



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ELABORACION DE UN CONCENTRADO  
PROTEICO DE PESCADO UTILIZANDO  
ETANOL COMO SOLVENTE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A .

JOSE MARIA AGRAZ DORANTES



TESIS CON  
MEXICO, D. F. FALLA DE ORIGEN

1994



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 está 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.



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

Jurado Asignado:

Presidente: Prof. MARIA DEL CARMEN DURAN DOMINGUEZ DE BAZUA  
Vocal: Prof. ZOILA NIETO VILLALOBOS  
Secretario: Prof. FELIPE DE JESUS RODRIGUEZ PALACIOS  
1er. Suplente: Prof. FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ  
2do. Suplente: Prof. LUCIA GABRIELA BASCUÑAN TERMINI

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, Departamento de Alimentos, División de Estudios Superiores.

M.en C. ZOILA NIETO VILLALOBOS

Sr. JOSE MARIA AGRAM DORANTES

EN MEMORIA DE MI MADRE  
A MI PADRE Y HERMANOS  
A MI ESPOSA E HIJOS

Y A TODAS LAS PERSONAS QUE ME QUIEREN,  
POR CONTRIBUIR DE ALGUNA MANERA CON SU  
APOYO Y ESTIMULO A LA REALIZACION DE UNO  
DE MIS IDEALES, CON MI PROFUNDO CARINO Y  
AGRADECIMIENTO.

A LA FACULTAD DE QUIMICA U.N.A.M.

AL HONORABLE JURADO

A MI ASESOR DE TESIS

M. en C. Zolia Nieto Villalobos

Con profundo agradecimiento por su valiosa  
ayuda y dirección.

A TODOS AQUELLOS QUE PERMITIERON DE UNA U  
OTRA FORMA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

## INDICE

PAG.

### RESUMEN

1.	INTRODUCCION .....	3
1.1.	Objetivo .....	4
2,	GENERALIDADES.....	5
2.1.	Problemática Pesquera .....	6
2.2.	Fabricación de Harina .....	7
2.3.	Concentrados Proteicos .....	9
2.3.1.	Definición .....	9
2.3.2.	Normatividad .....	9
2.3.2.1.	Diferenciación con la harina de pescado .....	9
2.3.3.	Clasificación de los concentrados proteicos .....	10
2.3.3.1.	Componentes Limitantes .....	11
2.3.4.	Composición química de los lípidos de pescado .....	12
2.3.4.1.	Acidos Grados .....	12
2.3.4.2.	Fosfolípidos .....	14
2.3.4.3.	Vitaminas .....	15
2.3.4.4.	Componentes menores .....	15
2.4.	Descomposición de la grasa .....	16

2.4.1. Tipos de Descomposición .....	16
2.4.1.1. Descomposición Oxidativa .....	16
2.4.1.2. Reversión .....	19
2.5. Elaboración de C.C.P. ....	20
2.5.1. Panorama General .....	20
2.5.2. Solventes Utilizados .....	20
2.6. Aspectos Nutricionales .....	23
3. MATERIALES Y METODOS .....	25
3.1. Elaboración de Concentrado .....	26
3.1.1. Materia Prima .....	26
3.1.1.1. Preparación .....	26
3.2. Método I .....	27
3.3. Método II .....	27
3.4. Método III .....	28
3.5. Recuperación del solvente .....	28
3.6. Métodos Analíticos .....	29
III 2.5. ORGANOLEPTICO .....	29
4. RESULTADOS .....	31
5. CONCLUSIONES .....	50
6. BIBLIOGRAFIA .....	54

**CAPITULO I**

**INTRODUCCION**



## INTRODUCCION

El alto crecimiento poblacional en el mundo demanda una mayor producción de alimentos que satisfaga a su vez, las necesidades mínimas de nutrición. La humanidad depende de los cereales en un 70% para la obtención de proteína, que es uno de los nutrimentos esenciales.

En los numerosos países en vías de desarrollo que no puedan darse el lujo de consumir proteínas animales, los cereales son la única fuente importante de proteína de su ración diaria, los cuales por tener una baja en la calidad de su proteína, generan algunos problemas de desnutrición en la población.

Las proteínas de origen animal entre las cuales se encuentran la de los productos pesqueros, se consideran como de primera calidad para el consumo humano debido fundamentalmente a su balance de aminoácidos.

La producción pesquera en los últimos años, ha tenido un rápido desarrollo, por lo que existe una sobreoferta de estos productos y al no haber una demanda suficiente, el consumo directo es muy bajo en relación a la producción. Debido a un sin número de factores, la producción pesquera se ha desviado hacia su transformación en harinas de pescado, las cuales se

han dirigido hacia la producción de alimentos balanceados para la nutrición animal generando una cadena alimenticia más larga y, con esto, aumentando el costo del alimento de origen animal a la población. Desde hace tiempo se están haciendo esfuerzos a nivel mundial para lograr que esta harina de pescado sea consumida por los humanos como un concentrado proteico de pescado (C.P.P.).

Estos concentrados proteicos de pescado se preparan extrayendo la mayor cantidad de agua y grasa del tejido, para lo cual se utilizan diferentes métodos, siendo uno de los más utilizados la extracción con solventes, los cuales pueden tener una gran eficiencia de extracción, pero algunos son difíciles de eliminar, pudiendo los residuos presentar toxicidad.

## OBJETIVO

Por lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo es utilizar para la extracción del aceite el alcohol etílico o etanol, que se produce en gran cantidad en nuestro país y el cual es ampliamente utilizado en la industria alimentaria por sus características de buen solvente, baja toxicidad y bajo costo. Es uno de los solventes utilizados para la obtención de concentrados proteicos de pescado.

En este trabajo se pretende estandarizar el método de preparación del producto, para lograr obtener las mejores características organolépticas en el C.P.P., para que sea fácil su incorporación en la suplementación de otros productos alimentarios carentes de proteína de alta calidad, principalmente en el maíz, que es la base de la alimentación nacional.

**CAPITULO II**  
**GENERALIDADES**

## 2.1. PROBLEMATICA PESQUERA

México es un país que ha basado su alimentación en los productos agropecuarios, principalmente maíz y frijol, consumiéndose los productos pesqueros de manera directa en baja cantidad existiendo algunas variaciones según la región, incrementándose de manera tradicional en las fechas marcadas por las costumbres, principalmente de índole religioso. Por otra parte, el desconocimiento de las diferentes especies marinas comerciales y no comerciales de las cuales hay gran abundancia en sus litorales, lo que hace que su consumo no se incremente. Otra causa es debido a la ineficiencia de los métodos de conservación, por lo que estos productos, llegan al consumidor en condiciones de descomposición parcial que limitan aún más su consumo.

### 2.1.1. CONSUMO

En México, el consumo per cápita es de 13.21 kg de productos marinos que, comparado con los 32 kg que se consumen en otros países como es el caso de los Estados Unidos, (Holt, 1969) indica la pobreza de su empleo. En esos países, con la aplicación de variados y eficientes métodos de conservación de los productos pesqueros, es posible hacer llegar el producto al consumidor con la mejor calidad posible. México, también puede lograrlo si se mejoran los

métodos de conservación y la presentación de los productos pesqueros.

## 2.2. FABRICACION DE HARINA

Debido a problemas generados por una comercialización deficiente, los industriales mexicanos prefieren desviar la mayor parte de las capturas de peces "no comerciales" tradicionales hacia la producción de harina que se utilizan en la elaboración de alimentos balanceados para la industria pecuaria, la cual genera un consumo humano indirecto per cápita de productos pesqueros de 5.26 kg. Esto significa que si se considera un aumento en la población y, en forma directa, en la demanda de los productos pecuarios como son leche, carne y huevo el país requerirá incrementar la producción pesquera para evitar la importación de harina de pescado para esta industria.

