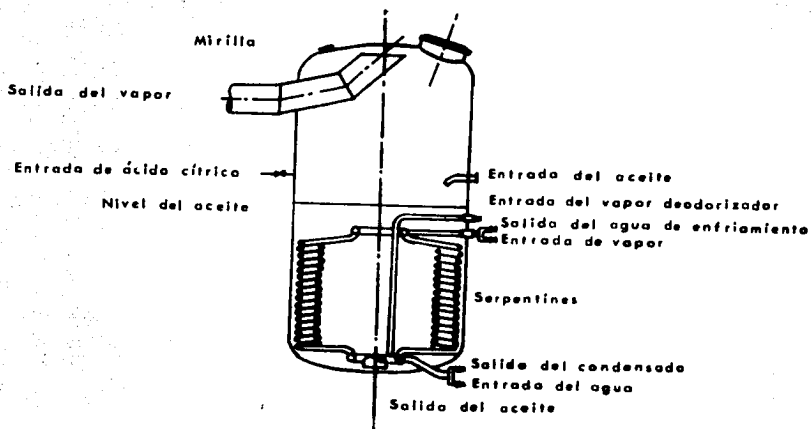


Figura 12.- Deodorizador por Lotes (25)

RESIS CON
FALLA DE ORIGEN

perforados que giran conectados al tubo central de entrada de vapor. El vapor circula a través del aceite arrastrado consigo los compuestos volátiles, y por la temperatura y el vacío que existen en el deodorizador, sube hasta la parte alta del aparato donde se encuentra una salida que va a dar a un condensador barométrico. Una vez que el aceite ha sido sometido a la temperatura de deodorización durante el tiempo requerido, se enfría y se descarga por una salida dispuesta para tal fin en la parte inferior del cilindro.

Se han desarrollado también sistemas continuos de -- deodorización que constan básicamente de columnas sometidas a vacío, a través de las cuales el aceite caliente circula a contracorriente del flujo del vapor.

Se suele añadir a los aceite deodorizados un 0.01 % de ácido cítrico para inactivar las trazas de metales contaminantes como hierro o compuestos de cobre, que de otra manera favorecen la oxidación y el desarrollo de rancidez.

(27)

VII USOS DEL ACEITE DE ANCHOVETA

7.1. IMPORTANCIA DEL ACEITE DE ANCHOVETA

El interés en el uso de los aceites de pescado en general estriba en que son la fuente natural mejor conocida de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga.

La composición única de los aceites de pescado los hace adaptables a un gran número de usos. Los ácidos grasos altamente insaturados que contienen les permiten competir con los aceites secantes de origen vegetal. Su relativamente alto porcentaje de ácidos grasos saturados les proporciona competitividad con aceites y grasas como sebos y aceites vegetales de bajo índice de iodo. Además, los aceites de pescado son una fuente de ácidos grasos de 20 y 22 átomos de carbono, que de otra manera sólo se obtienen de aceites vegetales mucho más costosos que el de pescado. (29)(tabla 10).

Los aceites secantes de origen marino pueden usarse en procesos o productos en los que no interfiere el relativamente alto porcentaje de ácidos grasos saturados que contienen.

7.2. USOS ALIMENTICIOS.

Los aceites de pescado no se comercializan en su forma natrual para uso alimenticio debido a su elevada susceptibi-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 10

Comparación entre los costos del aceite de Linaza y el Aceite de Anchoveta (Oct. 83)

	\$/Tonelada
Aceite de Anchoveta crudo (a)	50,000 *
Aceite de Anchoveta refinado (a)	65,000
Aceite de Linaza crudo (b)	160,000
Aceite de Linaza refinado (b)	175,000

(A) Dato obtenido de Hidrogenadora Nacional S.A.

(B) Dato obtenido de Aceites Polimerizados, S.A.

* Dependiendo de su contenido de ácidos grasos libres de su color y de su capacidad para ser blanqueado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

lidad a la oxidación, que a su vez ocasiona la aparición de colores y sabores desagradables. En cambio, una vez que ha sido hidrogenado se usa en la elaboración de margarina, y de grasas para uso en panificación y repostería.

7.2.1. ELABORACION DE MARGARINA

Para obtener una margarina con buena estabilidad a partir del aceite de anchoveta hidrogenado, es necesario procesar el pescado tan fresco como sea posible y someterlo a una refinación adecuada antes de hidrogenarlo. Después de hidrogenada y filtrada la grasa de pescado se trata con una solución alcalina 0.1 N, para remover trazas de ácidos grasos y catalizador. En seguida se somete a un post-blanqueo y a una deodorización con vapor a presión reducida, para eliminar el olor característico que produce la hidrogenación. La deodorización debe llevarse a cabo inmediatamente antes de que la grasa sea convertida en margarina (33).

Una margarina está formada por un 80% de una mezcla de grasa y aceite en la que se emulsifica un 16% de agua, leche descremada, salmuera o una mezcla de ellas. Se compone también de un 0.25% de lecitina de soya como emulsificante, 0.25% de una mezcla de mono, di y triglicéridos que contienen 40% de monoglicéridos cuya función es ligar el agua y prevenir que la margarina pierda humedad, y por último los ingredientes que imparten color como carotenos o annato, y los que imparten sabor como ácidos butírico, ácido capríco y delta-lactonas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se mezclan cantidades medidas de aceite y de fase acuosa con los demás componentes y se someten a la acción de una bomba emulsificadora que alimenta la mezcla de 38°C a cilindros de enfriamiento que bajan la temperatura de la mezcla a 10°C. Estos cilindros están equipados con chaquetas en las que circula amoniaco a -18°C. A medida que la emulsión cristaliza en la pared interna del cilindro es raspada por unas cuchillas rotatorias e impulsada dentro de un tubo de atemperado donde gracias a un tratamiento mecánico se le dá la textura característica. Por último se procede a la extensión y empaque del producto terminado.

Las margarinas preparadas con aceites vegetales hidrogenados tienen a recrystalizar durante el almacenamiento, debido a que los glicéridos que forman cristales estables del tipo β' , que proporcionan untuosidad al producto, pasan después de algún tiempo a la forma β . las grasas que contienen una gran variedad de longitudes de cadena no presentan este fenómeno, por lo que las margarinas preparadas con aceite de pescado o mezclas de 70-80% de aceite hidrogenado de pescado y 20 30% de aceite vegetal líquido tienen una excelente consistencia que no se deteriora durante el almacenamiento. Sin embargo, en muchos países el sabor de estas margarinas no se considera como muy bueno. (33)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.2.2. GRASAS PARA USO EN PANIFICACION Y REPOSTERIA.

