



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

PROYECTO DE ELABORACION  
DE UNA FRITURA A PARTIR DE  
HARINA DE PESCADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
Químico Farmacéutico Biólogo  
Tecnología de Alimentos

PRESENTA

*Margarita Chavero Pérez*

MEXICO, D. F.

1980

M-21658



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.

17/48



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

FACULTAD DE QUIMICA

PROYECTO DE ELABORACION  
DE UNA FRITURA A PARTIR DE  
HARINA DE PESCADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
Quimico Farmaceutico Biologo  
Tecnología de Alimentos

P R E S E N T A:

*Margarita Chavero Pérez*

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE	Rubén Berra García Coss
VOCAL	Eduardo Bárzana García
SECRETARIO	Fidel Figueroa Martínez
1er. SUPLENTE	Carmen Durán de Bazúa
2do. SUPLENTE	Zoila Nieto Villalobos

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

DIRECCION GENERAL DE  
CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL MAR

Y

FACULTAD DE QUIMICA

Nombre y firma del sustentante:

Margarita Chavero Pérez

Nombre y firma del asesor del tema:

I.Q. Eduardo Bárzana García

A mis padres:

Gracias por darme la alegría y la tristeza, el optimismo y el pesimismo, el discernir y elegir así, como el ejemplo de abnegación y esfuerzo que realizaron, para que yo alcance metas que ellos no lograron obtener. Nace en mi una luz de esperanza al amanecer de cada día, con el afán de aprender algo nuevo y alcanzar la máxima superación en el trabajo diario.

A mi hermano:

Por el estímulo y confianza  
que me brindaste en los mo-  
mentos difíciles.

A mis amigos:

Por el apoyo, confianza y  
desinteresada amistad que  
me brindan.

A la UNAM:

Por la labor que realiza  
en la formación de profe  
sionistas para el logro  
de un país mejor.

A mi asesor de tesis:

Por su orientación y conseje  
jos en la dirección, que  
hizo posible el presente  
trabajo.

De manera muy particular quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar y muy especialmente al Ing. Benjamín Gutiérrez Díaz por la valiosa ayuda que proporcionaron en la realización del presente trabajo.



## INDICE

	Pág.
1. OBJETIVO.	1
2. INTRODUCCION.	2
3. GENERALIDADES.	5
3.1. Concentrado proteico de pescado.	5
3.1.1. Tipos de concentrado proteico de pescado.	5
3.1.2. Países productores de concentrado proteico de pescado TIPO "C".	6
3.1.3. Métodos de obtención de harina de pescado.	7
3.1.4. Composición de la harina de pescado.	8
3.1.5. Control de calidad de la harina de pescado.	12
3.1.6. Importancia y utilización de la harina de pescado.	13
3.2. Frituras usadas como botanas.	14
3.2.1. Definición de fritura.	14
3.2.2. Tipos de frituras.	15
3.2.2.1. Productos laminados.	16

	Pág.
3.2.2.2. Productos extruidos.	17
3.3. Análisis estadístico.	18
3.3.1. Escala numérica.	18
3.3.2. Cuestionario.	19
3.3.3. Análisis de varianza.	19
4. PARTE EXPERIMENTAL.	22
4.1. Elaboración de harina de pescado en el laboratorio.	22
4.1.1. Procedimiento.	23
4.2. Técnica de laminación para la obtención de frituras.	26
4.2.1. Ingredientes.	26
4.2.2. Procedimiento.	26
5. RESULTADOS.	29
5.1. Análisis químicos de la harina de pescado.	29
5.2. Análisis físicos de la harina de pescado.	33
5.3. Análisis químicos de las frituras.	35
5.3.1. Análisis físicos en las frituras.	36

	Pág.
5.4. Evaluación de las frituras de pescado.	36
5.4.1. Análisis de varianza para la prueba de sabor.	37
6. SELECCION DEL EQUIPO.	41
6.1. Descripción del proceso.	41
6.2. Equipo de proceso.	45
7. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE LA PLANTA.	50
7.1. Localización.	50
7.2. Tamaño de la planta.	51
8. ASPECTO ECONOMICO.	53
9. DISCUSION.	59
10. CONCLUSIONES.	64
11. RECOMENDACIONES.	67
12. BIBLIOGRAFIA.	69
13. APENDICE.	76

I. OBJETIVO.

Los objetivos del presente trabajo son:

1) Obtener un producto de pescado de bajo costo, de fácil consumo y que no requiera para su conser-vación sistemas o equipos especiales.

2) Coadyuvar en la nutrición del pueblo mexi-  
cano, ofreciendo un producto con un contenido proteico superior al que contienen los productos similares a éste y que se consumen normalmente.

3) Aprovechar la gran variedad de peces "no comerciales" que se desperdician por no encontrar su utilización en la industria.

## 2. INTRODUCCION.

El problema de alimentar adecuadamente con proteínas a los habitantes de los países pobres del mundo es de primera importancia. Una alternativa que puede participar en la solución del problema es aprovechar la vasta riqueza del mar para el beneficio de la humanidad. Se ha calculado que la biomasa acuática de los mares, ríos y lagos, que cubren más del 75% de la superficie terrestre, podría suplir las necesidades proteicas de una población mundial igual a la actual. (1).

Se puede decir que el problema de desnutrición en México tiene su origen en las características de la dieta que consume la población. Dicha dieta es el resultado de muy diversos factores que han operado a lo largo de la historia, entre las cuales destaca una alimentación monolítica basada en el maíz. La evolución cultural del mexicano ha desembocado en la consolidación de patrones dietéticos que son bastante uniformes a lo largo del país, ya que las variaciones observadas son, solamente, en los métodos de preparación. Estas diferencias que son el resultado de factores de tipo

socioeconómico, ya que el país se encuentra dividido en dos sectores:

1) Sector rural.- representado por el 30% de la población, donde un 60 a 80% de las calorías que consume está representado por el maíz, frijol, chile, diversas verduras y frutas de la región.

2) Sector urbano.- dividido en dos clases:

A) Clase media.- a la que corresponde el 50% de la población mexicana que consume además de las anteriores, leche, huevo y carne.

B) Clase alta.- este grupo constituye el 20% del total, siendo el que realmente se ha beneficiado con el desarrollo económico y social que ha experimentado el país en las últimas décadas. Su dieta es variada y es la clase consumidora de alimentos adecuadamente balanceados.

Como puede observarse, el 80% de la población actual consume dietas inadecuadas, lo cual acentúa el subdesarrollo socioeconómico. (2).

En décadas pasadas se han hecho varios intentos para lograr el cabal aprovechamiento de las rique-

zas marítimas; pero a pesar de dichos esfuerzos, no se ha conseguido aún ese objetivo. Existen diversas especies marinas que pueden ser utilizadas; pero actualmente solo unas cuantas se han aprovechado debido a la falta de plantas procesadoras, obligando a que, en algunos casos, la producción sea exportada en bruto a países cuya tecnología es más avanzada.

Esta situación y los prejuicios de los consumidores nacionales que prefieren el producto fresco, producen que un 60% de la población de México no consuma pescado, a pesar de padecer una deficiencia crónica de proteínas.

La creciente necesidad de encontrar nuevos alimentos de alto valor nutritivo y a un precio relativamente bajo, para que el grueso de la población mexicana tenga el aporte proteico necesario, ha hecho necesario elaborar un programa congruente con la moderna tecnología de alimentos, que permita el aprovechamiento de productos proteicos de pescado en combinación con mezclas de harina de cereales, u otros productos vegetales, para una mejor suplementación. (2) (3).

### 3. GENERALIDADES.

#### 3.I. Concentrado proteico de pescado.

Antes de abordar el tema de frituras de pescado debemos analizar los tipos de concentrado proteico de pescado que existen, ya que es la materia prima básica para la elaboración de las frituras de pescado.

Definó como concentrado proteico de pescado:

"el producto obtenido del cocimiento, prensado, deshidratado, molido y tamizado de pescado fresco y limpio que no haya entrado en estado de descomposición. Estable durante 6 meses a 27°C cuando se envasa herméticamente, y con un valor de proteína arriba del 70%.

#### 3.I.I. Tipos de concentrado proteico de pescado.

La Organización para la Agricultura y la Alimentación de la Organización de las Naciones Unidas define tres tipos principales de concentrado proteico de pescado.



TIPO "A". Con menos olor y sabor a pescado y un máximo de grasa total de 0.75%.

TIPO "B". Sus límites de poder en cuanto a olor y sabor no han sido especificados, pero definitivamente tiene un sabor a pescado y con un máximo de grasa de 3%.

TIPO "C". La harina de pescado normal producida bajo condiciones higiénicas satisfactorias, conteniendo entre 70 y 76% de proteína de alta calidad por contener los aminoácidos esenciales y limitantes en buena proporción de acuerdo a las necesidades de la dieta humana. (4).