La producción pesquera dedicada hacia la elaboración de harina de pescado es la anchoveta, sardina, macarela y fauna de acompañamiento del camarón, principalmente. Estas se capturan tanto en el Golfo de México como en el Océano Pacífico, encontrándose especies como el lenguado, papelillo, chile, chico, harinera son picuda, barbudo y horqueta en el Pacífico, además del dhiato, charrito, cabaicucho, escorpión

y huachinango en el Golfo de México (Sepesca, 1988).

Otras materias primas utilizadas en la industria el pescado no empacable y los "recortes" de las plantas empacadoras y congeladoras.

Hasta el año de 1986, (Sepesca 1988), se importaban alrededor de 5 376 toneladas de harina de pescado para completar las necesidades nacionales, que eran de aproximadamente 90 000 toneladas, las cuales se canalizaban totalmente hacia la elaboración de alimentos balanceados (con un costo de 271.60 dólares/tonelada, y con la consecuente salida de divisas).

Los principales países productores de harina de pescado son Perú, Chile, Sudáfrica y Marruecos, los cuales exportan la mayor parte de su producción. Sin embargo, tienen uno de los mayores índices de deficiencia proteica en su población, situación por la cual sería prudente la diversificación de la producción de estos productos pesqueros y enfocarlos para el consumo humano directo como un concentrado proteico de pescado. Esto, obviamente, competiría directamente con la industria productora de harina de pescado, lo cual requeriría duplicar al menos la producción y/o captura pesquera actual.

## 2.3. CONCENTRADOS PROTEICOS

### 2.3.1. DEFINICION

El término concentrado proteico de pescado se define como cualquier preparación estable de pescado, en que la proteína es más concentrada que el pescado original y no sufre deterioro significativo en seis meses a 27 grados centígrados cuando es almacenada en recipientes herméticos (Lovern, 1965)

### 2.3.2. NORMATIVIDAD

En los Estados Unidos se han elaborado normas de calidad para el producto, especificándose (Acevedo, 1977):

- Proteína: Un mínimo de 75%
- Humedad: Menos de 19%
- Lípidos: Menos de 0.5%
- Solventes: Mínimos (legislación EDA)
- Calidad bacteriológica: Buena

#### 2.3.2.1. DIFERENCIACION CON LA HARINA DE PESCADO

La harina de pescado se diferencia de el concentrado proteico de pescado en que la harina no es para consumo



humano debido a que no es elaborada en condiciones higiénicas adecuadas, por lo que puede estar contaminada con bacterias patógenas y la harina también puede contener grasa rancia, lo cual pudiera producir en el ser humano problemas de deficiencia de vitaminas A y E, en el caso de no vigilar la suplementación de éstas en la dieta (Windsor, 1970). También se ve disminuida la calidad biológica de la proteína ya que durante el proceso se destruye la lisina disponible, generando problemas nutrimentales a largo plazo, además de producir algunos problemas toxicológicos por la formación de hidroperóxidos.

Con base en los problemas mencionados anteriormente, es importante la realización de estudios tendientes a disminuir la rancidez en el concentrado proteico de pescado (C.P.P.) al menor valor posible, extrayendo la mayor cantidad de grasa del pescado.

### 2.3.3. CLASIFICACION DE LOS CONCENTRADOS PROTEICOS DE PESCADO

Los concentrados proteicos de pescado se han clasificado dentro de tres categorías:

Tipo A: Polvo virtualmente sin olor y sabor, la cual

tiene una cantidad de grasa máxima de 0.75%.

Tipo B: Polvo con un máximo de 3% de grasa sin límites específicos de olor y sabor.

Tipo C: Harina de pescado común, pero elaborada en condiciones higiénicas satisfactorias.

Existen otros tipos de concentrados proteicos de pescado que son totalmente diferentes a la harina de pescado. Estos son elaborados hidrolizando la proteína, utilizando para ello enzimas y otras sustancias químicas, para después concentrar el producto a pastas o extractos. Este tipo de concentrados no serán estudiados en el presente trabajo (Spinelli y col., 1977).

#### 2.3.3.1. COMPONENTES LIMITANTES

En la elaboración de los concentrados proteicos de pescado hay dos grupos de sustancias a extraer:

\* Hidrosolubles. Los cuales constan de proteínas solubles y algunos compuestos de bajo peso molecular, que afectan la calidad del concentrado.

\* Lípidos. Los cuales en estado natural, tienen muy poco olor y sabor pero al ponerse en contacto con el aire

atmosférico y la luz, desarrollan rápidamente olores y sabores indeseables.

#### 2.3.4. COMPOSICION QUIMICA DE LOS LIPIDOS DE PESCADO

Los lípidos de pescado son básicamente ésteres de triglicéridos los cuales están caracterizados por contener ácidos grasos con un alto grado de insaturación en forma de dobles enlaces múltiples en la cadena de átomos de carbonos.

##### 2.3.4.1. ACIDOS GRASOS

La composición en ácidos grasos de los lípidos de pescado se considera la misma, tanto en los depósitos grasos localizados principalmente en la carne oscura situada a lo largo de la línea lateral del pez, así como en la carne blanca del mismo.

Los peces dependiendo de sus costumbres alimenticias, tienen una concentración de ácidos grasos variables, encontrándose, por ejemplo, que las especies pequeñas pelágicas, como la anchoveta (las cuales se alimentan de fitoplancton), contienen una mayor cantidad de ácido eicosapentaenoico (20:5 ω 3) que de ácido docohexaenoico (22:6 ω 3), mientras que las especies de mayor tamaño y demersales, como el bacalao y la macarela, sus aceites tienen

una concentración de 22:6  $\omega$  3 mayor que de 20:5  $\omega$  3. En otras especies, las variaciones de los ácidos grasos se deben al tamaño del pez, a factores estacionales y a la madurez sexual, principalmente.

Se ha encontrado que los ácidos grasos antes señalados, sin importar la proporción, suman 60% de los ácidos grasos poli-insaturados en todos los aceites marinos.

Estos ácidos grasos poli-insaturados muestran evidencia epidemiológica en algunas ciudades del mundo de disminuir la esclerosis múltiple (Bernsohn y Stepanides 1967). También existe cierta asociación del consumo de ácidos grasos altamente insaturados, con el desarrollo normal del cerebro. Se ha demostrado que, por algunas vías metabólicas, éstos pasan selectivamente al cerebro de los mamíferos beneficiando su desarrollo integral y particularmente, la cerebral (Allin y col. 1972).

Existen cuatro aminoácidos grasos monoinsaturados, siendo los principales el 16:1  $\omega$  7, 18:2  $\omega$  9, 20:1  $\omega$  9 y 22:1  $\omega$  11, los cuales son relativamente estables a la oxidación, y son fácilmente digeribles por los animales (Ackman, 1976).

Los ácidos grasos saturados en los aceites marinos existen en una proporción que va del 20%-25% predominando los

de C14, C16, C18, y en menor cantidad, los de C12, C20, C15 y C17. Todos estos ácidos grasos son comunes en las grasas de los animales superiores.

Los ácidos grasos contenidos en los lípidos de pescado contienen una estructura isoprenoide en una proporción del 1-5%.