Los llamados "shortenings" en inglés, son grasas y aceites de origen vegetal o animal usadas en la mayoría de las formulaciones de panificación y repostería para incrementar la plasticidad de la masa para productos horneados.

Dentro de este grupo se encuentran la mantequilla, la manteca, los aceites vegetales, la margarina y las grasas y aceites procesados. El aceite de anchoveta es uno de los que una vez que ha sido procesado (neutralizado, blanqueado, decolorizado y parcialmente hidrogenado) puede utilizarse para este fin, aún sin haber sido convertido en margarina.

La calidad de las grasas para horneas depende de:

- a) Su capacidad para incorporar aire a la masa
- b) Su capacidad para impartir plasticidad y consistencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- c) La relación entre la cantidad de grasa que permanece sólida y la que se encuentra en forma líquida a una determinada temperatura.
- d) Su capacidad para impartir lubricidad a la masa.

Estas características a su vez dependen de la forma de cristalización de la grasa. El aceite de anchoveta tiende a cristalizar en la forma β' , es decir, en forma de agujas finas. Estos cristales β' ayudan a la incorporación de una gran cantidad de pequeñas burbujas de aire, que dan a un producto horneado volumen y consistencia firme y suave. Las grasas que cristalizan en la forma β' son las mejores para uso en pasteles, por lo que el aceite de anchoveta se adecúa para este propósito.

El único requisito para poder usar el aceite de anchoveta para este fin, es que se encuentre completamente libre de olores y sabores desagradables.

Al aceite de anchoveta procesado se le pueden añadir emulsificantes para usarlo en formulaciones de pasteles, bizcochas y recubrimientos para productos horneados con un elevado porcentaje de agua, así como antioxidantes para aumentar su estabilidad durante el almacenamiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.2.3. ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA GANADO.

El aceite de pescado ha sido incorporado a las formulaciones de los alimentos balanceados para ganado tanto avícola como porcino y vacuno, ya que cuando está presente en proporciones adecuadas favorece el crecimiento. Además, es una fuente barata de energía y de vitamina A y D. (34)

Por mucho tiempo se ha considerado que los ácidos linoléico, linolénico y araquidónico tienen actividad de ácidos grasos esenciales, pero a medida que se profundiza en el estudio de los lípidos se sabe que otros ácidos grasos miembros de las familias de los ácidos linoléico y linolénico, de los cuales los ácidos de pescado contienen una alta proporción, presentan también dicha actividad, en especial para favorecer el crecimiento.

Todos los animales pueden utilizar los aceite de pescado como fuente de energía, siempre que éstos estén en una dieta balanceada y adecuada. Sin embargo, la cantidad de -- aceite debe ser limitada para evitar el desarrollo de sabores indeseables en la carne de dichos animales una vez que han sido sacrificados, como consecuencia de la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados depositados en el tejido adiposo. Por otra parte el aceite de pescado que se usa en estas dietas no debe estar oxidado, ya que los peróxidos -- que se forman como resultado de la oxidación son tóxicos -- para los animales. (34)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las gallinas ponedoras pueden ser alimentadas con un 2 a 6% de aceite de pescado, ya que lo utilizan de una manera eficiente y tiene una acción benéfica en la producción de huevo y en el empollado. En cambio, los pollos destinados al consumo humano no pueden ingerir más del 1% de su dieta de aceite de pescado porque mayores cantidades favorecen la aparición de olores y sabores desagradables.

De la misma manera la proporción de aceite de pescado en los alimentos balanceados para cerdos y vacas debe estar limitada para prevenir el desarrollo de sabores y olores no deseables la carne.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3. USOS INDUSTRIALES

La tabla 11 muestra la cantidad de aceite y harina de pescado que se obtuvo en nuestro país entre 1978 y 1981, -- así como la cantidad de materia prima a partir de la cual -- se produjo.

Al usar a nivel industrial el aceite de anchoveta se aprovechan sus características únicas y su alto grado de in saturación para producir polímeros elásticos y durables, o la mezcla de las diferentes longitudes de cadena de sus ácidos grasos para obtener propiedades funcionales como lubricidad, detergencia y plasticidad.

7.3.1. REACCIONES DE MODIFICACION

7.3.1.1. OXIDACION

Los aceites oxidados se producen haciendo pasar aire a través del aceite mientras éste se encuentra a una temperatura entre 80 y 93°C. Mediante este procedimiento se pueden obtener aceites con viscosidades hasta de 1066 poises -- con un bajo costo. (27).

El tratamiento con aire, que en ocasiones dura hasta 36 horas, le da el aceite propiedades únicas y valiosas para la fabricación de pinturas y recubrimientos protectores en general, como son mayor flexibilidad y adhesión, rapidez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 11

Número de Plantas en Operación, Materia Prima Recibida en ellas y Producción Obtenida de Harina y Aceite de Pescado, de 1978 a 1981.

Plantas en Operación			Materia Prima Recibida en Planta(ton)						Producción obtenida (toneladas)	
Año	No.	Capacidad Instalada ton/hr	Total	Anchoveta	Desperdicios	Fauna de Acompañam.	P *	Sardina y Macarela	Harina	Aceite
1978	54	330.6	281,519	136,072	30,118	17,948	19,358	78,023	53,577	5,811
1979	66	358.8	384,669	198,884	35,554	14,057	37,095	99,119	68,753	6,402
1980	67	415.8	525,461	253,537	64,863	11,934	30,353	164,774	93,897	16,656
1981	64	479.2	586,322	292,363	88,062	88,062	9,259	186,313	106,604	10,660

* P. Pescado no apto para empaque

Fuente: Secretaría de Pesca. Dir. Gral. de Informática y Estadística
(6,7,8,9)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

al secar, no penetrabilidad en superficies y porosas y hume
tabilidad.

A los aceites oxidados se les pueden adicionar cantida
des considerables de agua para producir pinturas estables, -
económicas y fáciles de aplicar; sin la utilización de emul-
sificantes o humectantes. (27)

La polaridad del oxígeno o de los grupos hidroxilo uni
da a la humectibilidad y adhesividad intrínsecas del aceite-
de pescado es una combinación adecuada para su uso en pintu-
ras, en especial en los aprestados para metal ("primers").
(27)

La desventaja que presenta el uso de los aceites oxida-
dos, es que se tornan amarillos rápidamente.