### 3.I.2. Países productores de concentrado proteico de pescado tipo "C".

Básicamente la harina de pescado se ha utilizado como forraje de animales domésticos. A partir del año de 1970 empiezan las investigaciones para obtener harina de pescado adecuada para el consumo humano. En 1973, (5) el Organismo Oficial del Gobierno

de los Estados Unidos de Norteamérica encargado de los Alimentos y Farmacos, la FDA, encomienda a una compañía ubicada en Washington instalar una planta piloto productora de harina de pescado apta para consumo humano, que pueda ser adicionada en harina de cereales, en alimentos infantiles y cualquier otro tipo de alimento.

La harina de pescado ha sido elaborada en Noruega para la incorporación a la dieta popular de cinco países del Tercer Mundo (Indonesia, Mauritania, Zaire, Liberia y Senegal). En 1973, Nigeria fue el primer país que empezó a vender con éxito este alimento con el nombre comercial de "JOYJISH" en paquetes de 50g.

(5).

### 3.1.3. Métodos de obtención de harina de pescado.

Existen en la actualidad cuatro métodos principales, utilizados en la elaboración de harina de pescado. La técnica húmeda es con mucho la más ampliamente utilizada, ya que se opera en forma continua y es capaz de transformar grandes cantidades de

pescado graso. La técnica seca no es recomendable por sólo procesar cantidades pequeñas y de manera discontinua. La técnica de extracción con solventes es muy recomendable para obtener harina con un bajo contenido de grasa pero resulta demasiado costoso el proceso, y por último existe la técnica de la digestión a base de sustancias químicas o enzimas que desdoblan las proteínas en polipéptidos o aminoácidos más solubles que se concentran en evaporadores. (6).

Para obtener la harina de pescado como materia prima para la elaboración de frituras se eligió la técnica húmeda considerando una alta capacidad de procesamiento y economía.

#### 3.I.4. Composición de la harina de pescado.

Antes de analizar la composición final de la harina de pescado es interesante considerar la composición de los productos intermedios. El cuadro 3.I.4 muestra la composición del material de cada etapa y los cambios ocurridos alrededor del diagrama de flujo, tomando como base que el material crudo contie-

ne 70% de agua, 18% de sólidos y 12% de grasa. (7).

Material	Agua	Sólidos	Grasa
	%		
Pescado crudo	70	18	12
Torta prensada	53	44	3
Líquido prensado	78	6	16
Agua pegajosa diluída	95	3	2
Agua pegajosa concentrada	65	33	2
Harina de pescado	9	85	6

Cuadro 3.I.4. Composición durante el proceso de transformación del pescado en harina.

La harina de pescado es valiosa no únicamente por la calidad sino por la cantidad de la proteína. Esto significa que los aminoácidos que contiene la proteína presente están en justo balance para la nutrición.

En el Instituto Nacional de la Nutrición se han desarrollado estudios (8), con el objeto de anali-

zar el valor nutritivo de la harina de pescado en mezclas proteicas con diferentes cereales, dirigidos a consumo humano.

Los datos presentados en el cuadro 3.I.4.I. in indican la proporción de aminoácidos existentes en diferentes fuentes proteicas.

mg. de aminoácido/ 100g. de proteína					
Aminoácido	Patrón de la FAO	Pescado Fresco	Harina de Pescado	Harina de Trigo	Harina de Maíz
Arginina	—	5.96	6.51	—	—
Histidina	—	1.13	1.17	—	—
Lisina	4.2	9.10	10.91	2.08	2.50
Leucina	4.8	7.68	8.65	7.04	13.10
Isoleucina	4.2	4.78	4.85	3.65	3.68
Metionina	2.2	2.86	1.72	1.46	1.90
Cisteína	—	0.20	0.44	—	—
Fenil-alanina	2.8	3.92	4.16	4.86	4.40
Tirosina	2.8	2.99	3.36	—	—
Treonina	2.8	4.58	5.17	2.69	4.70
Valina	4.2	6.11	5.25	4.13	5.40
Triptofano	1.4	1.12	1.16	1.07	0.10

Cuadro 3.1.4.1. Contenido de aminoácidos.

**Fuente:** Contenido de Aminoácidos en los Alimentos y Datos Biológicos Sobre las Proteínas.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Roma. 1970.

La proteína de harina de pescado tiene un alto contenido en lisina y solamente es deficiente en metionina y triptofano de acuerdo al patrón de la FAO (10). En terminos generales, puede considerarse a la harina de pescado como limitante en aminoácidos azufrados.

Ahora bien, no únicamente el balance de aminoácidos de la harina de pescado es conveniente para la alimentación humana; los productos pesqueros proporcionan además importantes cantidades de minerales como: Ca, P, Mg, K, trazas de elementos como Zn, I<sub>2</sub>, Fe, Cu, Mn, Co, Se y una fuente rica de vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub>. (11) (12).

### 3.I.5. Control de calidad de la harina de pescado.

El término de "harina de pescado" es aplicado a diferentes productos que varían en la clase de materia prima y método de preparación. Esto da como resultado diferencias en la calidad y composición, por lo que a continuación se especifican las características que se necesitan en la elaboración de las frituras:

- 1) La harina deberá tener un máximo de 10% de humedad para evitar el crecimiento de hongos y el calentamiento espontáneo de la harina.
- 2) El contenido de grasa deberá ser menor de 6% de manera que se evite el enranciamiento y oscurecimiento de la harina.
- 3) El contenido de proteína oscilara alrededor del 70% para poder ser considerado como un concentrado proteico.
- 4) El tamaño de las partículas lo determinará el porcentaje de partículas que atraviesen la malla No. 100.
- 5) Los colores predominantes serán los claros.  
(6).

### 3.I.6. Importancia y utilización de la harina de pescado.

Estudios sobre nutrición han dado a conocer el notable beneficio que provoca la adición de harina de pescado a la dieta diaria, aunque sea de ma-



nera indirecta, mezclada con harina de cereales para obtener, pan, galletas, sopas, pastas, frituras y en alimentos infantiles. (5).

### 3.2. Frituras usadas como botanas.

La baja calidad nutritiva que poseen las frituras ha hecho, que, en Estados Unidos de Norteamerica se formulen nuevos tipos de productos usando el proceso base de las frituras. Dichos productos han sido elaborados con éxito por varias compañías de los Estados Unidos de Norteamerica y aprobados por la FDA. En estos procesos se han elaborado una variedad de frituras nutritivas a las que se les adicionan sales minerales y vitaminas.

#### 3.2.I. Definición de fritura.

Fritura es el producto final de una extrusión o laminación de una masa que se fríe en aceite. Puede usarse como golosina o acompañante de ciertas comidas. Algunos autores dicen: "que las frituras han llegado a ser el cuarto alimento o cuarta comida", y

otros autores las han denominado como: "productos de calorías vacías" por estar hechas de harina de cereales. (13).

### 3.2.2. Tipos de frituras.

Debido al gran interés que han provocado las frituras fortificadas en los Estados Unidos de Norteamérica, existen numerosas compañías que abastecen a la planta elaboradora de frituras de diferentes productos, tales como: sal fortificada que contiene vitamina A, tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), vitamina B<sub>6</sub>, niacina, vitamina C y minerales. También, se han utilizado exitosamente almidones expandibles adaptables a la producción de frituras de alto valor proteico, sabores que contienen color que al ser añadido al aceite en que se va a freír la fritura le dan mayor vista al producto, sabores asperjados que le confieren a la fritura un brillo especial.

Determinados productos frescos como fruta, carne, leche, vegetales, pescado y otros productos mariños pueden ser extruidos en una variedad de formas pa-

ra convertirse en productos de exquisito sabor que pueden conquistar el mercado. La clave del proceso es mezclar los ingredientes frescos en la formulación base, extruir o laminar la masa resultante y formar las figuras deseadas que se someteran a un freído en aceite.

(I4) (I5).

### 3.2.2.I. Productos laminados.

La harina es mezclada con almidón de maíz, sal y bicarbonato de sodio en suficiente agua para formar un atole que se somete a cocción durante 15-20 minutos a una temperatura de 90°C con agitación constante. De esta manera se logra que los gránulos de almidón se hinchen formando un gel insoluble.

La pasta cocida debe alcanzar una humedad del 22% para poder pasar al laminado por medio de un par de rodillos que forman una película de grosor uniforme y con una humedad de 20% para evitar el agrietamiento de la pasta. La lámina es cortada por rodillos cortantes para ser sujeta a un secado con aire caliente a 65-85°C hasta obtener una humedad de 3% para pasar fi-

### 3.3. Análisis estadístico.

Es muy importante conocer por anticipado, si es recomendable realizar un análisis estadístico, pues el experimento original deberá planearse en forma adecuada, debido a que es difícil y a veces imposible aplicar la estadística a un experimento terminado.