Existen otros ácidos grasos en los aceites marinos en menor proporción como son:

ACIDOS GRASOS	PROPORCION
18:2 ω 6	1%
18:3 ω 3	0.5%
18:4 ω 3	1%
20:4 ω 6	0.5%
22:5 ω 6	0.5%

#### 2.3.4.2. FOSFOLIPIDOS

Se han identificado los fosfolípidos que se presentan naturalmente en los lípidos de pescado, encontrándose la fosfatidil-etanol-amina (cefalina) y la fosfatidil-colina (lecitina) en una proporción de 1:3 en peces (Addison y col.,

1972) de 1:2 en crustáceos (Addison y col., 1969), los cuales provocan la formación de sistemas coloidales en la micela (también conocida como agua de cola) en el proceso de fabricación de los concentrados.

#### 2.3.4.3. VITAMINAS

Existen otros componentes minoritarios como son: Las vitaminas A y D, algunos antioxidantes naturales como el tocoferol, el cual se encuentra en una proporción de 200 a 300 mg/g de grasa en productos pesqueros frescos (Ackman y Carnier 1967) los cuales tienden a desaparecer durante el almacenamiento del pescado en congelación (Ikeda, 1966).

#### 2.3.4.4. COMPONENTES MENORES

Entre los componentes presentes en concentraciones menores se tienen los peróxidos e hidroperóxidos, los cuales generan productos indeseables en el producto.

El colesterol existe en una cantidad que equivale a la mitad de la aportada por la carne magra de bovino.

Existen otros compuestos minoritarios como son algunos hidrocarburos, alcoholes y ceras de cadenas que van de C12 - C20 en una cantidad que no sobrepasa el 1% (Ackman, 1971).

## 2.4. DESCOMPOSICION DE LA GRASA

### 2.4.1. TIPOS DE DESCOMPOSICION

El aceite de pescado sufre básicamente dos tipos de deterioro: hidrólisis de los triglicéridos y oxidación de los componentes insaturados por efecto de el oxígeno atmosférico y la radiación solar, principalmente la radiación ultravioleta, dando productos de reacción y muy variados como los aldehídos, cetonas, epóxidos, ácidos, alcoholes, polímeros, cetoglicéridos e hidrocarburos.

#### 2.4.1.1. DESCOMPOSICION OXIDATIVA

Las reacciones oxidativas ocurren durante el calentamiento o durante el almacenamiento por largos periodos, durante los cuales se forman radicales libres los cuales son responsables de la destrucción co-oxidativa de los carotenoides, vitaminas A y E (Olcott, 1962).

La toxicidad de los lípidos oxidados es atribuible a los hidroperóxidos formados, ya que éstos, al ser ingeridos o inyectados a ratas como concentrados o en forma pura pueden producir la muerte. Se ha encontrado que es en la pared intestinal el sitio de absorción de los hidroperóxidos cuando se ingieren grasas oxidadas (Andrews, 1960).

Los lípidos oxidados forman enlaces con las proteínas, las cuales son de tres tipos:

a) Covalentes.- Los cuales son relativamente fuertes y son resistentes a la acción de los solventes, aun a mezclas de cloroformo-metanol y para romperlos, se requiere hidrolizar con ácidos o bases diluidos.

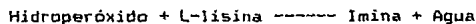
b) Iónica.- Los cuales son fácilmente destruidas por la acción de solventes polares.

c) Puentes de hidrógeno. Los cuales se forman entre los grupos polares de los lípidos oxidados y la proteína, son muy débiles y se rompen fácilmente con solventes como el metanol.

La interacción entre los hidroperóxidos y las proteínas tienen una gran importancia en el valor nutritivo del alimento al disminuir el valor biológico de la proteína, por quedar bloqueados sus grupos épsilon amino de las L-lisinas al formarse iminas como producto de reacción, como se muestra en la siguiente reacción:



R'





Otro efecto causado por los lípidos oxidados es la oxidación de los grupos sulfuro de la L-metionina. También se conoce la existencia de cambios en otros aminoácidos como el triptofano, L-cisteína e histidina la cual se transforma en histamina.

También cambia la digestibilidad al disminuir el grado de lipólisis de los ésteres lipídicos, al bloquearse la lipasa pancreática; también disminuye el grado y extensión de la proteólisis por enzimas digestivas.

Por lo anteriormente expuesto, la utilización neta de la proteína (N.P.U.) puede disminuir hasta un 32%, de acuerdo a lo reportado por Pokorny (1976) comparando con un control de albúmina los alimentos oxidados.

La oxidación de los lípidos modifican también las características organolépticas del alimento, ya que se generan cambios en el sabor debido a la formación de compuestos de sabor desagradable y otros sabores diferentes al alimento; también el color se modifica por reacciones de pardeamiento y la textura por la desnaturalización de la proteína y el encadenamiento de cadenas peptídicas.

#### 2.4.1.2. REVERSION

La reversión es un fenómeno que ocurre principalmente en los aceites de pescado que permanecen almacenados por largos periodos y se caracteriza por la producción de olores desagradables, regenerándose el olor característico de pescado, producido básicamente por el ácido linolénico, el cual es precursor de sustancias como el diacetilo, 2-n-pentil-furano, el aldehído málico, acetaldehído y el 2,5-pentadienal, principalmente. Estos productos aparecen por la descomposición de los lípidos, catalizados por la temperatura, metales y la luz ultravioleta. Este tipo de fenómenos ocurre también en la harina y concentrados proteicos de pescado (Badui, 1981).

Se han mencionado algunos de los problemas que conllevan los aceites de pescado remanentes en los concentrados proteicos de pescado, por lo que los diferentes métodos de elaboración tratan de eliminar la mayor cantidad de grasa posible.

La utilización de antioxidantes naturales no han mostrado eficiencia debido a que se destruyen durante el proceso térmico en la elaboración de las harinas. Si se adicionan los antioxidantes al producto terminado existe una gran dificultad para incorporarlo al producto de una manera

homogénea. Además algunos de ellos no son aceptados en algunos países consumidores (F.A.O., 1961).

## 2.5. ELABORACION DEL CONCENTRADO PROTEICO DE PESCADO

### 2.5.1. PANORAMA GENERAL

A nivel mundial, se iniciaron las investigaciones desde el siglo pasado. Existen referencias de la elaboración de "Biscuits" que contenían harina de pescado (Bakken, 1962), aunque la mayor cantidad de investigaciones sobre concentrados proteicos de pescado se realizaron a partir de los años treinta. Durante esas investigaciones se aplicaron diferentes tecnologías y solventes, en función de la materia prima disponible, como fueron, las harinas de pescado de diferentes orígenes y especies de carne grasa como el arenque, bacalao, merluz, jurel y sardina (Lovern, 1965).

### 2.5.2. SOLVENTES UTILIZADOS

A continuación se hace un resumen de los diferentes solventes que se han utilizado experimentalmente hasta la fecha:

El hexano, heptano y ciclohexano tienen poca eficiencia y aunque dan un producto neutro el olor y sabor, desarrollan

rápidamente el fenómeno de reversión.

Los alcoholes isopropílico e insobutilico, tienen menor eficiencia que el etanol, además existe el problema de extraer en el concentrado proteico de pescado residuos del solvente, aun después de secar al vacío, con los consecuentes problemas de toxicidad y mal sabor.

La acetona le imparte un fuerte olor debido fundamentalmente a productos de condensación que no es posible eliminar, aún con otros solventes u otro proceso de desolventización.

Aplicando etanol más el 10% de acetato de etilo, se produce un buen producto, pero ya aplicado en una producción continua, la utilización de la mezcla aumenta el costo y los problemas de corrosión en el equipo.

También al utilizar etanol más 10% de hexano se obtiene un buen producto, pero dificulta la recuperación de los solventes debido a las diferentes temperaturas de ebullición.