7.3.1.2. POLIMERIZACION

La polimerización o espesamiento por calor un aceite de anchoveta ocasiona que la viscosidad se incremente progresivamente, mientras decrece el índice de iodo debido a la utilización de los dobles enlaces para formar dímeros, trimeros y altos polímeros. (27)

La temperatura del proceso para el aceite de anchoveta es de 290°C y se lleva a cabo en tanques cerrados sometidos a vacío o a una atmósfera de gas inerte. Las etapas iniciales de la polimerización son muy rápidas y exhiben un comportamiento exotérmico.

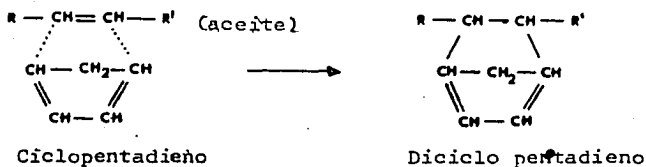
El aceite polimerizado es más durable y resistente a al agua que el aceite solamente refinado y puede usarse para reemplazar total o parcialmente el aceite de linaza o de soya usados en las fórmulas de pinturas para exteriores, ya que la elasticidad que da un aceite de anchoveta polimerizado, es muy similar a la que da un aceite de linaza de igual viscosidad. (27)

El olor característico del aceite de pescado desaparece después de la polimerización, de manera que puede usarse sin problemas en la formulación de pinturas para interiores. El aceite polimerizado también puede usarse como aditivo en las pinturas para reducir su combadura después del secado. (27)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3.1.3. TRATAMIENTO CON CICLOPENTADIENO

La reacción de copolimerización del aceite de anchove ta con ciclopentadieno da un producto económico y ampliamente usado.



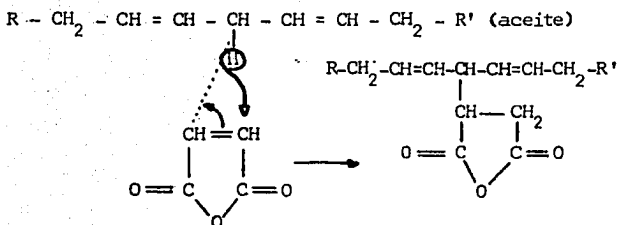
La adición se lleva a cabo en autoclaves a temperaturas de 260 a 288°C, a una presión de alrededor de 100 psi.

Este proceso incrementa el poder secante y la viscosidad del aceite, así como su resistencia al agua y a los agentes químicos. Sin embargo la flexibilidad del aceite y por lo tanto su durabilidad disminuyen, y se excluye su uso de la formulación de pinturas para exteriores o para superficies en las que la película se somete a tensiones elevadas. (27)

7.3.1.4. REACCION CON ANHIDRIDO MALEICO

La reacción de adición en la que el anhídrido maléico se une a la molécula del aceite, ocurre de la siguiente forma:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Anh. Maléico.

Generalmente se usa un 3% de anhídrido maléico en relación a la cantidad de aceite de pescado, ya que cantidades mayores ocasionan una ruptura prematura de las películas formadas. (27).

Las desventajas de los aceites tratados con anhídrido maléico son su tendencia a aumentar de viscosidad y a perder su eficiencia de secado durante el almacenamiento, pero estos efectos pueden ser minimizados si se controlan las condiciones de la reacción y el grado de polimerización.

Dos de las ventajas que se obtienen con este tratamiento son la resistencia al agua y a los agentes químicos.

7.3.1.5. FORMACION DE RESINAS ALQUIDICAS

Ninguna reacción de modificación ha contribuido tanto a la versatilidad de los aceites de pescado como la formación de resinas alquídicas. La mayoría de las características indeseables de estos aceites como el secado ineficiente

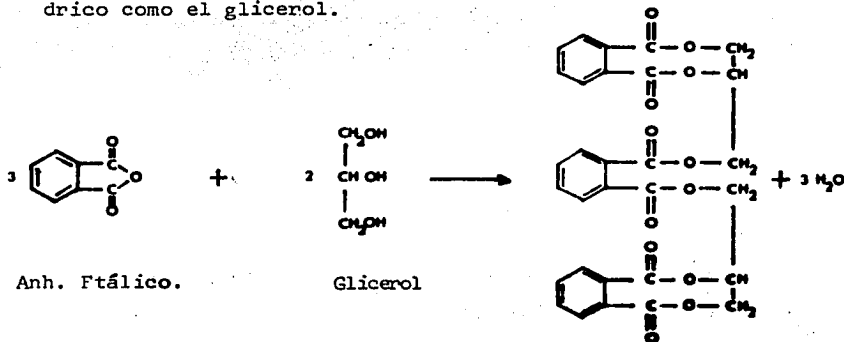
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

te, el amarilleamiento, la tendencia a ser pegajosos, el olor y la poca resistencia al ataque del agua y los agentes químicos son minimizadas o eliminadas. (27)

Las resinas alquídicas se han convertido en la principal alternativa de la industria de recubrimientos (pinturas, barnices, etc.), y representan el 50% de las resinas usadas en la actualidad.

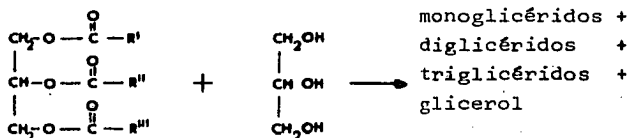
La combinación de estas resinas con otros materiales de revestimiento como la nitrocelulosa, la urea-formaldehído, la melamina, las resinas epóxicas y fenólicas, el silicón y otros amplía el campo de sus posibles aplicaciones. Su compatibilidad con otras resinas se debe a la presencia de ácidos grasos libres, grupos hidroxilo y dobles enlaces.

Una resina alquídica es el producto de la reacción de condensación de un ácido dicarboxílico como el anhídrido ftálico o el ácido isoftálico con un alcohol polihídrico como el glicerol.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Esta reacción produce una resina dura y quebradiza normalmente insoluble en los aceites secante comunes. Sin embargo si el aceite de pescado se hace reaccionar previamente con un polialcohol en presencia de catalizadores básicos para formar una mezcla de monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos y glicerol, el anhídrido ftálico reaccionará con los grupos hidroxilo para formar una resina alquídica modificada.