El análisis de los datos obtenidos al calificar los alimentos puede hacerse por distintos métodos y probar lo significativo de la diferencia entre las medidas, dependiendo del plan experimental. El análisis de varianza es especialmente útil en la evaluación sensorial de productos alimenticios, por lo que, en la evaluación de sabor de las frituras de pescado se seleccionó esta prueba para determinar si existía significancia entre las frituras comerciales y las del presente estudio.

#### 3.3.I. Escala numérica.

Este método es útil cuando se dispone al mismo tiempo de una serie de muestras que deben clasificarse en relación a una característica, donde se

usa una escala de menor a mayor valor, respecto a la calidad general del producto. (I9) (20).

### 3.3.2. Cuestionario.

La elaboración del cuestionario debe estar de acuerdo al tipo de prueba de una manera eficiente y sin complicaciones interpretativas para el juez, excepto para pruebas especiales realizadas con jueces expertos. (20).

### 3.3.3. Análisis de varianza.

$$1) \text{ Factor de corrección (FC)} = \frac{(\text{Calificación total})^2}{\text{Número de respuestas}}$$

$$2) \text{ Suma del cuadrado de las muestras (SC)}_m = \frac{\text{Suma del cuadrado del total de cada muestra}}{\text{Número de juicios por cada muestra}} - \text{FC}$$

$$3) \text{ Suma del cuadrado de los jueces (SC)}_j = \frac{\text{Suma del cuadrado del total de cada juez}}{\text{Número de juicios por cada juez}} - \text{FC}$$

- 4) Suma total de cuadrados (ST) = Suma de los cuadrados de cada juicio - FC
- 5) Grados de libertad (gl):
- a)  $gl$  para las muestras = Número de muestras - 1  
 $(gl)_m$
- b)  $gl$  para los jueces = Número de jueces - 1  
 $(gl)_j$
- c)  $gl$  total  $(gl)_T$  = Número de juicios totales - 1
- 6) Error (E)
- a)  $(gl)_E$  = Se restan los valores obtenidos de las otras variables del total.
- b)  $(SC)_E$  = Se restan los valores obtenidos de las otras variables del total.
- 7) CS El cuadrado significativo para cada variable se determina: dividiendo el  $(SC)_E$  de cada una entre su respectivo grado de libertad.
- 8)  $F$  = El valor del radio de variación de  $F$  de cada muestra se determina: dividiendo el CS de cada muestra entre el CS del error. El valor de  $F$  de los jueces se determina dividiendo el CS del juez entre el CS del error.

Para determinar la diferencia significativa en tre las muestras, se compara el valor calculado de  $F$  con los valores de  $F$ , con una significancia de 1% y 5%, en la tabla significativa de  $F$ . (20).

#### 4. PARTE EXPERIMENTAL.

##### 4.I. Elaboración de harina de pescado en el laboratorio.

La elección de la técnica a seguir se basó en las ventajas que presenta la "Técnica Húmeda" en la elaboración de harina de pescado, tales como: a) se puede procesar pescado graso sin afectar el costo de producción, b) no es necesario equipo especial, c) el proceso es continuo y d) el costo final de la harina es bajo.

El pescado seleccionado fué la especie denominada Bagre (*Arius seemani*) por ser un pescado no comercial, es decir, con poca demanda entre los consumidores, y fué adquirido en el mercado de La Viga, D.F.

En la obtención de harina de pescado por medio de la técnica húmeda se obtuvieron tres tipos diferentes de harina.

A) Harina procedente de pescado entero desviscerado.

B) Harina procedente de filete de pescado.



- c) Harina procedente de pescado descabezado, desviscerado.

#### 4.I.I. Procedimiento.

Se pesó 1Kg de pescado Bagre desviscerado. En seguida se lavó perfectamente al chorro del agua para cortarlo en pequeños trozos, los cuales se colocaron en una olla con 100ml de agua. Y una vez que ésta alcanzó una temperatura de 92°C se dejó cocer por un período de 30 minutos.

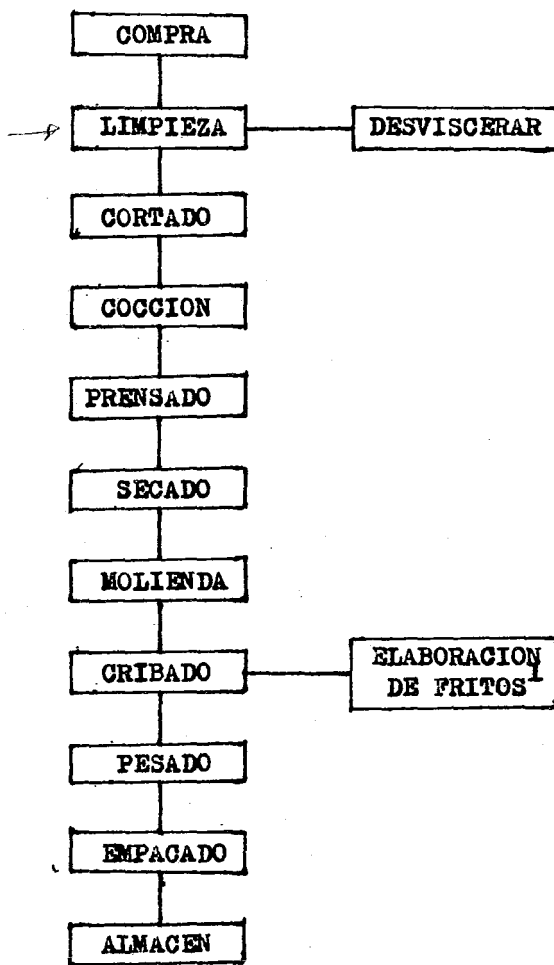
Después de la cocción se prensó en un bote prensador<sup>1</sup> para eliminar la mayor parte de agua que arrastra también grasa. El pescado prensado se colocó en charolas de aluminio que se metieron a la estufa (Mod: 714, 110 volts) a una temperatura de 100°C por espacio de 4 horas con el objeto de eliminar toda el agua libre y lograr una humedad del 10%, pasándose a un molino eléctrico Ge Co Co (Tipo D, No. 20) para pulverizar los huesos. El producto fué cernido por una malla del No. 100 para obtener una harina fina y homogénea. Finalmente se pesó la harina obtenida para sacar el ren-

1 El bote prensador consiste en un bote con horadaciones alrededor y en el fondo, en el que se introduce el pescado y con una tana se presiona.

dimiento real del proceso.

La harina se empacó en frascos de polietileno etiquetados y se conservaron a una temperatura de 27°C durante seis meses. (Ver diagrama de bloques, figuras 4.1.1.1. y 4.2.2.1.)

4.I.I.I. Diagrama de bloques de elaboración de harina de pescado por medio de la técnica húmeda.



<sup>1</sup> Ver diagrama de bloques en la página 28.

#### 4.2. Técnica de laminación para la obtención de frituras.

##### 4.2.I. Ingredientes.

###### a) Mezcla:

Harina de pescado	12.5%	25%
Harina de trigo	35.5%	71%
Bicarbonato de sodio	12.5%	2.5%
Sal	7.5%	<u>1.5%</u>
TOTAL		100.0%

###### b) Saborizante:

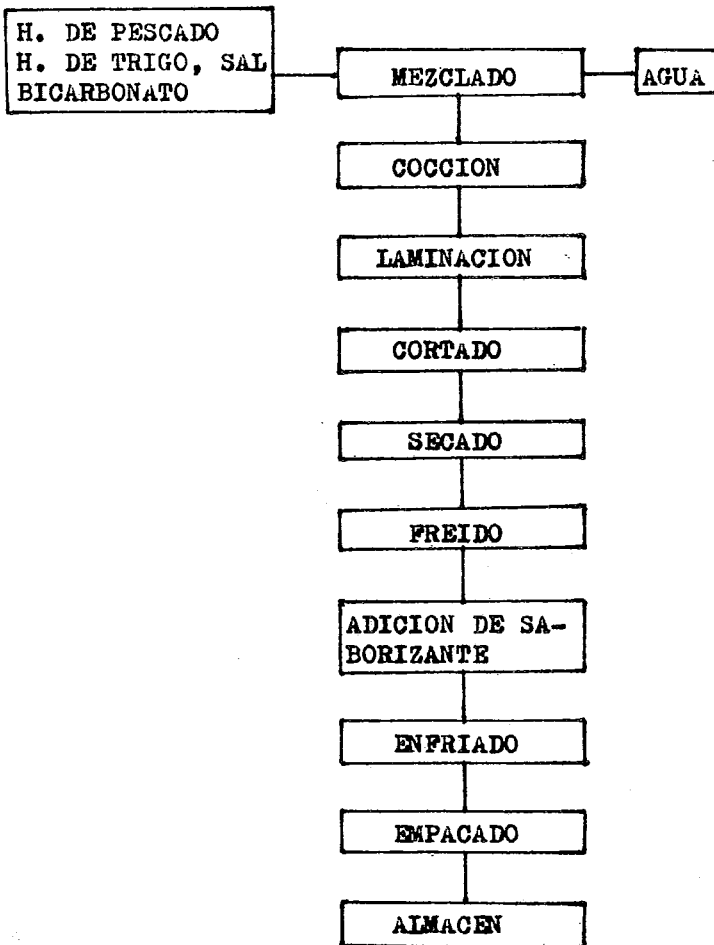
Chile piquin molido	2 partes
Acido cítrico en polvo	1 parte
Sal	5 partes

##### 4.2.2. Procedimiento.

Se mezclaron la harina de pescado, harina de trigo, bicarbonato y sal en un poco de agua donde se disolvieron y mezclaron los ingredientes. Dicha mezcla se añadió a una cacerola que contenía agua hirviente, moviendo constantemente el atole formado.