El agua aplicada en caliente, a una temperatura de 100 grados centígrados, genera productos neutros, pero la reversión ocurre rápidamente y se pierde parte del valor biológico del concentrado; cuando se utilizan temperaturas

menores, el producto obtenido no es satisfactorio (Dreosti, 1962).

Uno de los solventes más utilizados es el 1,2-dicloroetano, pero un gran problema es el solvente residual, el cual reacciona con la metionina y le confiere cierta toxicidad, por lo cual es difícil de considerar al concentrado proteico obtenido como el tipo A (Morrison y Monroe, 1965), este solvente se utiliza en el proceso de VioBin patentado en los Estados Unidos, combinado con alcohol metílico o etanol (Pariser y col., 1959).

En la actualidad, los solventes más utilizados con los alcoholes alifáticos como el isopropílico y el etanol y, en algunos casos, mezclados con otros solventes, como es el caso de lo reportado por Power (1962), Idler (1968) y Damberg (1969), los cuales obtuvieron un buen producto utilizando mezclas de alcohol isopropílico- agua en proporción 70:30 en tres extracciones utilizando especies como arenque, bacalao y merluza como materia prima.

En Sudáfrica, Loetscher (1962), utilizó mezclas etanol-agua de 90:10 para la extracción de la grasa en harinas de pescado para la elaboración de concentrados proteicos de pescado con resultados equivalentes al alcohol isopropílico.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (F.A.O. 1961) reportó la utilización en Marruecos de mezclas de alcohol isopropílico, en proporción del 80-90%, hexano en proporción del 10-15% y acetato de etilo, en proporción del 2-3%, utilizando harinas de pescado elaboradas con sardina. Con una humedad de la harina del 6%, se obtuvo un concentrado proteico del tipo A, parecido a los productos canadienses y sudafricanos.

## 2.6. ASPECTOS NUTRICIOS

Se ha encontrado que el concentrado proteico de pescado es una buena fuente de algunos minerales, especialmente de calcio, el cual se encuentra en cantidades que van de 24 a 50 mg/100 g a 5 650 mg/100 g, por lo que supera en más del doble a la leche en polvo descremada, además de contener fósforo y hierro en gran cantidad.

Durante el proceso de extracción se pierde una gran cantidad del contenido vitamínico, por lo que no se puede considerar al concentrado proteico de pescado equivalente al valor alimenticio del pescado fresco ni a la leche en polvo, por lo que es necesario considerar esta situación cuando se utilice el concentrado como sustituto de leche en la alimentación infantil (Dreosti, 1962).

El valor nutritivo del concentrado proteico de pescado, con base en su porcentaje de eficiencia proteica (P.E.R.) en ratas, tiene un valor muy apreciado a la albúmina de huevo y 20% más alto que la caseína (Larsen y Hawkins, 1961).

Por otra parte, se considera que la calidad de un concentrado proteico de pescado debe basarse principalmente en la lisina disponible, requerimiento propuesto por la F.A.O. (1961), donde se sugiere que debe contener un mínimo de 6.5% de este aminoácido.

Se encuentra en los concentrados proteicos de pescado una variación que va del 6.1% al 10.4% según la materia prima con la que se elaboró. Esto es referido a la especie, si se utiliza pescado entero eviscerado, si fué pasta prensada, desperdicios, etc.

Con los planteamientos generales expuestos hasta aquí se presenta, a continuación, la metodología empleada y los materiales usados en este trabajo para alcanzar los objetivos propuestos.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS



### 3.1. ELABORACION DEL CONCENTRADO PROTEICO DE PESCADO

#### 3.1.1. MATERIA PRIMA

Todas las muestras para este trabajo, se hicieron a partir del producto comercial denominado "lonjitas" de pescado de la marca "Tepepan". Estos son filetes de tamaño pequeño obtenidos a partir de recortes del fileteado de pescados grandes y medianos de especies menores no comerciales, principalmente de carne magra, la cual se comercializa como producto congelado.

##### 3.1.1.1. PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA

\* Descongelación del producto.- Esta se realizó con agua a temperatura ambiente con la finalidad de no afectar los tejidos hasta el término del proceso.

\* Picado de la carne.- Esta etapa se hizo tratando de obtener un tamaño homogéneo, cortando los filetes de manera manual utilizando cuchillo para cortar a un tamaño de 1 cm cuadrado aproximadamente.

\* Se tomaron muestras.- Cada una de 100 g para los diferentes experimentos guardándose en bolsas de polietileno para su conservación en refrigeración.

### 3.2. METODO I

Primero se realizó un experimento para reproducir los resultados citados por Lovern (1965), para lo cual se siguió el método reportado por Dambergs (1969a), con algunas modificaciones.

El material picado se colocó en un matraz Erlenmeyer de 1000 ml, agregándose etanol al 90% en proporción de 1:1 (p/v) carne: solvente y se calentó a reflujo durante 20 minutos con agitación constante, tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio entre el solvente y el material a extraer. Al término de este tiempo, la muestra se filtró en caliente en un embudo Buchner al vacío, utilizando papel Whatman No. 1 y repitiéndose el procedimiento tres veces. Se analizó la cantidad de grasa residual por el método Soxhlet después de haber secado el material en estufa a 90-95 grados centígrados para eliminar el solvente. Repitiendo el mismo procedimiento tres veces y utilizándose en todos los casos la misma relación de etanol-agua.

### 3.3. METODO II

Se procedió al igual que el proceso I, aplicándose el prensado de la pasta a una presión de 1 kgf/cm<sup>2</sup> para lo cual se utilizó una prensa hidráulica con cilindro y pistón de

acero inoxidable, con manómetro integrado, después de cada extracción. Se experimentó con soluciones de alcohol de 58%, 90%, 86% y alcohol absoluto en cada una de las tres extracciones.

#### 3.4. METODO III

Método semejante al anterior, utilizando etanol de 96% el cual se agregó a la pasta en cantidad suficiente para que forme junto con el agua de composición del pescado soluciones a concentraciones de 70%, 80% y 90% de etanol.

Después de las tres extracciones, el producto se secó en estufa a 100 grados - 110 grados centígrados para eliminar el solvente. Posteriormente se pulverizó en licuadora para homogeneizarlo y, se cernió a través de una malla de 0.078125 cm (1/32 de pulgada).

#### 3.5. RECUPERACION DEL SOLVENTE

El material filtrado, denominado micela o agua de cola, se sometió a destilación con una trampa de carbón activado para separar el etanol de los materiales grasos y acuosos y, al mismo tiempo, deodorizar el solvente (Dreosti, 1961). Para ello, se empleó un 6% (p/v) de carbón activado y después se regeneró el carbón con vapor de agua a presión atmosférica.

### 3.6. METODOS ANALITICOS

Las muestras del material crudo y concentrado proteico de pescado se analizaron por los métodos de la A.O.A.C. (1970) en lo referente a humedad, proteína cruda y grasa cruda.

#### COLOR

El color fué evaluado por comparación visual directa con un concentrado proteico de pescado elaborado por la marca ASTRA de fabricación noruega.

#### ANALISIS ORGANOLEPTICO

Se mezclaron 10% (p/p) del concentrado proteico de pescado con harina de maiz nixtamalizada comercial (Minsa) y se procedió a preparar tortillas de acuerdo a las indicaciones del fabricante, para después proceder análisis organoléptico de las mismas. Se siguió el método de presentación triangular con un panel de ocho jueces seleccionados al azar, con el siguiente cuestionario:

Degustador \_\_\_\_\_ Prueba No. \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Las muestras que tiene ante usted son:

Dos de ellas idénticas y la tercera diferente. Después que las deguste, dibuje un círculo en torno a la respuesta correcta.