Aceite de Pescado Glicerol
1 mol.

Cuando la mezcla resultante se hace reaccionar con anhídrido ftálico, ácido isoftálico o algún otro ácido dicarboxílico o anhídrido, se forma una resina líquida o semiplástica que puede ser usada como barniz o vehículo para pinturas.

Las propiedades de las resinas alquídicas dependen de cuatro factores:

a) El tipo de aceite modificante. Si el aceite es secante la resina se emplea en pinturas que secan con el

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

aire; si es no secante la resina se emplea para acabados in dustriales de panadería y en plastificantes aplicados por as persión.

b) El porcentaje de ftalato de glicerilo en la combi nación alquídica. Altos porcentajes de ftalato de glicerilo proporcionana un secado más rápido, resinas más duras y que bradizas y mejores propiedades para la panificación. Al in crementar el grado de modificación se obtiene una mayor so lubilidad en disolventes alifáticos.

c) Tipo de alcohol polihidroxflico. Comparando las re sinas formadas con glicerol y pantaeritrol se observa que - el segundo proporciona mayor resistencia al agua y a los -- agentes químicos, mayor viscosidad, mayor complejidad de la estructura molecular, secado más rápido y mayor velocidad - de reacción.

d) Tipo de ácido dicarboxflico. El anhídrido ftálico- produce mayor uniformidad en la estructura, menos compuestos cíclicos, secado más rápido, mayor flexibilidad y durabili dad, mayores pesos moleculares y mayor resistencia a los -- álcalis, en comparación con el ácido isoftálico.

De hecho puede producirse cualquier número de diferen tes combinaciones alquídicas para usos específicos, varian do el tipo proporción del aceite, el tipo de ácido dicarbo xílico y del alcohol polihidroxflico y mezclando con otras resinas. Además, el tipo de solvente utilizado para diluir estas resinas puede ser cambiado para variar la velocidad de secado, la viscosidad y otras propiedades. (30)

Las resinas alquídicas producidas a partir de aceite de anchoveta pueden usarse en la preparación de aprestados para metales ("primers"), pinturas para aluminio, aplanados, pinturas brillantes y semi-brillantes, esmaltes, pinturas para casa habitación, pinturas para marcar zonas, esmaltes para partes de máquinas, automóviles y ferrocarriles. También pueden utilizarse estas resinas para fines diferentes a los recubrimientos como vehículos para tinta y adhesivos. (30)

7.3.2. RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

Los aceites de pescado son una materia prima atractiva para este propósito debido a su bajo costo y a la alta calidad de los recubrimientos obtenidos.

El aceite de anchoveta puede ser utilizado para la obtención de resinas alquídicas, barnices, esmaltes y pinturas. Una vez polimerizado y mezclado con aceite de linaza se usa en la formulación de pinturas para exteriores; cuando se usa en combinación con el aceite de tung, se reducen los costos en la manufactura de barnices. Copolimerizado con ciclopentadieno sirve para fabricar aprestados para metal de buena calidad. El aceite de anchoveta oxidado es un componente valioso para elaborar plastificantes con nitrocelulosa, pinturas para tejados e impermeabilizantes.

Para prácticamente todos los usos en recubrimientos protectores, el alto porcentaje de ácidos grasos saturados que contiene el aceite de anchoveta es un serio inconveniente, por lo que debe destearinizarse previamente para reducir dicho porcentaje. Sin embargo es necesaria la presencia de una pequeña cantidad de ácidos grasos saturados, ya que imparten a los productos propiedades como flexibilidad y durabilidad, y contra-
prestan las características que dan los ácidos grasos insaturados. (27)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los aceites de pescado desestearinizados no forman películas suficientemente duras, pero convertidos en resinas - alquídicas aumenta su valor en forma considerable y se incrementa su durabilidad y dureza.

Los aceites tratados con ácido maléico y neutralizados con amoníaco, son dispersables en agua y se utilizan en recubrimientos de base acuosa.

Los copolímeros elaborados con aceite de anchoveta y ciclopentadieno están diseñados para su aplicación en esmaltes industriales, barnices, pinturas impermeabilizantes y --aprestados. También se usa como comonomero el estireno para producir resinas con menor tiempo de secado, mayor dureza y resistencia al agua y a los álcalis. Si se usa como comonomero el metil divinil acetileno, los copolímeros resultantes --tienen resistencia al impacto, dureza, flexibilidad y buena adhesión.

En las tablas 12,13,14,15,16, y 17 aparecen ejemplos - de algunas formulaciones de recubrimientos protectores en los que interviene el aceite de pescado.

7.3.3. LUBRICANTES

Los jabones de los ácidos grasos de los aceites de pescado neutralizados con metales como sodio, calcio, plomo aluminio y otros se mezclan con aceites provenientes del petróleo

Tabla 12.- Fórmula para Pintura brillante de bajo costo (27)

Componente	kg/100	lt.
Aceite de Brillo en esencia mineral	35.38	
Pigmento de calcio y titanio	30.71	
Agua	23.15	
Blanco de España	15.23	
Esencias minerales	9.96	
Aceite de pescado oxidado	9.59	
Lecitina de soya	0.30	
Secador de manganeso	0.078	
Secador de cobalto	0.078	

Tabla 13.- Fórmula antifriccionante para fondo de barco (27)

Componente	kg/100	lt.
Oxido cuproso	70.65	
Goma de resina	33.22	
Solvente de nafta	28.91	
Oxido de cinc	19.31	
Aceite de pescado oxidado	14.15	
Silicato de magnesio	6.72	
Estearato de cinc	2.16	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 14.- Fórmula para pintura blanca para interiores. (27)

Componente	kg/100 lt
Carbonato de calcio	48.00
Aceite de linaza neutralizado	25.08
Aceite de pescado polimerizado	24.96
Dióxido de Titanio	21.60
Oxido de cinc	18.00
Esencias minerales	14.76
Secador de plomo	1.20
Lecitina de soya	0.60
Secador de calcio	0.60
Secador de cobalto	0.12

Tabla 15.- Fórmula de pintura para Aluminio (27)

Componente	kg/100 lt.
Esencias minerales	40.80
Pasta de aluminio	24.00
Aceite de pescado polimerizado	17.76
Resina de cumarona-indeno	15.72
Secador de circonio	0.60
Secador de cobalto	0.24