El atole se sometió a una cocción a  $92^{\circ}\text{C}$  durante 20 minutos, agitando constantemente para evitar que se formen grumos. Una vez eliminada la mayor parte de agua, la pasta se extendió de manera uniforme en una lámina de aluminio. La pasta laminada se cortó en cuadros y se secó en la estufa, (Mod: 714, 110 volts), a  $45^{\circ}\text{C}$  durante 60 minutos. Una vez secos los trozos de pasta se sometieron a un freído en aceite caliente a  $176-180^{\circ}\text{C}$  por espacio de 15 segundos, se sacaron y colocaron en un escurridor. Después se bañaron en la mezcla saborizante para pasar al empaçado en bolsas de polietileno/celofán que se cerraron térmicamente y se conservaron a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  por un período de 7 días. (Ver diagrama de bloques, figura 4.2.2.I.).

4.2.2.I. Diagrama de bloques de obtención de frituras de harina de pescado.



## 5. RESULTADOS.

Las determinaciones se realizaron por triplicado para corroborar los resultados y en el caso de que existiera una desviación mayor del 20% se repitió la determinación.

### 5.I. Análisis químicos de la harina de pescado.

En la tabla 5.I.I. se observa las diferencias que existen en los tres tipos de harina obtenida en el laboratorio, con lo cual se obtuvo una conclusión para seleccionar la harina a usar en la elaboración de las frituras.

Tabla 5.I.I. Determinaciones en la harina de pescado.

Análisis <sup>1</sup>	Muestra			
	P.F.%	H.A.%	H.B.%	H.C.%
Humedad	79.56	9.23	7.58	8.00
Cenizas	0.67	19.00	7.72	12.27
Grasa cruda	3.36	7.10	3.95	5.72
Proteína (N x 6.25)	11.72	59.34	70.63	71.90
Rendimiento <sup>2</sup>	100.00	34.00	26.00	34.50

Donde:

P.F. = Pescado fresco.

H.A. = Harina de pescado entero desviscerado.

H.B. = Harina de filete de pescado.

H.C. = Harina de pescado descabezado y desviscera  
do.

$$^2 \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Kg. de producto final}}{\text{Kg. de materia prima}} \times 100$$

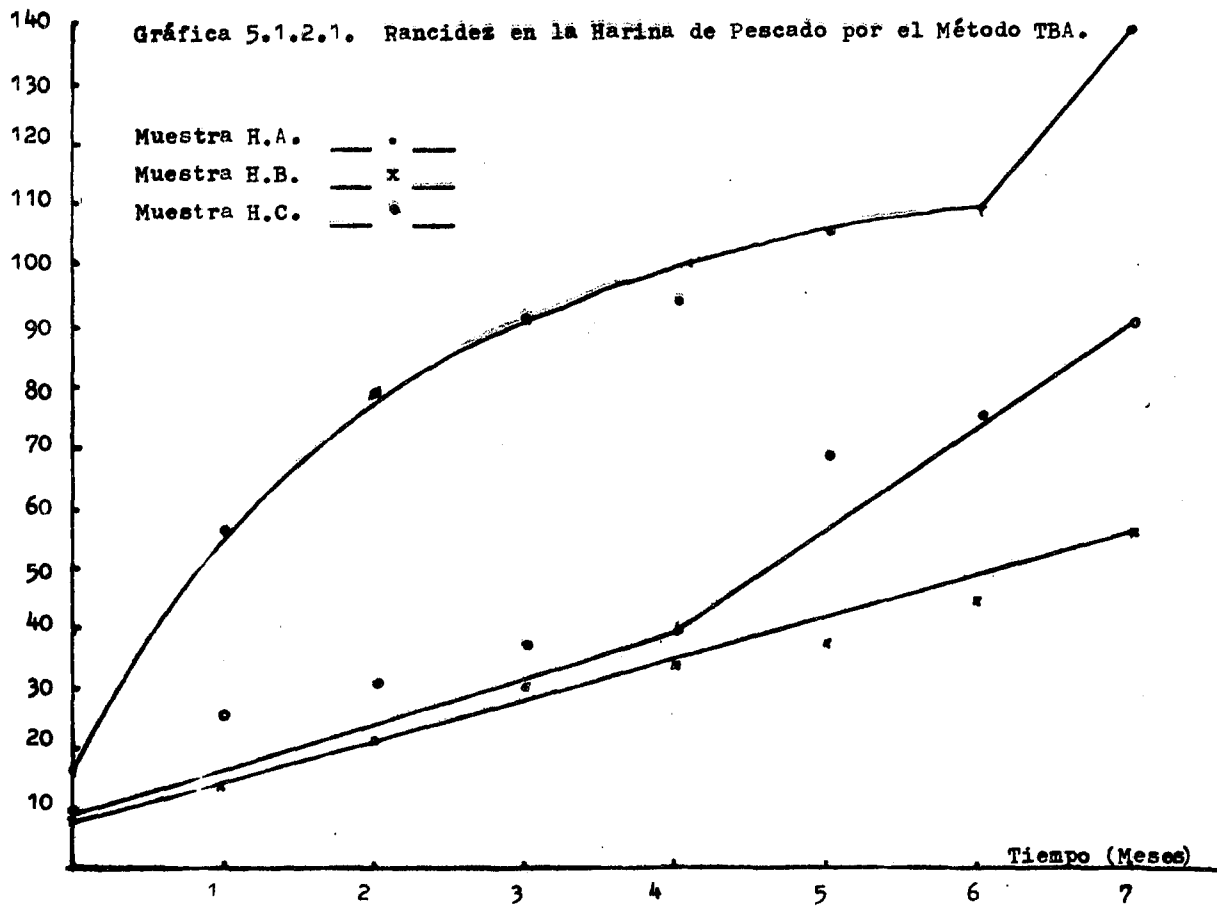


Por medio de la determinación de rancidez en la harina de pescado, tabla 5.I.2., se obtiene el promedio aproximado de la vida de anaquel que presentan los tres tipos de harina, con lo cual se confirma si el tipo de harina seleccionada en la tabla 5.I.I. es correcta para la elaboración de las frituras.

Tabla 5.I.2. Determinación de rancidez en la harina de pescado por el método del ácido 2-tiobarbitúrico. (22) (23) (24). Ver técnica en el apéndice.

Tiempo (meses)	Unidades Klett = Densidad óptica x 500		
	Harina A	Harina B	Harina C
0	16	8	9
1	56	14	26
2	79	22	32
3	91	31	38
4	94	34	40
5	105	38	69
6	110	45	76
7	139	57	91

Ver gráfica correspondiente.



## 5.2. Análisis físico de la harina de pescado.

El análisis físico de la harina de pescado se realizó por medio de una evaluación organoléptica, a partir del tiempo cero y al cabo de los siete meses para poder determinar si existía algún cambio notable en su aspecto físico que pudiera alterar de alguna manera el producto final.

Análisis	TIEMPO					
	Harina A		Harina B		Harina C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Sabor	Característico	Rancio	Característico	Característico	Característico	Característico
Olor	Característico	Rancio	Característico	Característico	Característico	Característico
Color	Café oscuro	Café oscuro	Crema	Crema	Café claro	Café claro

Tabla 5.2.1. Análisis organoléptico en la harina de pescado.

### 5.3. Análisis químico de las frituras.

Con el objeto de comparar las frituras obtenidas con productos comerciales, se realizan las pruebas que se presentan en la siguiente tabla.

Análisis	Comercial		Producto
	R <sub>18</sub>	L <sub>33</sub>	T <sub>50</sub>
	%		
Humedad	2.27	2.21	2.33
Cenizas	2.73	2.69	2.96
Grasa cruda	26.89	28.67	28.65
Proteína (N x 5.7)	6.48	7.50	18.02
Carbohidratos	67.68	58.93	48.04
TOTAL	100.00	100.00	100.00

Donde:

R<sub>18</sub> = Corresponde a "Sabritas".