1. ¿Puede detectar alguna diferencia en las muestras?

SI

NO

2. ¿Cuál es la muestra diferente?

3. Identifique brevemente que diferencia cree que existe.

=====

La diferencia significativa entre las muestras se calculó con base en la tabla elaborada por Poessler y col. (1948).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. COMPOSICION DE LA MATERIA PRIMA

Al hacer el análisis proximal de la carne del pescado utilizada para este estudio, se obtuvieron los siguientes valores:

HUMEDAD: 69%

GRASA CRUDA: 11.29%

PROTEINA CRUDA: 19.58%

El principal componente limitante de calidad de los concentrados proteicos de pescado es la grasa residual, por lo que las normas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (F.A.O., 1961) establecen que, para un concentrado del tipo A, debe ser de 0.75% máximo y 0.5% para los Estados Unidos (Acevedo, 1977). Por lo que todos los esfuerzos de este trabajo fueron encaminados a alcanzar estos límites.

### 4.2. METODO I

Primero se realizó la extracción utilizando etanol al 90% en proporción 1:1 (p/v) para verificar lo reportado por

Lovern (1965).

En la figura 1 se muestran los valores de grasa residual alcanzada después de cada extracción observándose que después de dos extracciones se obtiene un producto del tipo B, el cual no alcanza en posteriores extracciones la calidad del tipo A esperada, obteniéndose un producto de color beige, en el cual sucede la reversión rápidamente.

#### 4.3. METODO II

Debido a los resultados obtenidos, en el primer intento se pensó en aplicar presión a la pasta después del filtrado, para eliminar el solvente y agua ocluidos en la pasta y mejorar la eficiencia, según estudios previos de Bakken (1962).

Los resultados de cada una de las etapas y concentraciones se muestran en las tablas 1 a la 4 y figuras 2 a la 5, observándose que no se obtuvieron resultados significativos en la primera extracción, debido básicamente a que la concentración del solvente disminuye drásticamente, por el agua de composición, el agua generada por la desnaturalización de la proteína y al efecto del calor, por lo que las concentraciones más aproximadas a lo esperado fueron:



Solución utilizada	Agua de Composición	Solución real
--------------------	------------------------	---------------

---

85%	69%	50%
90%	69%	52.93%
96%	69%	69%
Alcohol absoluto	69%	58.89%

Por lo tanto no se pudo medir realmente la eficiencia de esta primera extracción con los parametros previstos, entre las cuatro diferentes mezclas, (alcohol absoluto, 95%, 90% y 85%) debido a que en este caso si son verdaderas las concentraciones previstas, observándose una mayor eficiencia cuando se utiliza la solución.

En la segunda extracción ya se muestran algunas diferencias de 90%.

En cuanto a la tercera extracción se alcanzan eficiencias muy parecidas entre las mezclas de 85% y 90%; sin embargo, los lípidos residuales siguen siendo superiores al 1%, por lo que no alcanza las normas mínimas de productos obtenidos con otros solventes y procesos, por Dambergs, (1961) y Loetscher, (1962).

#### 4.4. METODO III

Con los datos antes expuestos se procedió a añadir suficiente etanol de 96% para alcanzar el 70:30, 80:20 y 90:10 etanol- agua considerando el agua de la carne de pescado según lo expuesto en el método II obteniéndose los resultados mostrados en la figura 6.

Como puede verse en la primera extracción se eliminan una gran cantidad de la grasa residual que parece indicar que no era suficiente la concentración de alcohol empleada para extraer el máximo de lípidos y compuestos hidrosolubles. Se comprobó que la extracción con alcohol a una concentración del 90% fué más adecuada (figura 7), considerando los aspectos de eficiencia y economía.

Este resultado probablemente se debe a que el agua en poca cantidad ayuda a la extracción de productos hidrosolubles (Damberg, 1969).

El contenido de proteína obtenido en el concentrado fué de 93%, el cual es muy similar al del producto canadiense preparado con alcohol isopropílico a partir de filete de bacalao, del cual se reportó un contenido de 92.8% (Power, 1964).

El producto obtenido en este trabajo es de color blanco, aunque en menor intensidad que el producido en Noruega (ASTRA); es además, inodoro e insipido, por lo que se considera que no tiene ningún obstáculo para incorporarse en harina de cereales, para mejorar su valor proteico.

Al ensayarse la incorporación del concentrado proteico de pescado en la harina de maíz nixtamalizada para cumplir los requerimientos nutricios de un buen alimento, se observó que no existen factores aparentes desde el punto de vista organoléptico, ya que no existieron modificaciones significativas en las características organolépticas de la tortilla enriquecida con el concentrado proteico de pescado.

#### 4.5. RECUPERACION DEL SOLVENTE

La recuperación del solvente de la mezcla agua-aceite-alcohol-micela, la cual es de color amarillento y con fuerte olor a pescado se logró casi totalmente al destilarla directamente con una trampa de carbón activado para la fase vapor utilizándose, como se mencionó en el capítulo de materiales y métodos, un 6% en peso de carbón activado y regenerándose el carbón con vapor de agua a presión atmosférica sin desempacar la columna, según los estudios previos de Dreosti, (1962).

El residuo obtenido después de la recuperación del etanol, fué un líquido viscoso de color oscuro de carácter ácido y con fuerte olor, el cual fué desechado.

METODO I

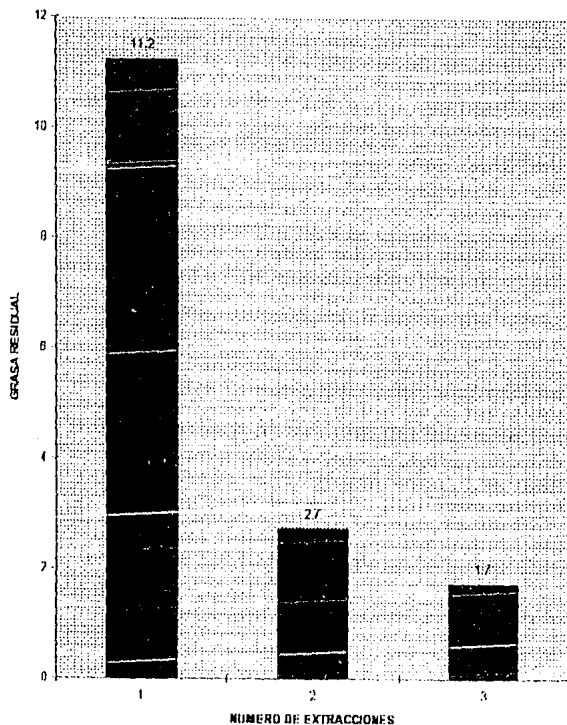


FIGURA I

Extracción de grasas utilizando etanol al 90% en proporción 1:1 (p/v) como solvente.