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 16.- Formulación de barniz para uso general. (27)

Componentes	Cantidad
Resina de goma	37.19 kg.
Anhídrido maléico	2.27 kg
Aceite de pescado neutralizado	29.33 lt.
Aceite de tung	29.33 lt.
Después de calentar a 232°C durante 20 min. se añade:	
Pentaeritrol	5.90 kg.
Se incrementa la temperatura a 293°C durante 1 hora, se enfría a 232°C; se diluye al 50%	
Esencia mineral	la necesaria

Tabla 17.- Fórmula para pintura blanca para superficies interiores planas. (27)

Componente	kg/100 lt.
Pigmento de calcio y titanio	61.20
Aceite de pescado copolimerizado c/ciclopentadieno	34.20
Esencias minerales	22.32
Carbonato de calcio	22.20
Sílica de diatomeas	7.80
Solución de ésteres de goma al 60%	1.92
Secador de circonio	0.56
Estearato de aluminio	0.36
Secador de cobalto	0.22
Agente anticongelante	0.12

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

para formular grasas lubricantes. Otro tipo de estas grasas se componen de un complejo de aceite de pescado y óxido de plomo en proporción de 1 a 3 moles; este complejo se combina con jabones de sodio de los ácidos grasos de aceite de pescado para obtener un excelente lubricante para resortes y engranes. (31)

Durante la Segunda Guerra Mundial se desarrolló un lubricante especial para submarinos y otros equipos subacuáticos. Este lubricante es insoluble en agua y es el único que tiene una densidad mayor que la del agua. Otros lubricantes insolubles en agua se aplican a rodamientos, bisagras, portabrocas y otros mecanismos que funcionan a la intemperie y su función es la de formar una capa protectora que evita el desgaste. Todos estos lubricantes están formulados con jabones metálicos insolubles en agua y aceite de pescado hidrogenado.

Otro uso para los aceites de pescado en su forma oxidada en el campo de los lubricantes, se encuentra en el estampado y corte de metales, debido a su resistencia a las altas temperaturas y a la descomposición durante su empleo.

7.3.4. TRATAMIENTO DE PIELES

Los aceites de pescado se usan en forma considerable en la industria del curtido de pieles suaves como la de gamuza y venado. La transformación de la piel en cuero se lleva a cabo absorbiendo la piel gran cantidad de grasa, que -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

es retenida por la fibras y luego es modificada por la acción del oxígeno del aire. La grasa interpuesta entre las fibras húmedas y transformada después, impide que la piel se vuelva rígida por la desecación; la grasa es retenida por las fibras de tal manera que no pueda ser eliminada con el lavado.

El objetivo del proceso de curtido es obtener un producto suave, flexible, elástico o impermeable. El aceite de pescado se aplica a la piel húmeda o seca con agitación en un tambor en el que se mantiene la temperatura entre 60 y 77°C, hasta que la piel absorbe suficiente aceite para después enfriarla y secarla. La función secante del aceite juega un papel importante en este proceso. (31).

7.3.5. IMPERMEABILIZANTES Y SELLADORES.

Los aglomerantes oleorresinosos para mastiques, selladores e impermeabilizantes para la construcción se preparan principalmente con aceite de linaza y de soya, pero en muchos casos las formulaciones combinan estos aceites vegetales con aceites de pescado, dependiendo del costo relativo de los aceites y del producto que se desea obtener. Para este fin se usan aceites de pescado polimerizados y oxidados, que imparten a los impermeabilizantes y selladores elasticidad, propiedades aglutinantes y buen deslizamiento sobre la superficie a tratar. (29)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3.6. TINTAS PARA IMPRENTA

Los aceites de pescado en su forma oxidada, polimeriza da o copolimerizada con ciclopentadieno se utilizan como vehí- culos de los pigmentos en las tintas de imprenta, reempla- zando en forma total o parcial al aceite de linaza de las -- formulaciones tradicionales, por el secado rápido que propor- cionan y la disminución en los costos. (29)

7.3.7. INSECTICIDAS

El jabón que se obtiene como subproducto durante la neu- tralización del aceite de anchoveta es una fuente económica- de agentes humectantes, adhesivos y emulsificantes que se -- mezclan con los insecticidas para su aplicación a las plan- tas. (31)

7.3.8. FLOTACION DE MINERALES

Los aceites de pescado se usan en la recuperación de - metales a partir de los minerales metálicos como colectores- y espumantes en el proceso de flotación, que es uno de los - más efectivos para obtener metales de los minerales llamados de bajo grado, cuya concentración de metal es muy baja. (29).

7.3.9. TELAS REPELENTES AL AGUA

El aceite de pescado se encuentra entre los aceites se- cantes empleados para fabricar géneros impermeables. Estas - telas se obtienen impregnando seda, lino o algodón con el -- aceite secante, después de que la capa ha secado se añaden -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tantas otras capas como sea necesario hasta obtener el grosor y la impermeabilidad deseadas.

Dentro de este campo el aceite de anchoveta encuentra también un uso más sofisticado. Una vez hidrogenado, este -- aceite contiene de 30 a 40% de ácidos behénico y araquídico, cuyas amidas se usan como intermediarios en la fabricación - de telas repelentes. (29)

7.3.10. ANTIOXIDANTES PARA HULE

El aceite de pescado es fuente natural de un estabilizador antioxidante para la manufactura de hule tanto natural como sintético.

El aceite se disuelve en algún alcohol monohidroxílico de 3 a 6 átomos de carbono o en alguno de los ésteres de éstos con ácidos monocarboxílicos de cadena corta. La mezcla se enfría entre 0 y -70°C. La capa de solvente que contiene - fosfolípidos y los antioxidantes se separa y somete a evaporación. Este antioxidante natural se incorpora al hule durante su mezclado en concentraciones de 0.5 a 1.0%. Los hules - tratados de esta forma son muy resistentes a la acción del - oxígeno, de la luz y al endurecimiento. (31)

7.3.11. MANUFACTURA DE ACIDOS GRASOS

Una de las principales áreas para el uso industrial de los aceites de pescado es la manufactura de ácidos grasos. -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los aceites de pescado difieren de otros triglicéridos naturales porque tienen: (a) mayor número de ácidos grasos diferentes; (b) mayor longitud en las cadenas de dichos ácidos; (c) una considerable proporción de ácidos grasos altamente insaturados y (d) abundancia de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga de la familia del ácido linolénico. (32)

Los aceites de pescado suelen hidrogenarse previamente a su hidrólisis con el fin de minimizar su degradación. La mezcla de ácidos grasos saturados producida por hidrólisis se separa en porciones que contienen diferentes longitudes de cadena por destilación fraccionada, extracción con solventes o cristalización.