L<sub>33</sub> = Corresponde a un producto "Sin marca".

T<sub>50</sub> = Corresponde a la "Fritura de pescado".

### 5.3.I. Análisis físico en las frituras.

Un aspecto muy importante en las frituras, resulta ser el análisis sensorial para poder determinar si existen diferencias que afecten el sabor o el olor del producto, ver tabla 5.3.I.I.

Tabla 5.3.I.I. Análisis organoléptico en las frituras.

Análisis	Comercial		Producto
	R <sub>18</sub>	L <sub>33</sub>	T <sub>50</sub>
Sabor	Característico	Característico	Ligeramente a pescado
Olor	Característico	Característico	Característico
Textura	Crujiente	Crujiente	Crujiente

### 5.4. Evaluación de las frituras de pescado.

La evaluación de alimentos por métodos sensoriales son esenciales debido a que contestan preguntas importantes relacionadas con las características organolépticas del producto en estudio.

5.4.I. Análisis de varianza para la prueba de sabor.

Jueces	Comercial		Producto	TOTAL
	R <sub>18</sub>	L <sub>33</sub>	T <sub>50</sub>	
1	4	5	4	13
2	3	5	5	13
3	5	5	5	15
4	4	4	4	12
5	4	4	4	12
6	5	5	3	13
7	5	5	4	14
8	4	4	4	12
TOTAL	34	37	33	104

$$FC = \frac{(104)^2}{24} = \frac{10816}{24} = 450.66$$

$$FC = 450.66$$

$$SC_m = \frac{34^2 + 37^2 + 33^2}{8} - 450.66$$

$$SC_m = 1.09$$

$$SC_j = \frac{13^2 + 13^2 + 15^2 + 12^2 + 12^2 + 13^2 + 14^2 + 12^2}{3} - 450.66$$

$$= 453.33 - 450.66$$

$$SC_j = 2.67$$

$$ST = \begin{array}{r} 4^2 + 3^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2 \\ + \\ 5^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2 \\ + \\ 4^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 \\ - \\ 450.66 \end{array}$$

$$= 460 - 450.66$$

$$ST = 9.34$$

Variabes	gl	SC	CS	F
Muestra	2	1.09	0.545	1.36
Jueces	7	2.67	0.381	0.96
Error	14	5.58	0.398	
TOTAL	23	9.34		



Marca de muestra:

$$\begin{array}{ccc}
 R_{18} & L_{33} & T_{50} \\
 \frac{34}{8} & \frac{37}{8} & \frac{33}{8} \\
 = & 4.25 & 4.62 & 4.12
 \end{array}$$

Ordenando de acuerdo a la magnitud:

$$\begin{array}{ccc}
 L_{33} & R_{18} & T_{50} \\
 4.62 & 4.25 & 4.12
 \end{array}$$

Error estándar:

$$Ee = \frac{0.398}{8} = 0.04982$$

$$Ee = 0.2232$$

$$P_{2/14} (5\%) \quad 2 \quad 3$$

$$rp (5\%) \quad 3.03 \quad 3.18$$

$$Rp \quad 0.63 \quad 0.66$$

$$L_{33} - T_{50} = 4.62 - 4.12 = 0.50 < 0.66 (R_3)$$

$$L_{33} - R_{18} = 4.62 - 4.25 = 0.37 < 0.63 (R_2)$$

$$R_{18} - T_{50} = 4.25 - 4.12 = 0.13 < 0.63 (R_2)$$

Por lo tanto, en  $L_{33}$ ,  $T_{50}$  y  $R_{18}$  no hay diferencia significativa al 5%.

$P_{2/14}$ (1%)	2	3
rp (1%)	4.21	4.42
Rp	0.88	0.93

$$L_{33} - T_{50} = 4.62 - 4.12 = 0.50 < 0.93 \quad (R_3)$$

$$L_{33} - R_{18} = 4.62 - 4.25 = 0.37 < 0.88 \quad (R_2)$$

$$R_{18} - T_{50} = 4.25 - 4.12 = 0.13 < 0.88 \quad (R_2)$$

Por lo tanto, en  $L_{33}$ ,  $T_{50}$  y  $R_{18}$  no hay diferencia significativa al 1%.

## 6. SELECCION DEL EQUIPO.

Los resultados estadísticos junto con las determinaciones químicas, permiten proceder a realizar un estudio del equipo requerido en un proceso industrial.

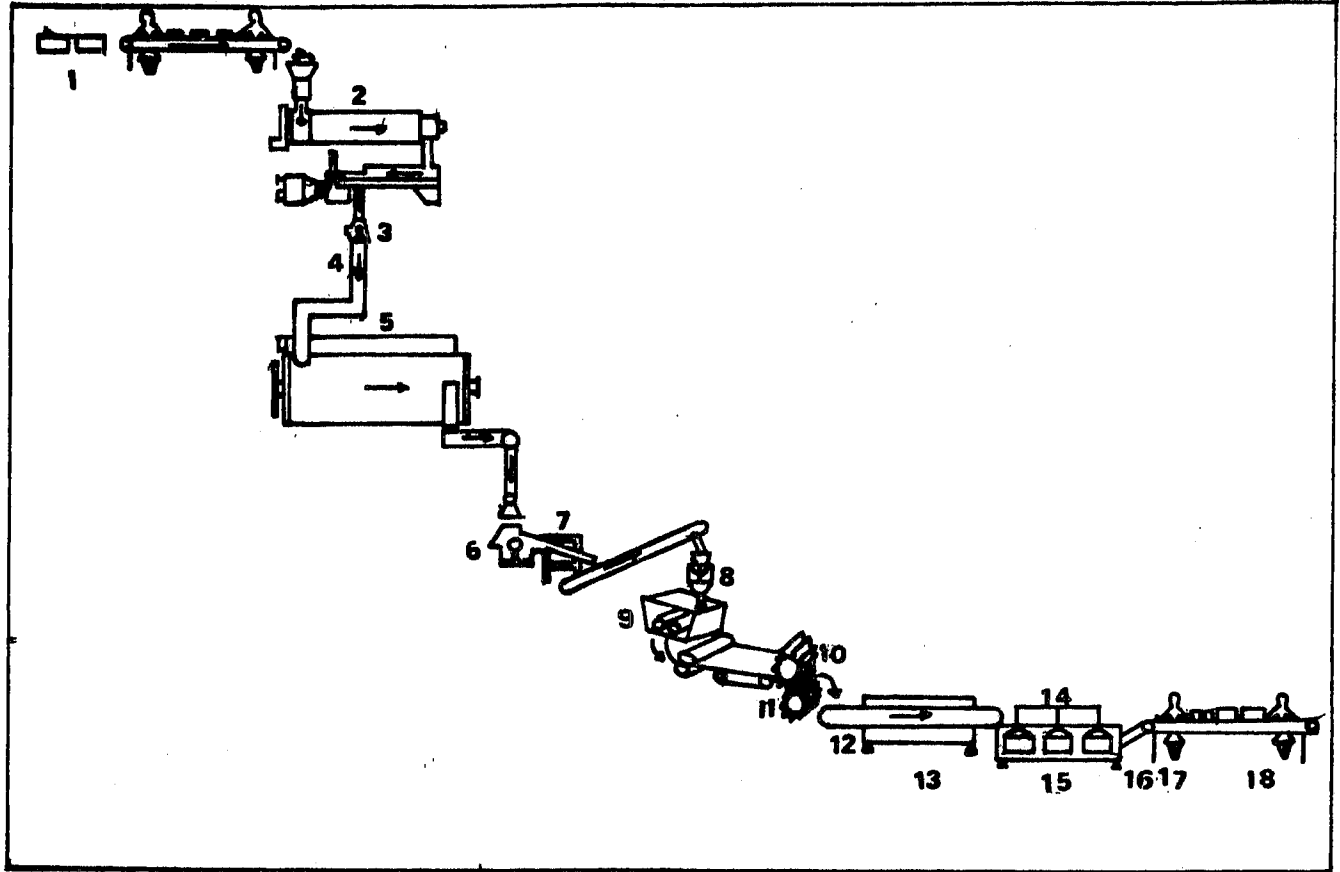
### 6.I. Descripción del proceso.