METODO II  
ALCOHOL ABSOLUTO

EXTRACCION	COLOR	O L O R	S A B O R	GRASA RESIDUAL
1	CAFE	CAMARON CARACTERISTICO	PESCADO CARACTERISTICO	3.72%
2	CAFE	LEVE CAMARON CARACTERISTICO	LEVE PESCADO CARACTERISTICO	3.17%
3	BEIGE	MUY LEVE CAMARON CARACTERISTICO	MUY LEVE PESCADO CARACTERISTICO	2.92%

39

T A B L A 1

Extracción de grasas usando etanol absoluto en proporción 1:1 (p / v)  
carne : solvente aplicando una presión de 1Kgf / cm<sup>2</sup>

METODO II \* ALCOHOL ABSOLUTO \*

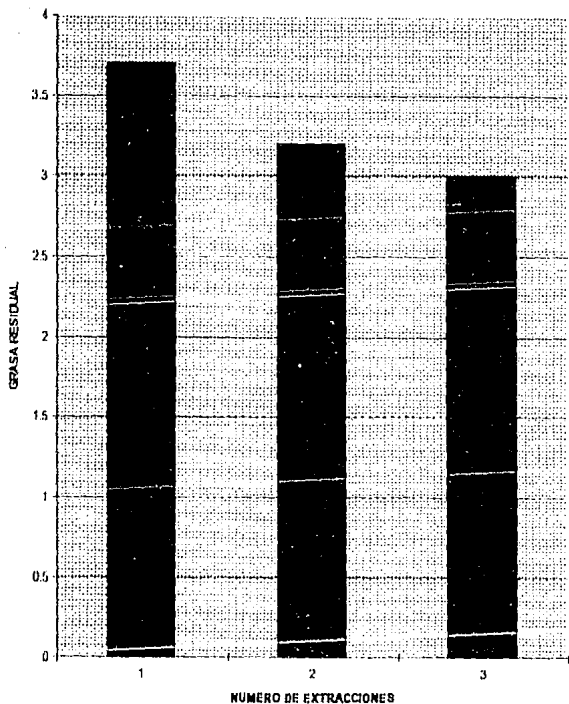


FIGURA II

Extracción de grasas utilizando etanol absoluto en proporción 1:1 (p / v) carne:solvente, aplicando un presión de 1 Kg/ cm<sup>2</sup>

**METODO I  
ALCOHOL 96**

EXTRACCION	COLOR	O L O R	S A B O R	GRASA RESIDUAL
1	CAFE	CAMARON LEVE	CAMARON MUY LEVE	3.81%
2	BEIGE	CAMARON LEVE	CAMARON MUY LEVE	3.17%
3	BEIGE CLARO	CAMARON MUY LEVE	NEUTRO	2.20%

**TABLA 2**

Extracción de grasas usando etanol al 96% en proporción 1:1 (p / v) carne: solvente aplicando una presión de 1 Kgf / cm<sup>2</sup>



METODO II \* ALCOHOL 96 \*

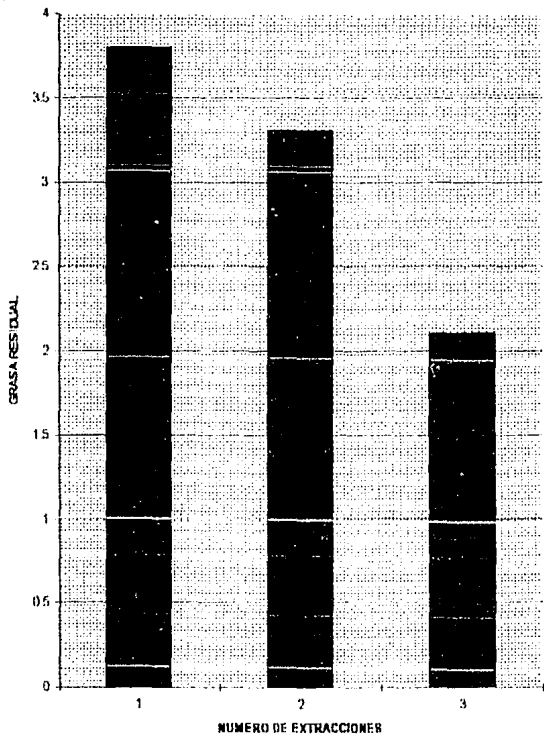


FIGURA III

Extracción de grasas usando etanol al 96% en proporción 1:1 (p/v)  
como: solvente aplicando una presión de 1Kgf/cm<sup>2</sup>

**METODO II  
ALCOHOL 90**

EXTRACCION	COLOR	O L O R	S A B O R	GRASA RESIDUAL
1	BEIGE CLARO	PESCADO MUY LEVE	CAMARON MUY LEVE	2.81%
2	BEIGE MUY CLARO	PESCADO MUY LEVE	NEUTRO	2.03%
3	BEIGE MUY CLARO	NEUTRO	NEUTRO	1.26%
4	BLANCO	NEUTRO	NEUTRO	1.13%

**T A B L A 3**

Extracción de grasas usando etanol al 90% en proporción 1:1 (p / v) carne: solvente aplicando una presión de 1 Kg / cm<sup>2</sup>

METODO II \* ALCOHOL 90 \*

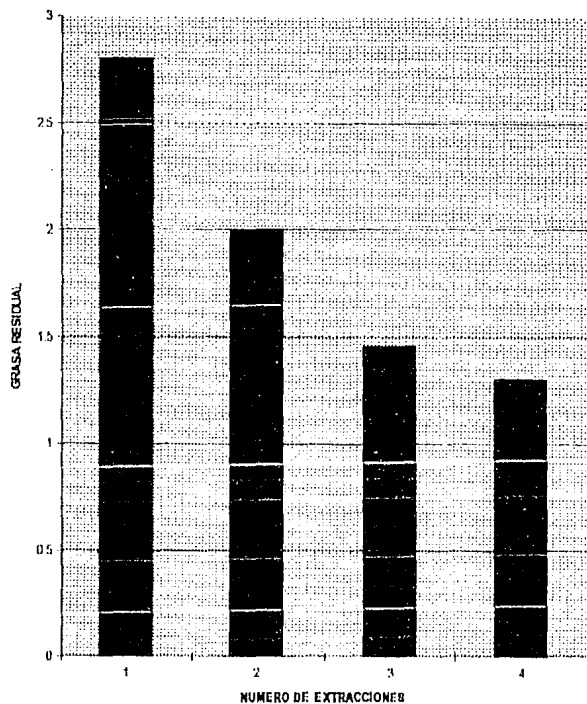


FIGURA IV

Extracción de grasas utilizando etanol al absoluto en proporción 1:1 (p / v) carne:solvente, aplicando un presión de 1 Kg / cm<sup>2</sup>

**METODO II  
ALCOHOL 85**

EXTRACCION	COLOR	O L O R	S A B O R	GRASA RESIDUAL
1	BEIGE CLARO	PESCADO LEVE	CAMARON MUY LEVE	2.32%
2	BEIGE + CLARO	PESCADO LEVE	CAMARON MUY LVE	1.88%
3	BEIGE ++ CLARO	PESCADO MUY LEVE	NEUTRO	1.02%

**T A B L A 4**

Extracción de grasas usando etanol al 85% en proporción 1:1 (p / v) carne: solvente aplicando una presión de 1 Kgf / cm<sup>2</sup>

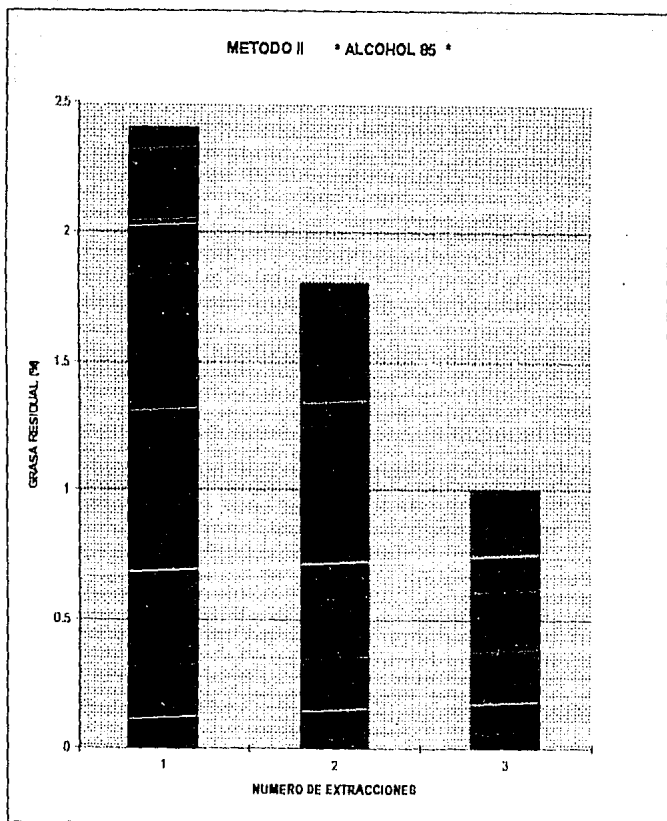
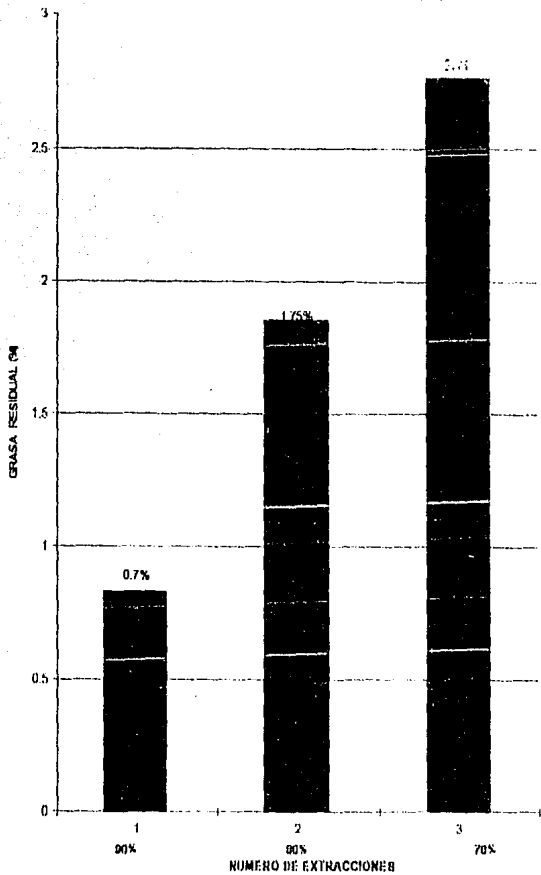


FIGURA V

Extracción de grasas utilizando etanol al 85% en proporción 1:1 (p/v) como solvente, aplicando un presión de 1 Kg/cm<sup>2</sup>

**METODO II**  
**PRIMERA EXTRACCION CONSIDERANDO EL AGUA DE**  
**COMPOSICION DEL PESCADO, UTILIZANDO ALCOHOL PARA**  
**ALCANZAR CONCENTRACIONES DE 90,80,70**



**FIGURA VI**

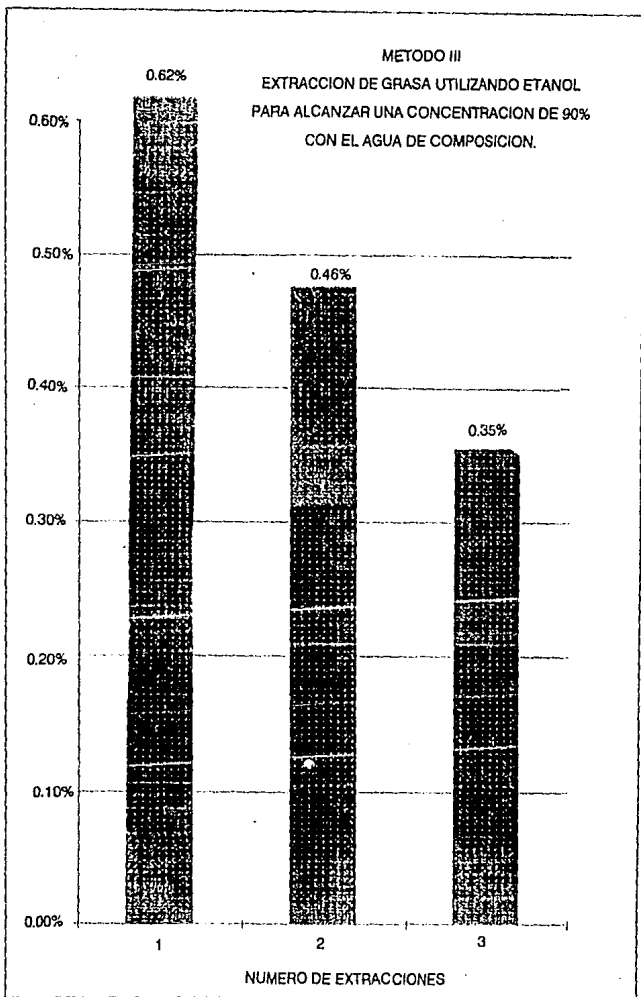


FIGURA VII:

## RESUMEN

La eficiencia con que el etanol extrae grasas y otros materiales a partir de carne de pescado picada es evaluada a partir del porcentaje de las mezclas etanol-agua. Es determinada la concentración óptima para la máxima eficiencia de extracción para la producción del concentrado proteico de pescado. Se evalúa organolépticamente su incorporación en masa de maíz.



## CAPITULO 5

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En primer término es prudente señalar que se logró el objetivo principal de este trabajo, que fué el de identificar la concentración de la mezcla etanol-agua más adecuada para la extracción de compuestos hidrosolubles y lípidos del pescado, la cual fué de 90:10.

2. Es suficiente una extracción de la pasta para que el contenido de lípidos residuales en el concentrado proteico obtenido sea comparable al correspondiente al tipo A de la F.A.O.

3. Este ensayo se realizó con filetes de pescado sujetos al proceso de congelación por lo que, por efecto de este proceso y las posibles variaciones térmicas durante su almacenamiento, pudieron producirse daños a los tejidos, haciendo posible una mayor eficiencia en la extracción de la grasa intercelular e intracelular con respecto de la que se pudiera extraer de la carne fresca.

Por ello, se sugieren experimentos posteriores utilizando pescado fresco entero, pescado eviscerado y descabezado, etc. para verificar la eficiencia de la mezcla etanólica.

4. El concentrado proteico de pescado obtenido en este trabajo, a partir de filetes de pescado congelado y etanol, supera en la eficiencia de extracción al obtenido por el Fishing Industry Research Institute de Sudáfrica a partir de la harina de pescado en condiciones similares de experimentación. En ellos se alcanzaron concentraciones de 1% lípidos residuales en tres extracciones (Loetscher, 1962) requiriendo dos extracciones más para alcanzar lo logrado aquí. Esto indicaría que la eficiencia de desengrasado es mayor en pescado fresco que en la harina, debido probablemente al fenómeno de oxidación de la grasa, que dificulta su extracción, además de problemas de transferencia de en masa.

5. La aplicación de la extracción con etanol a pescado fresco y en condiciones higiénicas adecuadas, requiere de que la planta se localice en zonas costeras de alta productividad pesquera y que, además, tenga disponibilidad de etanol situación difícil de encontrar en la República Mexicana, ya que los estados costeros del Pacífico Norte son los de más alta productividad de especies harineras pero carecen de ingenios azucareros productores de etanol cercanos, los cuales se encuentran casi exclusivamente en la zona este (cercana al Golfo de México). Solamente el ingenio Los Mochis se encuentra relativamente más cercano al Pacífico Norte.

6. Por lo anterior es prudente señalar que debe hacerse una evaluación económica sobre la utilización de pescado fresco o harina de pescado en la elaboración del concentrado proteico de pescado, considerando los aspectos de disponibilidad permanente de materias primas y transportación.

7. Windsor (1970), señala que cuando los solventes son reutilizados en un flujo a contracorriente se alcanzan mayores cantidades de materiales extraídos que cuando se utiliza solvente nuevo en cada extracción. Esto no fue evaluado en estos experimentos, por lo que se sugiere que, en trabajos posteriores encaminados a optimizar el proceso de extracción de los lípidos de pescado, se estudie.

8. El costo a nivel internacional de los diferentes concentrados proteicos a nivel industrial era hasta 1976 de aproximadamente la mitad del costo de la leche en polvo desgrasada, basado este análisis en el precio por kilogramo de proteína, ya que tiene un costo de 0.50 centavos de dólar la ración de 10 gramos de C.P.P. (Lovern, 1965).

En México el costo por kilogramo de proteína es de \$50.00 basado esto en el costo de pulpa de pescado en puerto (\$10.00/kg) que muy similar al costo por kilogramo de proteína de leche (\$51.43).

**CAPITULO VI**

**BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

- \* Acevedo, F. 1977.  
Oxidación de Productos Procesados de Pescado.  
Tecnol. Aliment. (Mex.), 12:129-132.
- \* Ackman, R.G. 1976.  
Fish Oil Composition, Objective Methods for Food  
Evaluation.  
National Academy of Sciences,  
Washington C.D. U.S.A.
- \* A.O.A.C. 1970.  
Association of Official Analytical Chemists  
Eleventh Ed., U.S.A.
- \* Radui, S. 1981.  
Química de los Alimentos.  
Editorial Alhambra Mexicana, S.A.  
pág. 161-203.  
México, D.F. México.
- \* Bakken, K. 1962.  
Fish in Nutrition (E. Heen & R. Kreuzer)  
Fishing News (Books)  
pág. 419-424,  
London.
- \* Bernsohn, J. y Stepanides, L.M. 1967.  
Nature, 215:821-823.
- \* Brody, J. 1965.  
Fishery By-Products Technology.  
pág. 209.  
Avi publishing Co. Inc.  
Westport Conn. U.S.A.
- \* Cheftel, J. y Cheftel, H. 1976.  
Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos,  
Vol. 1.  
pág. 265-269.  
Ed. Acribia, España.
- \* Damberg, N. 1969a.  
Isopropanol-Water Mixtures for the Production of Fish  
Protein Concentrate from Atlantic Herring.  
J. Fish. Res. Bd. Canadá. 26:1919-1923.

- \* Damberg, N. 1969.  
Isopropanol-Water Azeotrope as Solvent in the Production of F.P.C. from Herring.  
J. Fish. Res Bd. Canadá, 26:1923-1926.
- \* Dreosti, G. M. 1962.  
Fish in Nutrition.  
E. Heen y R. Kreuzer eds. pg. 425-431.  
Fishing News (Books)  
Londres, Inglaterra.
- \* Drozdowsky, B. Ackman, R. G. 1969.  
Isopropyl Alcohol Extraction of Oil and Lipids in the Production of F.P.C. from Herring.  
Am. Oil Chem. Soc. Vol. 46, No. 7. pg. 571-576.  
U.S.A.
- \* F.A.O. 1961. Food and Agriculture Organization, O.N.U. "Dreft Specifications for Fisch Protein Concentrate"  
F.A.O. Documents. IFIME (B) R/2, ICFN/WO/1 March 23th. and Sept. 27.  
Roma, Italia.
- \* Fishing News International 1970.  
Some New Developments in the Production of Fish Protein Concentrate.  
Pág. 61-64.  
Londres, Inglaterra.
- \* Fougere, H. 1962.  
Fish in Nutrition (E. Heen y R. Kreuzer eds)  
413-415. Fishing News (Books)  
Londres, Inglaterra. Garcia-Hernández, R. de F. 1975.
- \* Proyecto de una Planta de Concentrado Proteico de Pescado.  
Tesis U.N.A.M., México D.F. México.
- \* Holt, S.J. 1969.  
Los Recursos Alimenticios del Mar. En Scientific American (comp.), Los Alimentos: Cuestiones de Bromatologia.  
Hermen Blume, Ed. España.
- \* Idler, D. R. 1968.  
The Development and Scope of the Halifax Process.  
Can. Fish. Rep. 10:45-56.
- \* Ideka, J. y Taguchi, T. 1966.  
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 32:346-351.

- \* Khalil, M. K., Moustafa, E. K., Zovel, M. E. 1978.  
Effects of Supplementation with F.P.F. (Fish Protein Flour)  
On the Nutritional Value of Egyptian Corn and Wheath Breads.  
Egiptian Journal of Food Science.
- \* Larsen, B. A. y Hawkins. 1961.  
J. Fish. Res. Bd. Canadá, 18:85-91.
- \* Loetscher, K. M. 1962.  
Fishing Industry Research Institute. Cape Town, Annual Report. 16-70.
- \* Lovern, J. 1965.  
General Outlook for Edible Fish Protein Concentrates.  
En World protein Symposium  
Am. Chem. Soc. Adv. Che., Ser. 57, 37-39.
- \* Morrison, A. y Monroe, 1965.  
Factors Influencing the Natural Value of Fish Flour.  
Can. J.  
Bioch. 43 (1):33-40.
- \* Diccott, H.S. 1962.  
Fish in Nutrition (E. Heen y R. Kreuzer Eds)  
112-116. Fishing News (Books)  
Londres, Inglaterra.
- \* Pariser, E. R. y col. 1959.  
Various Processing Methods for The Production of Edible Fish  
Flour from Fish Meals of Commercial Origen Fresh Fish  
and Frozen Fish. Mimeographehd Report for U.N.I.C.E.F.  
Department of food Tech.,  
Massachusetts, Institute of Technology.
- \* Pirie, N.W. 1967.  
Métodos Ortodoxos y no Ortodoxos para Atender las  
necesidades Mundiales de Alimentos.  
En Scientific American (Comp.), Los Alimentos:  
Cuestiones de Bromatología (p. 288) Hermen Blume,  
Ed. España.
- \* Poessler, L. Warren, J. y Guyman, J. 1948.  
J. Food. Res. 13:403.



- \* Pokorny, J. 1976.  
Interactions of Oxidized Lipids with Protein.  
Comunicazione presentata al XIII Congresso Italiano di  
Studi sulle Sostanze Grasse.  
Rapallo, 28-30 ottobre.  
Italia.
- \* Power, H. E. 1962.  
An Improved Method for the Preparation of Fish Protein  
Concentrate from Cod.  
J. Fish. Res. Bd. Canadá, 19:1039-1045.
- \* Power, H. E. 1964.  
Characteristics and Nutritional Value of various fish  
protein concentrates.  
J. Fish. Res. Bd. Canadá, 21:1489-1503.
- \* Sepesca. 1978.  
Departamento de Pesca, Primer Avance Técnico para la  
Utilización de la Fauna de Acompañamiento del Camarón en  
la Elaboración de Alimentos para Consumo Humano.  
(p. 5-6) Serie Tecnológica No. 16.  
México, D.F.
- \* Sepesca, 1988.  
Secretaría de Pesca, México. Anuario Estadístico de  
Pesca 1986. pp. 74-76.  
México, D. F.
- \* Spinelli, J. 1977.  
Expanded Uses for Fish Protein from Underutilized  
Species.  
Food Technol. 31(5):184.
- \* Windsor, M. L. 1970.  
Fisch Protein Concentrate. Torry Research Station of  
British Ministry of Technology, torry Note No. 39.  
Inglaterra.