Hay productos comerciales que contienen un 75% de ácidos grasos de 20 y 22 carbonos y 25% de ácidos grasos de 18 carbonos. La otra única fuente de ácidos grasos con esta longitud de cadena es el aceite de colza, cuyo costo es mayor que el de pescado. (29)

Para la obtención de ácidos grasos poliinsaturados se realiza una destilación molecular de los triglicéridos sin previa hidrólisis. La separación de los ácidos grasos se lleva a cabo por medios enzimáticos. (32)

Las principales aplicaciones industriales de los ácidos grasos se basan en la reactividad del grupo carboxilo,-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

y entre ellas se encuentran los cosméticos, productos farmacéuticos, síntesis químicas, compuestos inhibidores de la corrosión, bujías, vehículos para pinturas dispersables en agua, conservadores para madera y agentes antioxidantes para hule.

7.4. USOS FARMACEUTICOS

El aceite de pescado contiene fracciones a las que se les han atribuido propiedades terapéuticas.

Los éteres de glicerol como el alcohol batílico (cap. 3), se emplean para minimizar los efectos colaterales de los pacientes sometidos a radiaciones. En Suecia es una práctica común administrar por vía oral pequeñas dosis de este alcohol a los pacientes que están bajo tratamiento con radiaciones, con resultados satisfactorios. (35)

Más importante es la propiedad de los aceites marinos en general, de bajar el nivel de colesterol en la sangre, tanto en el hombre como en el animal de laboratorio. Este efecto de los aceites de pescado y de otros aceites

poliinsaturados parece ser debido a la alta proporción de ácidos grasos altamente insaturados. (36)

El colesterol es un esteroide perteneciente al grupo de los esteroides. Parte del colesterol necesario para el organismo se introduce en la dieta, y parte se sintetiza a partir de los compuestos simples del metabolismo intermedio en especial del acetato. Una vez absorbido por el intestino pasa a formar parte en las células como componente fijo, y en parte es transformado en otros esteroides y derivados útiles al organismo como ácidos biliares, hormonas sexuales y corticoadrenales; en parte es depositado en varios órganos y tejidos como material de reserva y como acúmulo patológico en especial en las arterias, en las que es importante responsable de la enfermedad conocida como arteroesclerosis, que aumenta en gran medida al individuo -- que la padece, el riesgo de sufrir ataques cardíacos.

El valor medio del colesterol plasmático en los individuos normales es de 220 mg/100 ml de sangre; valores superiores a éste denotan una hipercolesterolemia y una predisposición a la arteroesclerosis y a los ataques cardíacos.

La ingesta de grandes cantidades de calorías provenientes de grasas y carbohidratos, una reducción en la excreción del colesterol en los ácidos biliares, un incremento en la biosíntesis de este compuesto o trastornos hormonales relacionados con este proceso metabólico, pueden pro

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

vocar una hipercolesterolemia. (36)

El tratamiento con aceites poliinsaturados ha sido responsable de la reducción de las hipercolesterolemias -- tanto en animales de laboratorio como en el hombre, debido a que los ácidos grasos altamente insaturados juegan un papel importante en el transporte normal del colesterol en la sangre, impidiendo su depósito en las arterias.

Los homólogos del ácido linoléico, que son abundantes en los aceites marinos, parecen ser las formas más efectivas de ácidos grasos poliinsaturados que intervienen en el transporte del colesterol, debido a la disposición de los dobles enlaces en la molécula. (36).

Al empezar la década de los 50 se llevó a cabo un experimento con 206 pacientes que habían sufrido al menos un ataque al corazón, a los que se les aconsejó reducir el consumo de alimentos que contuvieran grasas saturadas, y aumentar la ingesta de grasas altamente insaturadas provenientes de pescado, consumiendo éste por lo menos 5 veces a la semana. De los 206 pacientes, 80 se sometieron a la dieta prescrita y su nivel de colesterol en la sangre bajó considerablemente. (35)

Se comparó la diferencia entre la supervivencia de los pacientes sometidos a la dieta y la de los que no la acataron, después de 16 años de comenzado el experimento. El 36% de los pacientes que se sometieron a la dieta durante-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tódo ese tiempo, permanecían vivos después de 16 años, y del grupo no controlado solamente el 8% vivían después de ese mismo período. El índice de supervivencia fue 4.5 veces mayor en los pacientes con dieta que en los que conservaron su régimen alimenticio acostumbrado. (35).

Todo esto nos muestra la posibilidad de un nuevo mercado para el aceite de anchoveta, ya que pueden producirse cápsulas que contengan los ácidos grasos poliinsaturados -- que contiene dicho aceite para bajar el nivel de colesterol de los pacientes con hipercolesterolemia, los cuales con -- una dieta adecuada y el consumo de este aceite, pueden aumentar su tiempo de vida.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para obtener un aceite de anchoveta de buena calidad, es necesario vigilar estrictamente las condiciones del proceso de reducción. La etapa crítica de este proceso es la cocción, ya que el rendimiento en la extracción del aceite depende principalmente de las características del pescado una vez cocido.

- Es también de suma importancia que el proceso de refinación se lleve a cabo bajo un estricto control en especial en las operaciones de blanqueo y deodorización, ya que del resultado de éstas dependerá la calidad del aceite obtenido, en especial para su uso en la industria de los alimentos.

- Cada lote de aceite de anchoveta tiene características químicas y físicas particulares, por lo que antes de la refinación debe efectuarse el análisis de una muestra del lote, con el fin de adecuar las condiciones de la refinación a ese lote en particular.

- El proceso ideal para la elaboración de aceite a partir de la anchoveta, tomando en cuenta tanto la calidad de los productos obtenidos como la relación costo-eficiencia, es el proceso de reducción húmeda.

- En muchas etapas de los procesos de obtención y refinación se cuenta con varias opciones en cuanto a las caracte

rísticas del equipo, desde los relativamente rudimentarios hasta los más modernos, lo que proporciona cierta flexibilidad en cuanto a costo y espacio para la instalación de una planta productora de harina y aceite de anchoveta.