El pescado será recibido en cajas de plástico perforadas (I) conteniendo hielo para su conservación durante su estancia en la planta antes de la preparación. El pescado que se utilizará como materia prima para la producción de harina de pescado TIPO "C", deberá reunir las características de calidad de un pescado fresco. La forma de prepararlo para el subsecuente proceso es el siguiente: al pescado se le corta la cabeza, se eliminan las vísceras y se lava perfectamente, (la cabeza y las vísceras son utilizadas para la obtención de harina de pescado para consumo animal), el troncho del pescado es transportado en las cajas de plástico y vertido directamente en la tolva del cocer-

dor por vapor directo (2) donde es cocido a una temperatura de  $100-110^{\circ}\text{C}$  por espacio de 20-25 minutos para poder pasar a la prensa tornillo (3) que lo presiona entre 13-68 atmósferas con el objeto de eliminar el mayor porcentaje de agua y aceite que sea posible. El material prensado es llevado mediante un tornillo conductor hacia dentro del desintegrador de harinas húmedas (4) para pulverizar totalmente el producto antes de entrar al secador indirecto continuo (5), operando a una temperatura de  $115^{\circ}\text{C}$  durante 25-30 minutos y a una presión de vapor de 32Kg.

La pasta seca sale del secador y es conducida al molino de martillos (6) provisto de una criba vibratoria (7) para obtener una harina de pescado fina y homogénea que es conducida al mezclador-amasador (8) donde la harina de pescado es mezclada con harina de trigo, sal, bicarbonato y agua hasta formar una pasta con una humedad aproximada del 24-26%, la cual se continúa calentando en el mezclador con chaqueta de vapor hasta que la humedad se reduce a un 20-22%. Durante este lapso la pasta alcanza una temperatura entre  $105-130^{\circ}\text{C}$ ,

lo cual permite la laminación de la pasta por un par de rodillos (9). La pasta laminada es conducida posteriormente a dos pares de rodillos cortantes (10) (11) que cortan la lámina en pedazos de tamaño apropiado y los descarga en una banda transportadora (12) que los conduce a través de un horno de secado (13), de donde son obtenidos los pedazos de lámina con una humedad del 3%. Estos son descargados en los cestos de malla de alambre (14) en los cuales son conducidos a la freidora de 170-190<sup>o</sup>C por 50-60 segundos. Enseguida los fritos son vertidos en una banda vibratoria (16) donde se les adiciona la mezcla saborizante; los fritos son descargados en cestos perforados (17) para ser transportados a la mesa de empaçado (18) en donde son pesados y empaçados en bolsas de polietileno/celofán que se sellan térmicamente y se colocan en cajas de cartón para su distribución y venta. (Ver diagrama de flujo).



## 6.2. Equipo de proceso.

A continuación se describen las características del equipo de proceso para la planta de harina y para la elaboración de frituras, considerando una capacidad de 200 toneladas anuales de harina, según se verá en el estudio económico (Capítulo 8). Las dimensiones que se señalan pertenecen a una instalación productora de harina de pescado, localizada en La Cruz de Huanacastle, Nay.

### 6.2.1. Cocedor por vapor directo.

El cocedor es de los llamados cocedores de espiral continuo que consiste esencialmente en un tubo largo de acero inoxidable, el cual cuenta con un tornillo sin fin que conduce el pescado a todo lo largo del cocedor, pasando sobre una serie de llaves de vapor localizadas a una distancia de 20cm una de otra. El tamaño del cocedor de la planta es de 3m de largo por 0.45m de diámetro.

### 6.2.2. Prensa tornillo.

La prensa consiste en un tornillo sin fin de acero inoxidable de 2.5m formando el eje horizontal y el cual está rodeado por un cernidor cilíndrico. El cernidor está dividido en dos secciones, cada una con dos piezas o cernidores, superior e inferior. La primera sección, conocida como tolva cernidora, es de 0.61m de largo, con 32 agujeros por pulgada cuadrada. La segunda, o prensa cernidora, es de 1.62m de largo, con 64 agujeros por pulgada cuadrada.

### 6.2.3. Desintegrador de harinas húmedas.

El desintegrador es similar al molino de carne que consiste en un tornillo sin fin que conduce la harina hacia un cuchillo rotatorio, el cual corta contra una plancha plana de acero inoxidable perforada, con agujeros de una pulgada de diámetro.

### 6.2.4. Secador indirecto.

El secador consiste en un cilindro con chaqueta de vapor de 4m de largo por 1m de diámetro,



éste secador esta equipado con una flecha en la cual se encuentran instaladas aspas o paletas de metal que sirven para mezclar, agitar y conducir la pasta al interior del cilindro.

#### 6.2.5. Molino de martillos.

El molino consta de martinetes trapezoidales rodeados por el cernidor. La medida de las partículas se hace posible por la rápida vibración del cernidor. La flecha del vibrador gira a razón de 1800 rpm e imparte un movimiento circular al cernidor de un octavo de pulgada. (25) (26).

#### 6.2.6. Mezclador-amasador.

El mezclador-amasador es un recipiente cónico-cilíndrico provisto de una chaqueta de calentamiento, de descarga manual, dividido por dos chaquetas y con doble aspa sigma que giran en sentidos opuestos para duplicar las revoluciones.

### 6.2.7. Rodillos.

Los rodillos laminadores son lisos, de material aislante, que se encuentran dentro de una tolva de acero inoxidable y giran en sentido contrario y se encuentran separados uno de otro en un espacio de acuerdo al grosor deseado de la lámina. En la salida del laminado se encuentra un par de rodillos cortantes provistos de cuchillas que se extienden de manera axial en el rodillo.

### 6.2.8. Horno de secado.

El horno de secado es de forma cilíndrica horizontal y consiste de tres partes principales que son: la estructura del horno propiamente dicho de 4m de largo, una banda transportadora construida de hoja de teflón y quemador de gas que constituye la fuente de calentamiento del horno.

### 6.2.9. Freidora continua.

La freidora es de forma cilíndrica ho-

rizontal provista de canastillas que se sumergen en aceite y que son transportadas por un sistema de eje de paletas movido por una fuerza impulsora de la bomba que lo desplaza hacia el otro extremo. La freidora está provista de una zona enchaquetada por donde circula vapor sobrecalentado a más de  $190^{\circ}\text{C}$ . (16) (17) (18).

## 7. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE LA PLANTA.

### 7.I. Localización.

La planta de frituras de pescado proyectada en el presente trabajo, es una planta a pequeña escala, la cual se instalará en los talleres de procesamiento de los productos pesqueros de las escuelas pertenecientes a la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, seleccionándose para una primera etapa los CECITEM de Guaymas, Son. y La Cruz de Huanacaxtle, Nay.; los cuales cuentan con los servicios complementarios de electricidad, red de agua potable, drenaje, etc. Además se tiene proyectado instalar una planta para la elaboración de harina de pescado con una capacidad para procesar 8,000 Kg de pescado fresco por día de los cuales se tomarán 1,000 Kg para la obtención de harina de pescado TIPO "C" y la diferencia existente para la elaboración de harina de pescado para consumo animal.

En la preparación de los 1,000Kg de pescado fresco para la obtención de harina de pescado TIPO "C"

se tiene un 30% de desperdicio que constituye básicamente las cabezas de pescado y un 70% de troncho de pescado que es el que se utiliza realmente en el proceso. El rendimiento aproximado es de 150 Kg de harina de pescado TIPO "C" que se utilizará para la elaboración de las frituras de pescado.

#### 7.2. Tamaño de la planta.

Se ha comprobado mediante encuestas diversas que los principales consumidores de golosinas están dentro de la población escolar, la cual constituye la fuente demandante más importante de las frituras de pescado que se obtendrán en esta planta.

Por otro lado, tenemos que existen en el mercado una gran variedad de productos competitivos, obtenidos algunos de ellos a nivel casero, siendo los de mayor demanda los producidos por compañías extranjeras con grandes capitales, con los que sería difícil competir. Por ésta razón el producto se producirá en los planteles de la Dirección antes mencionada y se distribuirá para su venta a tiendas escolares de las institu

ciones que se encuentren en la localidad, por medio de la cooperativa escolar del propio plantel.

## 8. ASPECTO ECONOMICO.

Con el objeto de estimar el costo de elaboración de frituras de pescado se presenta a continuación datos estimados para la planta que se ha descrito.

I) Producción de harina de pescado en una planta con un rendimiento del 15%.

	Toneladas
Producción por día. <sup>(a)</sup>	1.00 <i>100%</i>
Producción por año. <sup>(b)</sup>	200.00
Producto por día. <sup>(a)</sup> Harina de pescado.	0.15 <i>15%</i>
Producto por año. <sup>(b)</sup> Harina de pescado.	30.00
Desperdicio por día. <sup>(a)</sup> (c).	0.30 <i>30%</i>
Desperdicio por año. <sup>(b)</sup> (c).	60.00

Donde:

- (a) Día de 8 horas.
- (b) Año de 200 días.
- (c) Para la elaboración de harina de pescado para consumo animal.

## 2) Producción de fritura de pescado.

	Toneladas
Capacidad por día.	0.60 <sup>(1)</sup>
Capacidad por año.	120.00 <sup>(1)</sup>
Producto por día. Fritura de pescado.	0.99
Producto por año. Fritura de pescado.	198.00

Donde:

- (1) Harina mezclada (Harina de pescado, harina de trigo, sal y bicarbonato de sodio.

## 3) Porcentajes de harina mezclada para la elaboración de frituras.

Material	%	Ton.
Harina de pescado.	25.0	30.0
Harina de trigo.	71.0	85.2
Bicarbonato de sodio.	2.5	3.0
Sal.	1.5	1.8
TOTAL.	100.0	120.0



4) Costo anual de materia prima para la elaboración de frituras.

Materia prima	Cantidad	\$/Ton	TOTAL
Pescado fresco	200.00	8,000.00	1,600,000.00
Harina de trigo	85.20	1,462.00	124,562.00
Bicarbonato de sodio	3.00	5,337.00	16,011.00
Sal	1.80	675.00	1,215.00
Aceite de ajonjolí (lt)	50,000.00	7.40 (lt)	370,000.00
Otros			65,748.00
TOTAL			2,177,536.00

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.  
 1972-1974 (México 1978).  
 Secretaría de Programación y Presupuesto.

## 5) Costo por kilogramo de fritura de pescado.

Material	g	\$	g	\$
Harina de pescado	1000	64.05	250	16.012
Harina de trigo	1000	6.30	710	4.473
NaHCO <sub>3</sub>	1000	10.00	25	0.250
Sal	1000	2.60	15	0.039
Aceite (ml)	1000	22.50	171	3.847
TOTAL			1000	24.621

Nota: Los precios son tomados por kilogramo al menudeo.

Factor en la elaboración de frituras de harina:

1.5 (X).

Tomando en cuenta de que 1 Kg de harina rinde

1.5 Kg de fritura tenemos: \$ 14.922/kg de fritura.

(X): Consumos Aparentes 1971-1975

Dirección General de Economía Agrícola,

S.A.G. México. D.F. la. edición 1976.

6) Costo por kilogramo de fritura de harina de trigo.

Material	g	\$	g	\$
Harina de trigo	1000	6.30	1000	6.30
NaHCO <sub>3</sub>	1000	10.00	25	0.250
Sal	1000	2.60	15	0.039
Aceite (ml)	1000	22.50	171	3.847
TOTAL			1040	10.436

Factor de fritura: 1 : 1.5

Tenemos \$ 9.422/Kg de fritura de harina de trigo.

- 7) Cuadro comparativo de precio de venta por Kg de una fritura comercial con la fritura de pescado.

Fritura de Harina de Trigo				Fritura de Pescado	
Precio Comercial		Precio Según (6)		Precio Según (5)	
\$/85g	\$/1000g	\$/85g	\$/1000g	\$/85g	\$/1000g
11.90	140.00	0.88	10.436	1.268	14.922

- 8) Producción de frituras por contenido de paquete.

Contenido Paquete (g)	%	Anual	Diario	Anual	Diario
		Kg		Bolsas	
14	45	89,100	445.5	6,364,285.70	1,821.42
55	35	69,300	346.5	1,260,000.00	6,300.00
85	20	39,600	198.0	465,882.35	2,329.41
TOTAL	100	198,000	990.0	8,090,168.05	10,950.83

## 9. DISCUSION.

### 1.) Análisis químico de la harina de pescado.

Se puede observar en la tabla 5.1.1. que la elaboración de harina de pescado incrementa seis veces el valor de la proteína del pescado fresco, con la consiguiente disminución de humedad que favorece su conservación.

La harina de pescado entero desviscerado nos muestra un valor alto en el contenido de cenizas, debido a que se utilizó la parte ósea que contiene una cantidad considerable de minerales. Con respecto a la grasa, el valor obtenido es bajo considerando que en la cabeza y parte ventral superior del pescado se encuentra gran contenido de grasa, encontrándose dentro de los límites de seguridad de almacenamiento para una harina de pescado grasosa. En relación a la proteína se esperaba un valor mayor, ya que, teóricamente, el va--lor de la proteína en harinas de pescados íntegros es mayor que la de harinas de una porción determinada de pescado. Esto tal vez se debe a una alteración no de--

tectable en el proceso de secado, lo cual nos indica que se debe tener mayor cuidado en el secado de pescados grasos.

La harina de filete presenta un decremento bastante considerable en el contenido de cenizas debido a que se utiliza la parte muscular que contiene cantidades pequeñas de minerales. El contenido de grasa también es bajo debido a que el filete no contenía la piel que es un lugar donde se encuentra gran cantidad de grasa. Con relación a la proteína, el valor es alto considerando que solo representa una parte del pescado.

En la harina de pescado descabezado y desviscerado los resultados son congruentes y seguros, lo cual nos lleva a la conclusión que el pescado tratado de esta manera es ideal para obtener harina de pescado para consumo humano.

En relación a la humedad de las tres muestras hay un margen de seguridad para su conservación bastante amplia, lo cual significa que la temperatura y tiempo de secado resultan ser los convenientes para obte--

ner harina de pescado por medio de la técnica húmeda.

En la determinación de rancidez, la gráfica 5.1.2.1. nos muestra en la harina A un incremento notable en el valor de rancidez que se dispara a partir del sexto mes, repercutiendo en el olor y sabor de la harina. En la harina B se observa un comportamiento en línea recta sin llegar a notarse ningún olor ni sabor a rancio. En la harina C se muestra un ligero incremento en el valor de rancidez en el cuarto mes pero sin llegar a presentar olor o sabor alguno.

En las determinaciones que realizaron Sinhuber y Yu, (1957) (22) (23) se obtiene un valor de 160 U.K. para una harina con olor y sabor a rancio bastante notable. Este valor como se muestra en las determinaciones no se llegó a alcanzar, lo cual nos indica un margen de seis meses de conservación bastante aceptable que puede aumentar si se conserva el producto a temperaturas bajas.

## 2) Análisis en las frituras.

En las determinaciones realizadas a las

frituras se puede observar el beneficio notable de adi  
cionar harina de pescado para incrementar su valor pro  
tefico en 2.6 veces al de las frituras comerciales y a  
su vez disminuye ligeramente el valor de carbohidratos,  
lo cual significa menos calorías y mayor valor nutritii  
vo.

### 3) Análisis físico.

En el análisis de varianza de sabor no se  
observa diferencia significativa al 1% y 5%, por lo  
que se considera que puede adicionarse harina de pescaa  
do a diferentes productos a base de harina de cereales  
en un porcentaje no mayor a 25% para no incrementar el  
sabor y olor a pescado.

### 4) Aspecto económico.

Tomando en cuenta solamente el costo de la  
materia prima en la elaboración de frituras, según el  
cuadro (7), existe una diferencia de \$ 4.50 entre el  
costo por kilogramo de la fritura de harina de trigo y  
la de pescado. Esta diferencia puede considerarse no



significativa si tomamos en cuenta que el incremento en el valor proteico es de 2.6 veces más alto que el de las comerciales.

Otra diferencia bastante significativa y ventajosa en el presente trabajo es el costo por kilogramo de las frituras comerciales, que resulta ser diez veces mayor que el costo de las frituras de pescado. Por lo tanto, podrían competir en el mercado en un futuro próximo con el de las frituras comerciales, con un precio similar, pero con mayor valor nutritivo.

## 10. CONCLUSIONES.

1) Se puede obtener harina de pescado TIPO "C" de cualquier variedad de pescado con la condición de que sea fresco y se manipule con las mayores condiciones de higiene durante el proceso. De esta manera, se puede aprovechar en forma parcial la vasta riqueza marina que se desperdicia por no existir estudios de éste tipo. Los procesos que se derivan de estos estudios contribuirán a ayudar que estos "desperdicios" tengan una utilidad que beneficie de alguna manera a la humanidad.

2) Durante la obtención de harina de pescado TIPO "C" se puede obtener de la porción no utilizable otro tipo de harina que puede ser destinada al consumo animal, además de una serie de subproductos que se pueden industrializar. Tal es el caso del líquido prensado, a partir del cual se puede obtener aceite listo para refinar y el condensado o solubles de pescado que se pueden vender como tal o bien en forma concentrada para enriquecer la harina de pescado para consumo ani-

mal.

3) Mediante la técnica húmeda se puede obtener toda clase de harina para consumo humano, partiendo de cualquier especie de pescado graso y teniendo su cuidado en las condiciones de temperatura del proceso para no favorecer de alguna manera el enranciamiento de la grasa, acción que afectaría directamente el sabor final de la harina. A éste tipo de harina se le puede adicionar algún antioxidante que prolonga la vida de anaquel sin afectar el aspecto químico o físico del producto.

4) El valor proteico es mayor en las frituras a las que se les adiciona un 25% de harina de pescado en comparación con las frituras de harina de trigo, por lo que se concluye que la adición de harina de pescado en un porcentaje no mayor al 25% a harinas de cereales puede tener un efecto benéfico sobre el valor nutritivo de los productos que se deriven de estos.

5) La adición de harina de pescado no debe ser mayor al 25% para no afectar las características organolépticas del producto final, sobreentendiéndose, que de acuerdo al producto será el porcentaje de harina de pescado a adicionarse.

## 11. RECOMENDACIONES.

1) Con el objeto de continuar el presente trabajo, es necesario, que se elaboren una serie de pruebas físicas y químicas en las frituras para establecer patrones fijos de calidad en el producto, ya que, en base a estos patrones se puedan obtener en el futuro todo tipo de frituras fortificadas, con una norma de calidad para dichos productos. Se realiza esta recomendación, debido a que, en la actualidad no existe una norma oficial que riga a estos productos, por lo que, las compañías establecen normas internas, que repercuten en diferencias entre los productos de una marca y otra.

2) Usando el proceso base de elaboración de frituras podemos obtener una variedad de productos nutritivos, por lo que, es necesario estudiar que tipo de alimentos se pueden extruir o laminar para obtener productos de alto valor nutritivo y de exquisito sabor que puedan conquistar el mercado.

3) Es necesario estudiar que tipo de antioxidante se puede adicionar a la fritura, con el objeto de prolongar la vida de anaquel del producto.

4) Con el objeto de que, el proyecto de lle-  
ve a cabo, es necesario establecer, en la línea de pro  
ducción, las condiciones prácticas de operar, ya que,  
el estudio se realizó en base a la teoría, y como sabe  
mos las condiciones teóricas al llevarlas a la prácti-  
ca varían de acuerdo a muy diversos factores.

## 12. BIBLIOGRAFIA.

1. Loredó, H.  
Low Cost Products Required for Developing  
Countries.  
Fishing News International.  
1962.
2. Dr. Pedro Arroyo.  
La Situación Nutricional de México.  
México, D.F.  
Fondo de Cultura Económica.  
1970.
3. Antonio Madrid Vicente.  
"Harina de Pescado Para Consumo Humano".  
Revista: "Industria Conservera".  
España.  
Año XL, No. 419, 148. Mayo 1974.
4. Windsor M. L.  
Fish Protein Concentrate.  
Torry Research Station.

Torry Advisory Note 39.

5. M. T. Gillies.

Fish and Shellfish Processing.

Noyes Data Corporation Park Ridge.

New Jersey, London, England.

Food Technology Review No. 22.

1975.

6. Macribe E. Stansby.

Tecnología de la Industria Pesquera.

Traduc: Dr. Jaime Esain Escobar.

Zaragoza, España.

Editorial Acribia.

1968.

7. Windsor M. L.

Fish Meal.

Torry Research Station.

Torry Advisory. Note. 49.

8. Virginia Elva Soto Barrios.

El Uso de la Harina de Pescado en Mezclas



Proteicas.

Tesis Profesional.

Facultad de Química. UNAM.

1972.

9. Contenido de Aminoácidos en los Alimentos y  
Datos Biológicos Sobre Proteínas.

Organización de las Naciones Unidas Para la  
Agricultura y la Alimentación.

Roma.

1970.

10. Protein Requirements.

Nutr. Studies, No. 16.

Food and Agricultural Organization of the  
United Nations.

Rome.

1957.

11. Necesidades de Proteínas.

Informe del Comité de la FAO Para el Estudio  
de las Necesidades en Proteínas.

Organización de las Naciones Unidas Para la

Agricultura y la Alimentación.

Roma.

1955.

12. Necesidades de Proteínas.

Informe de un Grupo Mixto FAO/OMS de Expertos.

Organización Mundial de la Salud.

No, 301 Ginebra, 1966.

✓ 13. "Fortified Salt Snack Topping".

Food Processing.

April 1972, Vol. 33, No. 4, F 14.

Foods of Tomorrow/ Spring 1972.

14. "50 Flavors Developed Snack Seasoning Line

Tailored for Application".

Food Processing.

November 1972. Vol. 33, No. 11.

✓ 15. "Revolutionary Hot Snacks".

Food Processing.

January 1972. Vol. 33, No. 1, F 4-6.

Food of Tomorrow/ Winter 1972.

## 16. M. Gutcho.

Prepared Snack Foods.

Noyes Data Corporation Park Ridge.

New Jersey, London, England.

1973.

## 17. Lachmann, A.

Snacks and Fried Products.

Noyes Data Corporation Park Ridge.

New Jersey, London, England.

1969.

## 18. Samuel A. Matz.

Snack Food Technology.

The AVI Publishing Company, Inc.

Westport, Connecticut.

1976.

## 19. Griswold, R. M.

The Experimental Study of Foods.

Boston, Houghton Mifflin Co.

1970.

20. Larmond Elizabeth.  
Methods for Sensory Evaluation of Food.  
Canada.  
Department of Agriculture.  
1970.
21. Association of Official Agricultural Chemists.  
Official Methods of Analysis of the A.O.A.C.  
12th. Edition, Washington, D.C., 1975.
22. Sinnhuber, R. D. & Yu, T. C.  
"2-Thiobarbituric Acid Method for the Measu--  
rement of Rancidity in Fishery Products".  
II. "The Quantitative Determination of Malo-  
naldehyde".  
Food Technology 11:104.  
1957.
23. Sinhuber, R. C. & Yu, T. C.  
"Characterization of the Red Pigment Formed  
in the 2-Thiobarbituric Acid Determination of  
Oxidative Rancidity".  
Food Research 23:626.

1958.

24. Tarladgis, B. G. Watts, B. M. & Younathan, M.  
"A Distillation Methods for the Quantitative  
Determination of Malonaldehyde in Rancid  
Foods".

J. A. O. C. S. 37:45.

1960.

25. John H. Perry.  
Chemical Engineers' Handbook.  
4a. Edition.  
International Student Edition.  
Mc. Graw Hill Book Company.

26. Dr. Adolfo Ramírez Granados.  
Tecnología Pesquera.  
Editorial Esdima.  
México, D. F.  
1976.

## 13. APENDICE.

- 1) Determinación de rancidez en la harina de pescado por el método del ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). (22).

Sinhuber y Yu (1957), describieron un método para la determinación cuantitativa del malonaldehído con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). Los productos de pescado oxidado reaccionan con el reactivo de TBA, para producir un pigmento que va del rosa fuerte a rojo intenso según el grado de rancidez de los lípidos insaturados, el cual tiene una máxima absorbancia a 535nm. El resultado se expresa como número de TBA o mg de malonaldehído/100g de muestra, que se asocian directamente a unidades Klett, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades Klett} = \text{Densidad Óptica} \times 500$$

- 2) Reactivos.

— Acido tricloroacético: disolver 20g de ácido tricloroacético en 100ml de agua destilada.

\_\_\_ Solución de clorhidrato de piridina: se mezclan 30ml de piridina con 70ml de ácido clorhídrico 6N.

\_\_\_ Acido 2-tiobarbitúrico: 2g de ácido 2-tio<sub>2</sub>barbitúrico se disuelven en 193ml de agua destilada y 6.6ml de hidróxido de sodio 2N, se mezclan calentando a baño María hasta total disolución.

\_\_\_ Buffer de citrato: se disuelven 59g de citrato de sodio dihidratado en 50ml de ácido clorhídrico concentrado y 400ml de agua destilada.

\_\_\_ Preparación del reactivo TBA: se mezclan el ácido 2-tiobarbitúrico con el buffer de citrato en una proporción de 2 : 1, y si es necesario se ajusta el pH a 2.6.

\_\_\_ Reactivo de ácido clorhídrico-ácido triclora<sub>3</sub>acético-piridina: mezclar 650ml de ácido clorhídrico 0.6N con 50ml de ácido triclora<sub>3</sub>acético y 50ml de la solución de clorhidrato de piridina.

\_\_\_ Eter de petróleo.

## 3) Procedimiento.

Se pesan de 0.220 a 0.260g de muestra en un matraz de bola de 250ml con boca esmerilada 24/40, adicionar 4ml de agua destilada, 5ml de clorhidrato de piridina, 10ml de solución de ácido tricloroacético y 6ml del reactivo de TBA. Conectar el matraz a un sistema de reflujo y refluja en baño María 30 minutos, después de este tiempo se adicionan por la parte superior del refrigerante 75ml del reactivo de ácido clorhídrico-ácido tricloroacético-piridina, se agita y se refluja otros 10 minutos. Enfriar a temperatura ambiente y tomar 40ml de la solución que se centrifugan 5 minutos a 1800rpm, se toma una parte alícuota de 15ml que se pasan a un embudo de separación para extraer con 10ml de éter de petróleo, eliminar la fase etérea, centrifugar la fase acuosa, filtrar y leer a 535nm. Realizar un blanco con los reactivos.