- El aceite de anchoveta es un producto muy versátil; puede utilizarse en la elaboración de una amplia gama de productos tanto industriales como alimenticios y farmacéuticos.

- Uno de los aspectos importantes del aceite de anchoveta es su relativamente alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados de 20 y 22 átomos de carbono, cuya única otra fuente es el aceite de colza, que tiene costo más elevado.

- Si el aceite de anchoveta se utiliza para sustituir total o parcialmente al aceite de linaza en la elaboración de pinturas, barnices, esmaltes y tintas, se disminuyen los costos de dichos productos, y se obtienen características y propiedades funcionales muy similares.

- Sería conveniente que las industrias que se dedican a la elaboración de pinturas y recubrimientos protectores - en general, lubricantes, impermeabilizantes, tintas insecticidas y al curtido de pieles en nuestro País hicieran estudios sobre la factibilidad de incorporar el aceite de anchoveta a sus productos, con lo cual el mercado de este aceite se ampliaría.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Sería recomendable la puesta en marcha de una planta piloto para la elaboración de margarina a partir de aceite - hidrogenado de anchoveta, para estudiar la aceptación de dicho producto por parte del consumidor mexicano.

- En lo que a la industria farmacéutica se refiere, -- hay un gran campo para la investigación de las propiedades - terapéuticas de los compuestos contenidos en el aceite de an choveta.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Volúmen de la Explotación Pesquera Nacional de Anchoveta por Litorales, Regiones y Entidades-Federativas.
- Tabla 2. Volúmen de la Explotación Pesquera Nacional de 1973 a 1981.
- Tabla 3. Acidos Grasos Saturados Presentes en los Aceites Marinos.
- Tabla 4. Acidos Grasos Insaturados Presentes en los Aceites de Pescado.
- Tabla 5. Composición Típica del Aceite de Anchoveta Cru-
do.
- Tabla 6. Porcentaje de Acidos Grasos en el Aceite de An-
choveta.
- Tabla 7. Porcentaje de Peso de Algunos Acidos Grasos de-
Interés en el Aceite de Anchoveta.
- Tabla 8. Comparación de los Procesos de Obtención de Ha-
rina y Aceite de Pescado.
- Tabla 9. Cantidad de muestra, de alcohol y concentración
del álcali requeridos para la determinación del
contenido de ácidos grasos libres.
- Tabla 10. Comparación entre los costos del aceite de Linaza
y el aceite de anchoveta (Octubre 1983).
- Tabla 11. Número de Plantas en Operación, Materia Prima Re-
cibida en ellas y Producción Obtenida de Harina y
Aceite de Pescado. de 1978 a 1981.
- Tabla 12. Fórmula de Pintura Brillante de Bajo Costo.
- Tabla 13. Fórmula Antifunicionante para fondo de barco.
- Tabla 14. Fórmula para pintura blanca para interiores
- Tabla 15. Fórmula de Pintura para Aluminio
- Tabla 16. Formulación de Barniz para Uso General.
- Tabla 17. Fórmula para pintura Blanca para superficies inte-
riores planas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Gráfica de la Longitud de la Anchoveta en Función de la Edad.
- Figura 2. Localización de la Anchoveta en las Costas de Nuestro País.
- Figura 3. Diagrama de Bloques del Proceso de Obtención de Harina de Anchoveta por Reducción Húmeda.
- Figura 4. Prensa de Tornillo Simple.
- Figura 5. Prensa de Tornillo Doble.
- Figura 6. Decantador.
- Figura 7. Centrífuga de Discos.
- Figura 8. Evaporador de Triple Efecto
- Figura 9. Disposición de una Planta Productora de Aceite y Harina de Pescado por el Método de Reducción Húmeda.
- Figura 10. Balance de Materiales para la producción de Harina y Aceite de Pescado por el Método de Reducción Húmeda.
- Figura 11. Neutralizador.
- Figura 12. Deodorizador por lotes.

IX BIBLIOGRAFIA

- 1.- Baxter, J.L. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. Vol. IX 1967.
- 2.- Ahlstrom, E.H. Kinds and Abundance of Fishes in the - California Current Region, Based on Egg and Larval -- Surveys. California Coop. Oc. Fish. Invest. Rept. 152 1973.
- 3.- Sánchez S. Edad y Crecimiento de la Anchoveta (*Engraulis mordax*) en aguas Baja California. I.P.N. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, 1975.
- 4.- Methot, R. Growth of Northern Anchovy (*Engraulis mordax*) larvae in the Sea. Fishery Bulletin. Vol. 77. No. 2 1979.
5. Pedrín, O. Consideraciones Sobre la Anchoveta de Baja California y las Posibilidades de Incrementar su Captura. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Tomo 20. 1974
- 6.- Anuario Estadístico Pesquero 1978. Departamento de -- Pesca. Dir. Gral. de Planeación, Informática y Estadística. México, D.F. 1980.
- 7.- Anuario Estadístico Pesquero 1979. Departamento de -- Pesca. Dir. Gral. de Planeación, Informática y Estadística. México, D. F. 1981.

- 8.- Anuario Estadístico de Pesca 1980. Departamento de Pesca. Dir. Gral. de Planeación, Informática y Estadística. México, D. F. 1981.
- 9.- Anuario Estadístico de Pesca 1981. Secretaría de Pesca. Dir. Gral. de Informática y Estadística. México, 1982.
- 10.- Secretaría de Programación y Presupuesto. El Sector Alimentario en México. Coord. Gral. de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, 1981.
- 11.- Villamar, A. La Anchoveta Norteña: una Gran Perspectiva. Técnica Pesquera. No. 91, 1975.
- 12.- López, M. La Anchoveta en Baja California. Técnica Pesquera. Enero-Febrero. 1977.
- 13.- F.A.O. The Production of Fish Meal and Oil. F.A.O. -- Fish Teach. Pap. (142), pp. 54. 1971.
- 14.- Sánchez Torres, J.R. Fish Oil Industry in South America. in Fish Oils: their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses. M.E. Stansby, Editor. The AVI Publishing Company, Inc. U.S.A. 1967.
- 15.- Brody, J. Fishery By-Products Technology. The AVI publishing Company, Inc. U.S.A. 1965.
- 16.- Gruger, E.H. Fatty Acid Composition. In Fish Oils: -- Their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional -- Properties and Uses. M.E. Stansby Editor. The AVI pu--

blishing Company Inc. U.S.A. 1967.

- 17.- Malins, D. Classes of Lipids in Fish. In Fish Oils:- their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses. M.E. Stansby Editro. The AVI Pú blishing Company, Inc. U.S.A. 1967.
- 18.- Ackman, R.G. Fish Oil Composition. Objective Methods for Food Evaluation. National Academy of Sciences. - U.S.A. 1976.
- 19.- Ke, P.J. Marine Oils. Journal of the American Oil -- Chemist's Society. Vol. 50, No. 11.Pp. 429-435. 1973.
- 20.- Ackman, R.G. Marine Oils. Can. Inst. Food Sci. Technol. Vol. 6 No. 3 1973.
- 21.- Burgess. El Pescado y las Industrias Derivadas de la Pesca. Primera Edición. Editorial Acribia. España. - 1979.
- 22.- Kulikov, P.I. Production of Meal, Oil and Protein-Vi tamin Preparations in the Fishing Industry. 3rd re- vised and enlarged edition. Amerind Publishing Compa ny. Nueva Dehli, 1978.
- 23.- Reynaga Valdez, R. El aprovechamiento Integral de la Fauna Marina en la Producción de Harina de Pescado -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesqueras. Vol. III, 1979.
- 24.- Ramírez Granados, R. Tecnología Pesquera. Estudios y di fusión Marítimas A.C. México, 1975.
- 25.- Chang, S.S. Processing of Fish Oils. In Fish Oils: Their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Pro perties and Uses. M.E. Stansby, Editor. The AVI Publis-
hing Company, Inc. U.S.A., 1967.
- 26.- Mehlenbacher, U.C. Análisis de Grasas y Aceites. 1a. --
Edición. Ediciones URMO, España, 1970.
- 27.- Fennema, O. Editor. Food Chemistry. U.S.A. 1979.
- 28.- Sebedio, J.L., Ackman, R.G. et.al. Alterations in Longer
Chain Fatty Acids on Fish Oil During Partial Hidrogena-
ción. Journal of American Oil Chemist's Society. 56 (2)
Pp. 202-203. 1979.
- 29.- Dyer, J.A. General Industrial and Potential Uses of --
Fish Oils. In Fish Oils: their Chemistry, Technology,-
Stability, Nutritional Properties and Uses. M.E. Stans-
by Editor. U.S.A. 1967.
- 30.- Martínez de las Marías, P. Química y Física de los al--
tos Polímeros y Materiales Plásticos. Primera Edición. --
Editorial Alhambra, S. A. España, 1972.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 31.- Fineberg, H and Johanson, A.G. Industrial Use of Fish Oils. In Fish Oils: their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses. M.E. Stansby, Editor. U.S.A. 1967.
- 32.- Stansby, ME. Marine-derived Fatty Acids or Fish Oils- as Raw Material for Fatty Acids Manufacture. Journal - of the American Oil Chemist's Society. 56(11), 793A - 796A, 1979.
- 33.- Hannewijk, J. Use of Fish Oils in Margarine and Shortening. In Fish Oils: their Chemistry, Technology, - Stability, Nutritional Properties and Uses. M.E. Stansby, Editor U.S.A. 1967.
- 34.- Karrick, N.L. Nutritional Value as Animal Feed. In Fish Oils: their Chemistry, Technology, Stability, - Nutritional Properties and Uses. M.E. Stansby, Editor U.S.A. 1967.
- 35.- Stansby, M.E. Development of Fish Oil Industry in the United States. Journal of American Oil Chemist's Society. 55(2), 238-243, 1978.
- 36.- Peifer, J.J. Hypocholesterolemic Effects of Marine Oils In Fish Oils: their Chemistry, Technology, Stability, - Nutritional Properties and Uses. M.E. Stansby, Editor. U.S.A. 1967.

Otras referencias consultadas:

- 37.- Catálogo de Peces Marinos Mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio. Subsecretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. México, 1976.
- 38.- Potter, N. Food Science. Second Edition. The AVI Publishers Inc. U.S.A. 1978.
- 39.- Lehninger, A.L. Biochemistry. Second Edition. Worth Publishers Inc. U.S.A. 1978.
- 40.- Pearson, D. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. 1a. Edición. Editorial Acribia. España 1976.
- 41.- Domínguez Cuevas V.M. y Pérez Gómez, J.R. Fabricación de Harina de Pescado a Base de Anchoveta. Tesis Profesional. Universidad Anáhuac. 1977.
- 42.- Ciangherotti, S. Gli Oli di Pesce in Alimentazione. Revista de la Società Italiana dell'alimentazione. 7(6), 505-507. 1978.
- 43.- Ackman, R.G. Empirical Relationships Between Iodine Value and Polyunsaturated Fatty Acid Content in Marine Oils and Lipids. Journal of American Oil Chemist's Society. Vol. 43(6), pp. 385-389. 1976.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 44.- Goebel, E.H. y Romero M. Some Aspects on Adsorbent Treatment and Hydrogenation of Fish Oil. Journal - of American Oil Chemist's Society. 57(2): A177. -- 1980.
- 45.- Hung, S.S.O. and Slinger, S.J. Studies of Chemical- Methods for Assessing Oxidative Quality and Storage Stability of Feeding Oils. Journal of American Oil Chemist's Society. 58(7): 785-788. 1981.
- 46.- Stansby, M.E. Properties of Fish Oils and Their --- applications to handling of Fish and to Nutritional and Industrial Use. Abs. Pap. Am. Chem. Soc. Sep: 16. 1979.
- 47.- Acevedo, F. Oxidación de Productos Procesados de - Pescado. Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.) 12, 129-132. 1977.
- 48.- Palmer, H.H. and Bowers. J. Food Theory and Appli- cations. First Edition. Edited by Pauline, C. Paul- and Helen H. Palmer. Ed. John Wiley and Sons Inc. U.S.A. 1972.
- 49.- Considine, D.M., Chemical and Process Technology - Encyclopedia. Mc. Graw Hill Book Company U.S.A. -- 1974.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 50.- Kent, J.A. Riegel's Handbook of Industrial Chemistry. Seventh Edition. Van Nostrand Reinhold Company. USA 1974.
- 51.- Nickerson J.T.R. and Ronsivalli L.L. Elementary Food Science. Second Edition. AVI Publishing Co. U.S.A. 1978.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN