

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

2



CONTROL DE CALIDAD EN PEQUEÑAS  
PLANTAS PRODUCTORAS DE HARINA DE PESCADO



CECILIA ROJAS DE GANTE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

1 9 7 7



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.

Tesis 1977

NO. \_\_\_\_\_  
FECHA \_\_\_\_\_  
PROC. \_\_\_\_\_  
# \_\_\_\_\_

348

99



QUÍMICA

PRESIDENTE: Prof. Nínfa Guerrero de Callejas  
VOCAL : Prof. Ruben Berra García-Coss  
SECRETARIO: Prof. Luis Raúl Tovar Gálvez  
1er. SUPLENTE : Prof. Alejandro Garduño Torres  
2o. SUPLENTE: Prof. Fidel Figueroa Martínez

Jurado asignado originalmente según el tema.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Departamento de Alimentos  
División de Estudios Superiores  
Facultad de Química  
U. N. A. M.

Sustentante: Cecilia Rojas de Gante

Asesor del Tema: M. en C. L. Raúl Tovar G.

# I N D I C E

	Página
OBJETIVOS - - - - -	2
INTRODUCCION- - - - -	5
El mercado de la harina de pescado - - - - -	6
Importancia de la harina de pescado en el -	
Sector Agropecuario- - - - -	8
HARINA DE PESCADO- - - - -	11
Elaboración de harina de pescado - - - - -	14 *
Valor nutritivo - - - - -	16
METODOS Y MATERIALES	
Elaboración de harina de pescado en el laboratorio - - - - -	19 *
Proceso llevado a cabo en la planta de harina de pescado - - -	20
Análisis Químicos - - - - -	25
RESULTADOS Y DISCUSION - - - - -	28
CONCLUSIONES - - - - -	35
BIBLIOGRAFIA - - - - -	40

## OBJETIVOS

El pescado se aprovecha directamente para el consumo humano, e indirectamente como proteína animal y productos secundarios tales como - - aceites, grasas y productos medicinales.

En México la industria pequera carece de la tecnología adecuada y el capital necesario para la explotación.

Una de las formas de aprovechar los despojos resultantes de las plantas congeladoras, empacadoras, enlatadoras y almacenadoras, además de la fauna de acompañamiento del camarón, con un bajo costo y utilizando materiales de la región, es producir harina de pescado en todos aquellos lugares donde es imposible obtener especies de alto valor comercial que puedan ser aprovechadas en fresco.

Una inversión inicial mínima y el bajo costo de procesamiento aunados a la accesibilidad de la materia prima (pescados que se encuentran cerca de las costas, ríos y lagunas) permite a las sociedades cooperativas de pescadores llevar a cabo un método rústico de obtención de la harina que les permita obtener ganancias regulares (Sandoval, 1975).

El valor de la harina de pescado como pienso depende en gran parte de su digestibilidad, que variará, igual que diversos componentes de la harina, según el tipo de la materia prima empleada y el método de elaboración.

Las harinas de pescado pueden variar considerablemente en cuanto a proteínas digeribles y energía disponible; las diferencias pueden obedecer a la gran cantidad de grasa y humedad que presentan harinas elaboradas por procedimientos rudimentarios.

Estas diferencias se acentúan, porque no se tienen controles en ninguna de las fases de elaboración ni durante el almacenamiento; la falta de estos controles dan una baja en la calidad de las harinas de pescado.

El propósito de ésta tesis es sugerir un control de calidad en las pequeñas plantas productoras de harina de pescado; principalmente controles químicos, debido a que actualmente no se llevan a cabo en las plantas y el productor no sabe lo que está vendiendo. Fundamentalmente el precio de la harina de pescado es en base a la cantidad de proteínas presentes.

Así pues los objetivos de este trabajo fueron como siguen:

1. Determinar los métodos químicos esenciales más rápidos y eficientes para conocer la calidad nutritiva de harinas de pescado obtenidas por procedimientos rústicos, en los cuales la harina no se obtiene en grandes plantas procesadoras sino con un mínimo equipo, reactivos y mano de obra tomando conciencia de la realidad del país.

2. Observaciones sobre el grado de deterioro que causan la cantidad elevada de grasa presente en este tipo de harinas, especialmente durante un almacenamiento prolongado e inadecuado; esto por medio de diversos análisis químicos de grasas.

3. Sugerir el uso adecuado de antioxidantes y determinar el valor proteico de la harina por pruebas de digestibilidad por pepsina.

Por medio de los controles químicos mencionado que deberán llevarse a cabo en las plantas de harina de pescado, se podrá tener un control mínimo de la calidad en dichas plantas.

Este control de calidad se deberá llevar a cabo durante todo el proceso de elaboración y en el almacenamiento.



## INTRODUCCION

México es un país que cuenta con un litoral de 10,000 kms. 1.5 millones de hectáreas de lagunas costeras y estuarios y cuenta con una franja de 200 millas náuticas de mar patrimonial a partir de Julio de 1976 lo cual es una fuente de riqueza importante, pero no ha sido debidamente explotada.

Según el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero preparado por la Secretaría de Industria y Comercio, en 1973 existen un grupo de veinte plantas de Productos Pesqueros Mexicanos S.A. en todo el país, una flota pesquera nacional, además once estaciones de investigación pesquera y treinta escuelas tecnológicas de pesca para educar y capacitar al pueblo y llevar a cabo dicha explotación.

El 75 % de la pesca registrada en 1971 fué consumida por el hombre y el 25 % restante fué reducida a harina existiendo un aumento progresivo en la producción de harina de pescado.

No toda la pesca es registrada y las cantidades de harina de pescado no reflejan las enormes cantidades de fauna de acompañamiento ó marisque se desperdicia, ya sea por no haber un lugar cercano de procesamiento, o como ocurre en los barcos que duran días en alta mar y que diariamente arrojan al mar toneladas de pescado que no se aprovecha.

## Producción Nacional de Harina de Pescado

Año	Miles de Toneladas
1965 _____	7 104
1967 _____	10 163
1970 _____	19 417
1971 _____	21 509
1972 _____	24 574
1973 _____	25 584
1974 _____	24 511
1975 _____	34 769

Fuente: Anuario Estadístico de Producción Pesquera 1976.

### El Mercado de la Harina de Pescado

La harina de pescado tiene una gran demanda la cual depende de diversos factores:

1. Los métodos alimenticios, expresados por la importancia del consumo de piensos equilibrados con harina de pescado en la producción de huevos y la cría de aves de corral y ganado porcino, consumo que a su vez depende en parte de las prácticas agropecuarias de cada país.
2. El precio corriente de la harina, en relación con los precios de otras proteínas animales, proteínas vegetales, vitaminas y aminoácidos sintéticos que la harina de pescado contiene y que son necesarios en los piensos equilibrados.

3. El cálculo de los precios futuros de la harina de pescado y de las fuentes competitivas de nutrientes.
4. La demanda y los precios de los productos finales, es decir, los huevos, carne de ave y carne de cerdo.
5. La regularidad de la oferta de harina de pescado comparada con la de productos competidores.
6. La calidad y uniformidad de la harina de pescado.
7. El mayor o menor sabor a pescado, ya que si éste se encuentra demasiado perceptible, puede impregnar el cuerpo de los animales alimentados con piensos fabricados con base a esta harina y dar sabor a pescado a la carne del animal alimentado (Moïses Salomón, 1974).

La oferta de harina de pescado no goza de una situación económica independiente; al contrario está sujeta a una gran competencia que posiblemente sea aún mayor en el futuro por parte de otros productos competitivos a ella; dependiendo de los productores de harina de pescado, su aceptabilidad en el mercado y el convenimiento total de los productores de alimentos balanceados de que contarán con un producto de calidad que cubra sus necesidades.

## Importancia de la Harina de Pescado en el Sector Agropecuario

La harina de pescado es materia prima para alimentos balanceados en donde el área porcícola consume un 8 % y el área avícola el 92 %.

Cabe anotar que la cantidad de alimentos necesarios para obtener un kilogramo de cada producto, es como sigue:

1 kg. de huevo = a 2.7 kgs. de alimento

1 kg. de pollo = a 2.5 kgs. de alimento

1 kg. de cerdo en pie = a 3.7 kgs. de alimento

Las materias primas utilizadas por la industria nacional productora de alimentos balanceados se clasifican de la siguiente manera:

1. Fuentes de energía. - Obtenidas de los carbohidratos de cereales como maiz, sorgo, cebada, etc. y de las grasas de origen vegetal o animal.
2. Fuentes de proteínas. - Son de origen animal, como la harina de pescado, las harinas de carne-hueso y sangre, o de origen vegetal como las pastas de soya, de semilla de algodón, de ajonjolí, de girasol, etc.
3. Vitaminas y minerales. - Se utilizan básicamente las de origen sintético.

Clasificación contenido de aminoácidos.

La Asociación Nacional de Productores de Alimentos Balanceados - por el contenido de aminoácidos; clasifica a un alimento balanceado, dependiendo de la proporción en que se encuentra la materia prima en dicho alimento como sigue:

I. Grupo de excelentes

Harina de pescado y pasta de soya al 50 % (la pasta de soya es deficiente en metionina).

II. Grupo de satisfactorios (deficientes en lisina).

Soya al 44 %, semilla de algodón al 43 %, harina de carne al 50 %, - girasol sin cáscara al 46 %.

III. Grupo de pobres (altamente deficientes en lisina)

Cártamo al 22 %, semilla de algodón al 38 %, girasol con cáscara, - coco.

Los productos pesqueros tienen hoy importancia en los piensos, sobre todo como fuentes de proteínas de buena calidad para las aves de corral y el ganado porcino.

La harina de pescado adecuadamente elaborada es una de las fuentes más ricas de proteínas de primera calidad, elemento que a veces ha escasado considerablemente.

Las proteínas de cereales y la mayoría de concentrados proteícos vegetales suelen ser de calidad inferior a los de las harinas de pescado y no satisfacen plenamente las necesidades de aminoácidos de las aves de corral y el ganado porcino.

La harina de soya contiene pocos aminoácidos sulfurados, pero es una buena fuente de lisina y triptófano; muchos productos alimenticios - que contienen proteínas como la harina de cacahuate y la harina de semilla de algodón, son pobres en metionina, lisina y triptófano. Los cereales contienen por lo general un contenido bajo de esos tres aminoácidos; excepción hecha del maíz por lo que se refiere a la metionina (FAO, - - 1975).

El problema de satisfacer las necesidades de aminoácidos de las aves de corral y del ganado porcino no se limita a la formulación de un nivel recomendable de proteínas completas.

Los productos pesqueros proporcionan además importantes cantidades de fósforo, vitamina B<sub>12</sub>, niacina, colina, otros minerales y vitaminas.

La demanda futura de la harina de pescado depende básicamente -- del crecimiento de la industria de alimentos balanceados para consumo animal, y ésta a su vez depende del desarrollo de las actividades avícola y porcícola, y en última instancia, el crecimiento de estas actividades - está determinado por el consumo nacional de estos productos.

## HARINA DE PESCADO

La harina de pescado es la materia residual, que se obtiene del pescado, huesos y desperdicios del mismo por deshidratación.

### Materia Prima.

Según el origen de la materia prima se clasifica de la siguiente manera:

1. Elaborada con los desperdicios de las plantas empacadoras y enlatadoras de productos marinos, los cuales están calculadas en un 40 % de la materia disponible, fundamentalmente porque o no se tiene la capacidad suficiente, o no se utilizan sistemas adecuados que produzcan un aprovechamiento integral de la materia -- prima procesada.

Las causas por las que una empacadora no utiliza parte de la materia prima y la destina a la fabricación de harina, son las siguientes:

- a) Por no presentar el grado de frescura deseable o por mal estado del producto.
- b) Por no contar el pescado con la talla mínima exigida para poder ser empacada.
- c) Los que se consideran subproductos o residuos no útiles para ser empacados como son: cabezas, vísceras, colas, etc.

2. Compuesta por las especies que acompañan la captura del camarón.

Esta variada fauna, normalmente se devuelve al mar después de rescatar el preciado crustáceo. El litoral nacional se caracteriza por estar rodeado de aguas templadas y cálidas, en las cuales las condiciones ecológicas no reúnen las características naturales para la presencia de grandes cardúmenes para reducción de harina de especies marinas, como sucede en los mares de aguas frías (a excepción de la península de Baja California).

Los estudios realizados por el biólogo Fernando J. Rosales (Moises Salomón, 1974), en la estación de biología pesquera de Guaymas -- Son., en nuestras aguas territoriales con relación a la fauna de acompañamiento del camarón, arrojó los siguientes resultados:

La proporción en que se encuentran el camarón entero y fauna de acompañamiento en promedio es de 1 a 8.2; de manera que para obtener 200 kgs. de camarón comercial descabezado, se desperdician de 1,500 a 2,000 kgs. de fauna de acompañamiento.

La fauna complementaria capturada con el camarón comercial es tá representada fundamentalmente por las siguientes phylas:

Coelenterata con 3 familias, representadas por las especies denominadas orejas de perro y abánicos de mar; Arthropoda con 14 familias --



representadas por jaibas, catarinas, cucarachas y zapateras; Mollusca con 20 familias representadas por almejas y caracoles; Echinodermata con 9 familias representadas por erizos, estrellas y galletas; - Chordata con 54 familias representadas por peces, tiburones, rayas y tortugas.

De las anteriores familias que son 218 especies en total; 9 son muy frecuentes, 50 frecuentes y 159 escasas.

De las 9 frecuentes, 7 son crustáceos, 1 molusco y 1 pez.

3. Compuestas por una gran variedad de especies marinas que son capturadas al azar y mezcladas sin controlar su proporción. Se capturan especies que no se venden con facilidad - en las formas tradicionales para consumo humano, a causa de su inaceptabilidad por razones de elaboración, tamaño, - sabor o cualidades de textura que las hacen menos deseables en tal forma, o por la elevada cantidad estacional de las capturas, circunstancia que impide su elaboración por falta de capacidad de producción.

En México la harina de pescado se elabora a partir de las siguientes especies:

Anchoveta	(Anchoa spp) Costa Occidental - de Baja California.
Lacha	(Brevortia quinteri) Norte del -- Golfo de México.
Jurel	(Caranx hippos) Golfo de México y Sur del Pacífico.
Sardina escamuda	(Harengula pensacolatae) Sureste-México.
Crustáceos	(Pleuruncodes planipes y Munis spp) Costa Occ. de B.C.

## Elaboración de Harina de Pescado

Los procedimientos de reducción del pescado dependen de:

- a) Porcentaje de aceite que contiene el pescado que se usa como materia prima.
- b) Volumen de la materia prima
- c) Características de la materia prima
- d) Calidad del aceite y harinas obtenidos

A nivel industrial existen dos métodos para obtener harina de pescado: el proceso en húmedo y el proceso en seco.

El método de reducción en húmedo comprende 3 etapas:

Cocimiento, prensado y desecado.

El pescado es cocido con vapor saturado bajo presión después es - - - prensado para separar la mayor parte del aceite y una parte del agua; y finalmente el pescado prensado es secado para eliminar el agua residual. - El equipo empleado consiste de un trozador, un cocedor, una prensa, un desintegrador de la torta húmeda que se obtiene al prensar, un secador y un molino para la harina seca.

El proceso en seco es el siguiente:

El pescado se introduce por medio de un tubo al interior de un tanque enchaquetado o cocedor-secador. Se admite vapor a presión a la chaqueta y el calor transmitido a través de la pared primero cuece y enseguida seca el pescado.

El equipo que se necesita incluye un trozador; un cocedor-secador -- con un agitador mecánico para agitar la masa y un molino para el producto seco.

El cocedor-secador puede ser operado a presión atmosférica o bajo vacío parcial a fin de facilitar la eliminación de la humedad.

El método seco es el más comunmente empleado por el bajo costo de operación e instalación. Con él se elabora harina con un contenido proteico de aproximadamente 60 % .

El valor nutritivo de la harina de pescado se ve afectado por innumerables factores.

El calor, durante el proceso de elaboración afecta la calidad proteica. El calor seco afecta más que el calor húmedo; no solamente la temperatura, sino también el tiempo de exposición al calor. Asimismo se afectan por el almacenamiento prolongado, sobre todo, las harinas que contienen grasa.

Los procesos térmicos a los que se somete el pescado para la obtención de la harina son en ocasiones, excesivos y dan una notable disminución del valor nutritivo de la harina resultante; las harinas nacionales son extremadamente variables en composición proximal y en su contenido de aminoácidos (Beltrán, 1974).

La disponibilidad de la lisina se ve afectada por el procesamiento y el almacenamiento de la harina de pescado (March et al., 1966).

En lo que respecta a análisis químicos, a mayor temperatura durante el cocimiento de harina de pescado se encontró menor digestibilidad por pepsina.

Una harina quemada tiene muy baja digestibilidad por pepsina y un alto contenido de fibra cruda (March et al, 1963).

### Valor Nutritivo

Para conocer la calidad de la proteína de la harina de pescado se ha recurrido siempre a ensayos biológicos, pero no obstante, de ser estas pruebas más confiables, también son muy tardadas, por lo que se ha intentado sustituirlas por análisis químicos que han ido perfeccionándose cada día. Por ésto, se está buscando una relación entre los dos tipos de pruebas, para conocer que tan representativas pueden ser las químicas.

Según varios autores, datos como: digestibilidad de proteínas, solubilidad de nitrógeno, disponibilidad de algunos aminoácidos, etc. dan información referente a la calidad de proteína presentes en diversas proteínas.

Como técnicas in vitro para determinar la digestibilidad de la proteína, se ha visto que:

- a) Al aumentar la concentración de pepsina, aumenta el coeficiente de digestibilidad.
- b) Cuanto mayor es el coeficiente, menor es el efecto de la concentración de pepsina o su actividad enzimática (Lovern et al., 1964).

Las harinas de baja calidad (deterioradas por el calor), son digeridas más lentamente por la pepsina que las de buena calidad (Jacobus et al., 1975).

La prueba de la digestibilidad de pepsina no se asemeja a la digestibilidad en un animal y a menudo los resultados acusan muy poca correlación con la calidad nutritiva. Sin embargo indica, que si es baja la digestibilidad de pepsina, es bajo el valor nutritivo.

Esta poca correlación, tal vez se deba a que en los animales intervienen factores que no se toman en cuenta en los análisis químicos.

En un experimento, usando harinas de arenque de las costas del --- Atlántico, se les determinó la digestibilidad de su proteína con dos diferentes concentraciones de pepsina, obteniéndose: pepsina al 0.2 % dió 94.52% de digestibilidad, y pepsina al 0.002 % detectó 90.6 % de digestibilidad - - (Lovern et al., 1964).

Usando cerdos (Kifer et al., 1969) obtuvo la digestibilidad de proteína cruda de una harina de pescado, siendo ésta de 54 a 65 %.

Comparando la proteína de harina de pescado con caseína y albumina de huevo, se ve que la digestibilidad aparente de la harina se comporta - - igual a la de la caseína y a la albúmina de huevo. El PER es igual para la harina y la caseína y un 20 % inferior que la albúmina de huevo.

Y el valor biológico fué un 10 % menor en harinas de pescado que el de albúmina de huevo y 10 % mayor que el de la caseína. La proteína digestible - - de la harina de pescado fué de 90 a 93 % (Safaa et al., 1974).

En términos generales, puede considerarse a la harina de pescado como limitante en aminoácidos azufrados (Janjaard et al., 1974). El aminoácido limitante es la metionina, particularmente en las harinas más pobres.

La cuantificación de la lisina total y de treonina total guardan una estrecha relación con el valor nutritivo de las harinas de pescado - - - - (Beltrán, 1974).

La lisina se ve afectada en su disponibilidad por el procesamiento, el almacenamiento y principalmente por el calor. La diferencia entre -- los métodos químicos y los biológicos para evaluar la disponibilidad de -- los aminoácidos es a veces notables; y es porque en los animales inter-- vienen factores no proteicos, que reducen el crecimiento que no se toman en cuenta en los análisis químicos. Sin embargo, a la fecha no se ha encontrado mejor evaluador de un alimento, que el crecimiento de los propios animales.

## METODOS Y MATERIALES

Este trabajo consistió de una etapa de obtención de la harina y -- otra etapa de análisis químicos, basados en las características de la -- harina obtenida.

### Elaboración de Harina de Pescado en el Laboratorio

#### Técnica:

El pescado usado para elaborar la harina en el laboratorio fué -- bagre (*Arius seemani*) ó bandera obtenido en el mercado de la Viga. -- Este pescado es de tercera calidad, el cual no se consume comercial-- mente con mucha frecuencia.

La harina se preparó a partir de 3 kg. de bagre a través del si--- guiente procedimiento:

1. El pescado fresco entero con vísceras, huesos, cabeza, cola -- se corta en pedazos pequeños. Para hacer más finos los peda-- zos se muelen en licuadora para facilitar así la cocción.
2. Se pone en recipientes de aluminio y se efectúa la cocción a ba-- ño maria durante 4 hr. a una temperatura de 80° C. Durante-- este cocimiento se tuvo una agitación constante de la masa pa-- ra evitar que se pegara a las paredes del recipiente. La torta-- de cocido al final del cocimiento toma una coloración café obs-- cura.
3. La torta cocida se extiende en charolas recubiertas de papel --

aluminio y se pone a secar en una estufa (Mod: 714, 110 volts) con vacío a 70°C durante 16 horas; se obtiene el producto ya se co el cual se muele en un molino de mano varias veces, obte-- niendose una harina fina.

Una vez obtenida la harina que fueron 700 g en total (la conversión de pescado en harina fué de 24.15 %), se dividió en tres porciones como sigue:

1. Muestra en bolsa de polietileno que permaneció abierta.
2. Muestra a la cual se le incorporó antioxidante el cual fué BHT - (Butilhidroxitolueno) al 0.1 % en solución alcoholica, el cual se asperjó sobre la harina y se secó en la estufa a 45 °C durante -- 40 minutos. Esta muestra tambien permaneció abierta.
3. Muestra en bolsa de polietileno que permaneció cerrada.

Proceso Llevado a Cabo en la Planta de Harina de Pescado de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad -- Autónoma de Nayarit:

La harina se elabora de la fauna de acompañamiento del camarón, - que es comprada o adquirida en los barcos camaroneros a \$ 0.20 kg. ó - tambien de la siguiente manera: los dueños de los barcos pagan \$ 300.00 porque se lleven la carga o desperdicio de los barcos en lugar de retor-- narla al mar; de los cuales \$ 200.00 se les da a los lancheros o pescadores para transportarla desde los barcos a la harinera y los \$ 100.00 res-



tantes son para la escuela.

Una vez que se tiene la materia prima se introduce a un cocedor se cador, el cual es un tanque enchaquetado que tiene en el centro un serpentín con aspas.

Se le introduce vapor lentamente (que produce una caldera) hasta -- llegar a una presión de  $7 \text{ kg./cm}^2$ , la cual permanece constante durante todo el proceso.

La temperatura dentro del cocedor es de  $60^\circ\text{C}$ . El proceso dura -- aproximadamente de 6 a 6.5 hrs, después de lo cual se saca la harina y se tiende para que enfrie, cuando la temperatura ha disminuido se muele en un molino de granos adaptado, se tamiza, se encostala en bolsas de pa pel Krafft triple de 40 kg.

La conversión de pescado en harina por este procedimiento es de -- 25 %; en esta planta se trabajan 3 turnos en los cuales se procesan 2 tone ladas de pescado por turno.

La harina se vende a \$ 4,500.00/tonelada. Cabe señalar que en el mercado el precio de la harina de pescado varia entre \$ 7,500.00 - - - - 8,000.00 Ton.

De esta planta se trabajaron dos muestras una de ellas fué tratada - con antioxidante el cual fué incorporado durante el cocimiento. Tambien se usó BHT al 0.1 %.

Primero se coce la materia prima durante 2 hr, después de este - -

tiempo se introduce el antioxidante tal cual por la parte alta del cocedor - por donde sale el agua evaporada y se continua el proceso de cocido-secado por otras 4 hr.

Se observó que en esta planta no existe ningún control en la materia prima en cuanto a su estado o composición, no se tiene una fosa o lugar - especial donde descargarla, sino que la ponen en el suelo mientras llega - su turno para procesarla. Por la localización de la planta cercana a la -- playa, el calor y humedad son elevados lo que ocasiona un rápido deterioro de la materia prima.

Tampoco cuentan con un control químico de la harina, no se realizan en la planta ningún control en cuanto a humedad, grasa, proteína y ceniza. Además de desconocer estos análisis, cuando la harina se descarga del -- cocedor, se tiende en el piso para que enfrie. Durante este tiempo se pueden contaminar, a la vez que la humedad puede elevarse debido a que como se sabe las harinas son altamente hidrosκόpicas. Cuando se almacenan - en bolsas, éstas no se cierran y si el almacenamiento es prolongado, por estas condiciones de humedad y calor van a ocurrir reacciones químicas - entre lípidos y proteínas que van a bajar su calidad nutritiva durante este tiempo. \l

Vale la pena mencionar las contaminaciones microbiológicas debido a los procesos señalados.

De las cinco muestras tomadas puede observarse que se utilizaron - dos métodos para incorporación del antioxidante: durante el cocimiento - -

(planta) y asperjandolo sobre la harina (laboratorio) para determinar cual de los dos es más efectivo.

El total de muestras de harina de pescado se clasificaron de la siguiente manera:

1. Muestra en bolsa de polietileno que permaneció abierta.
2. Muestra con BHT al 0.1 % asperjado sobre la harina; permaneció abierta.
3. Muestra en bolsa de polietileno que permaneció cerrada.
4. Muestra de la planta que permaneció abierta.
5. Muestra con BHT al 0.1 % incorporado durante el cocimiento, permaneció abierta.

Se usó un antioxidante debido a que los lípidos presentes en las harinas de pescado son responsables de la oxidación debido a que contienen una alta proporción de ácidos grasos insaturados principalmente  $C_{20}$  con 5 dobles enlaces y  $C_{22}$  con 6 dobles enlaces pertenecientes a la familia omega-3 de ácidos grasos (20:5w3 y 22:6w3), y también porque las harinas presentan una gran superficie de contacto.

Si éstas harinas no se protegen de la oxidación baja su calidad nutritiva y la digestibilidad durante el almacenamiento.

Como se sabe casi todas las grasas y los aceites grasos, de cualquier clase y procedencia, tienen una estabilidad limitada. Durante su almacenaje se hallan sujetos a diversas influencias, que pueden acarrear profundas alteraciones.

Aparte los efectos biológicos producidos por enzimas y microorganismos, la acción química del oxígeno, apoyada por la luz, el calor e iones de metales pesados, es causa de síntomas de descomposición que habitualmente se conocen por rancidez.

El antioxidante usado para estabilizar el contenido graso en las harinas fué BHT (Butilhidroxitolueno) que se aplica en medicamentos, aceites esenciales y en alimentos. Casi no tiene olor y prácticamente es insípido a la concentración empleada, que en caso de complementos alimenticios las cantidades a añadir son de 0.025 a 0.1 %.

Es un antioxidante sintético que es inocuo y en cuanto a residuos se ha comprobado que no deja residuos a corto plazo: además de ser uno de los más económicos en cuanto a la proporción usada.

Con el objeto de determinar si el antioxidante sugerido no sufría de gradaciones térmicas se observó la estabilidad térmica del BHT en un analizador termogravimétrico DuPont 951 con una velocidad de calentamiento de 5°C/min en aire.

En la Figura 1 se muestra que a una temperatura de 80°C no ha sufrido cambios (Temperatura de cocimiento de la harina de pescado = 80°C). lo cual nos muestra la estabilidad del antioxidante, a las condiciones de fabricación de la harina de pescado.

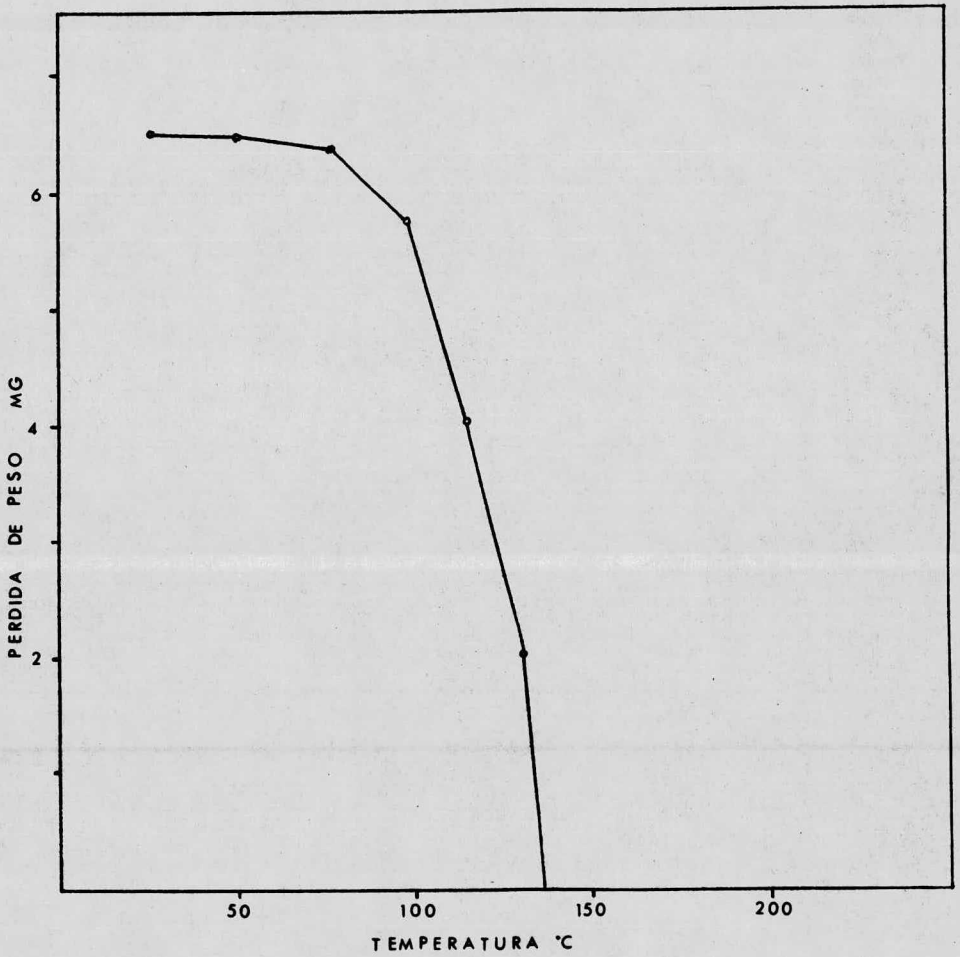


FIG.1 ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO DE BHT

## Análisis Químicos

Se realizó la determinación proximal de las harinas obtenidas con la finalidad de conocer su contenido de proteína cruda, extracto étereo, humedad y cenizas para establecer un estudio comparativo entre dichas muestras. Estos se realizaron de acuerdo con las técnicas de la A.O.A.C. de 1965.

Una vez que se tienen las harinas ordenadas y divididas como se mencionó anteriormente y realizándose los análisis proximales por triplicado, se introdujeron las cinco muestras de harina de pescado a un horno Thelco al vacío (Mod: # 19, serie 24-AB-0.120 volts) para almacenarlas a una temperatura de  $45^{\circ}\text{C}+1$  durante un período de 40 días para acelerar el proceso de deterioro que ocurre durante el almacenamiento y observar los cambios ocurridos.

Durante este período de tiempo se determinó el enranciamiento producido en las muestras de harina por el método del ácido 2-Tiobarbiturico (TBA) (Yu, T.C. et al. 1957).

Al final del almacenamiento de las harinas, éstas se sacaron del horno y se realizaron determinaciones del contenido total de grasa por el método de extracciones sucesivas de acuerdo con el diagrama de extracciones mostrando en la figura 2 (Toyama et al., 1972).

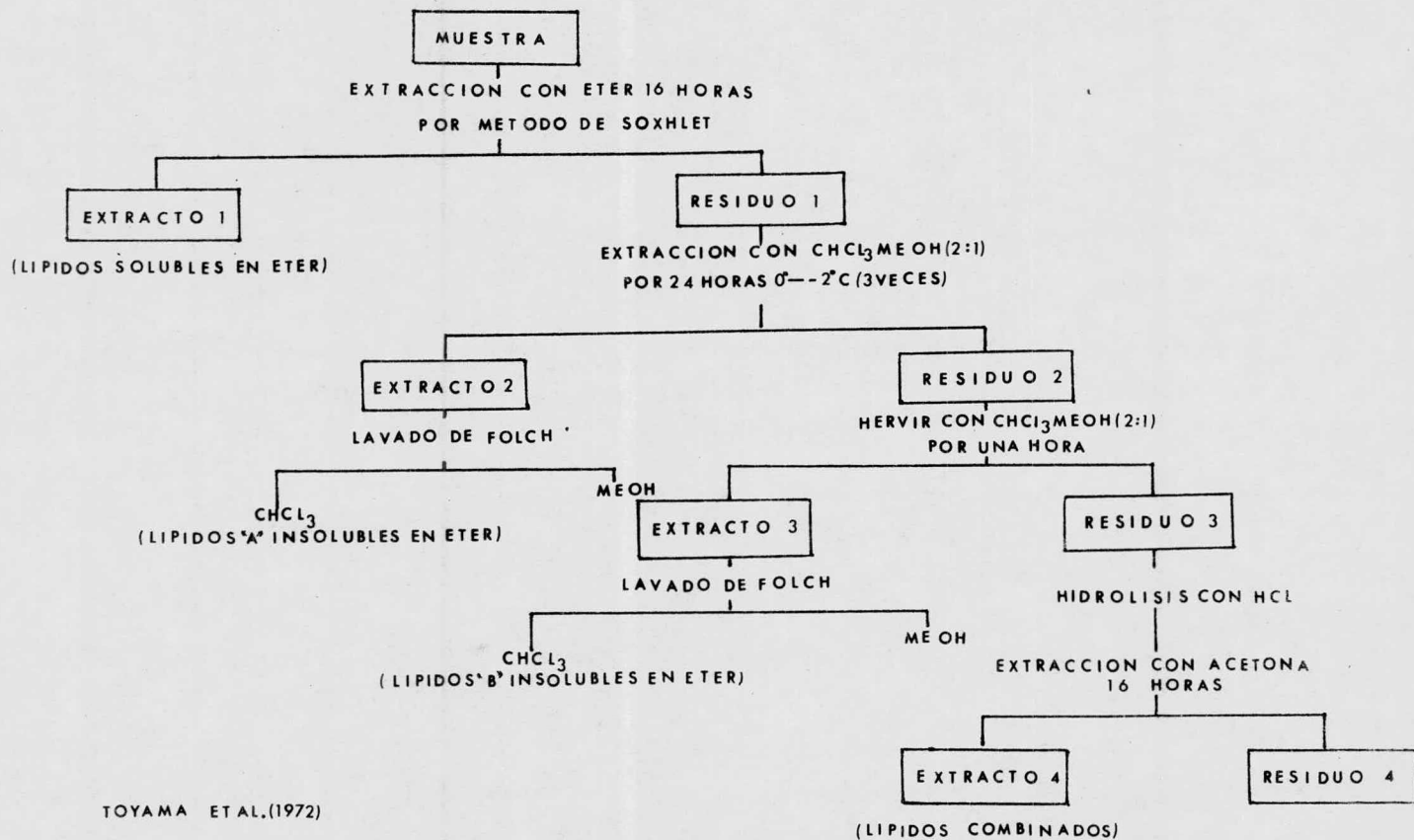


FIG-2 DIAGRAMA DE EXTRACCION DE FRACCIONES DE LIPIDOS EN MUESTRA DE HARINA DE PESCADO.

En este método se extrajo primero con un soxhlet la fracción éterea, seguida de una extracción cloroformo-metanol (2:1 v/v), y por último una extracción ácido clorhídrico - acetona.

Para separar los lípidos insolubles de las fracciones cloroformo-metanol se efectuaron lavados de Folch (Folch et al., 1957).

Se siguió este procedimiento de extracciones sucesivas debido a que la extracción con éter no es un método efectivo para determinar la cantidad total de grasa presente en la harina; además con una simple extracción con éter no se determina la calidad de la muestra sobre todo en el deterioro -- oxidativo. Es decir que los fosfolípidos, fracciones oxidadas o polimerizadas no son extraídas eficientemente con éter.

Se determinó la cantidad de grasa presente en los extractos étereos, - así como los extractos insolubles en éter.

La calidad de los extractos se determinó por el valor de acidez y valor de iodo. El valor de acidez se determinó según la A.O.A.C. (1965) y el valor de iodo por el método de Wijs (A.O.C.S. 1966).



Por último se estimó la digestibilidad de la proteína de harina de pescado por el método de digestibilidad con pepsina (según el Manual de Prácticas de Laboratorio de Nutrición) durante el almacenamiento y al final de este.

## RESULTADOS Y DISCUSION

1.- En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los análisis proximales realizados a las harinas de pescado.

Las muestras 1, 2 y 3 presentan los mismos valores debido a que proceden de una misma harina (elaborada en el laboratorio) y las muestras 4 y 5 proceden de la planta de harina de pescado de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Como puede observarse en el cuadro las muestras presentan una alta proporción de grasa y humedad, lo que puede ocasionar que durante el almacenamiento se presenten rápidamente reacciones de autooxidación.

En las harinas de pescado se permite como máximo un 10 % de humedad; si esta cantidad es mayor va a ocasionar contaminación microbiana durante el almacenamiento, aparte aunada a la cantidad elevada de grasa las reacciones de autooxidación se van a acelerar.

Los lípidos presentes en las harinas de pescado son responsables de la oxidación, debido a que contienen una elevada proporción de ácidos grasos insaturados.

La cantidad de grasa permitida en una harina de pescado es del 10-12% como máximo; una cantidad mayor de grasa en éstas produce polimerización; las reacciones de polimerización son exotérmicas y por lo tanto existe peligro de incendio de las harinas almacenadas.

MUESTRA	PROTEINA CRUDA %	GRASA CRUDA %	HUMEDAD %	CENIZAS %
1	51.68	19.36	8.6	16.1
2	"	"	"	"
3	"	"	"	"
4	52.50	15.5	19.82	11.8
5	55.124	11.977	10.267	16.92

CUADRO 1. COMPOSICION GENERAL DE LAS MUESTRAS DE HARINA DE PESCADO. CONTROL ABIERTO (1), CONTROL CON 0.1 % DE BHT - ASPERJADO (2), CONTROL CERRADO (3), CONTROL ABIERTO SIN ANTIOXIDANTE (4), CONTROL ABIERTO CON 0.1 % DE BHT INCORPORADO DURANTE EL COCINAMIENTO (5). LAS MUESTRAS (4) y (5) FUERON TRAJIDAS DE LA PLANTA DE HARINA DE PESCADO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA PESQUERA DE SAN BLAS, NAYARIT.

2.- El enrancimiento producido durante el almacenamiento midiendo valor de TBA se presenta en las Figuras 3, 4 y 5.

En la Figura 3 se observa el enrancimiento que presentan las muestras 1, 2 y 3 que fueron elaboradas en el laboratorio.

La muestra 1 presenta el valor más alto de TBA a los 15 días de almacenamiento debido a que no se protegió de la oxidación. Este fué el control abierto sin antioxidante, además de que contiene una elevada cantidad de grasa y presenta por lo mismo mayor rancidez en el menor tiempo de almacenamiento.

La muestra 2 que tiene incorporado BHT al 0.1 %, presenta un enrancimiento ligeramente más bajo que la muestra 1 debido a que se protegió con el antioxidante; el cual se incorporó asperjandolo sobre la harina y tal vez la absorción de éste no fué tan efectiva como se esperaba.

En la muestra 3 se retarda ligeramente la presencia de rancidez, debido a que se protegió de la acción del oxígeno almacenandola en bolsa de polietileno la cual permaneció cerrada.

En la Figura 3 se observó la necesidad de proteger a la harina de escape de la acción del oxígeno por medio de la incorporación de antioxidantes. También la importancia de almacenarla en recipientes adecuados, nuevos e impermeables que garanticen la sanidad y no alteración del producto, además de permanecer el envase cerrado y almacenado en lugares adecuados de manera que no propicien enrancimiento además de contaminación e incremento de humedad en la harina.

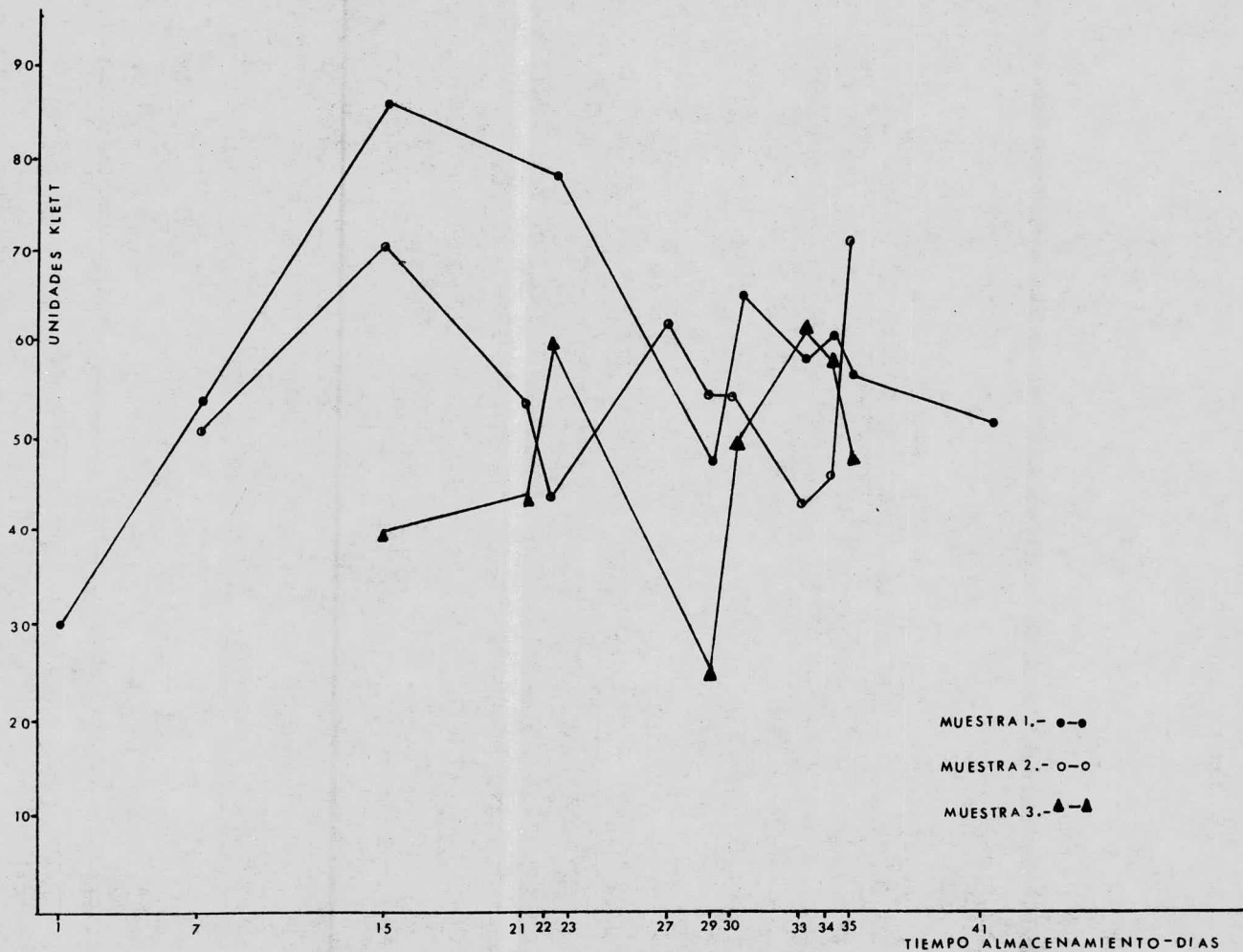


FIG.3 VALOR DE TBA

En la Figura 4 se presentan las muestras 4 y 5 que proceden de la planta de harina de pescado.

La muestra 4 que también permaneció abierta sin antioxidante, es más estable al enranciamiento que la muestra 1 mostrada en la Figura 3 debido a que la cantidad de grasa es menor en la muestra 4 y tal vez por esta razón da valores ligeramente menores de TBA durante el almacenamiento.

La muestra 5 presenta poca rancidez, los valores se elevan muy poco, lo que indica que se mantienen constantes durante los 41 días de almacenamiento. En esta muestra se incorporó el antioxidante durante el cocimiento y se observó que su acción fue efectiva en la harina, protegiéndola de las reacciones de rancidez a diferencia de la que no tiene antioxidante.

En la Figura 5 se presentan los valores de TBA de las muestras 1, 2 y 5. La muestra 1 es el control abierto sin antioxidante y la muestra 2 y 5 tienen BHT al 0.1 %, pero incorporado de diferente manera.

Como se observa en la Figura 5 la incorporación del antioxidante fue más efectiva en la muestra 5 (durante el cocimiento) pues presenta menor rancidez que la muestra 2 en la cual el antioxidante fue asperjado sobre la harina y tal vez la absorción de éste no fue efectiva.

Se observa que las reacciones oxidativas en harinas de pescado pueden ser retardadas por la adición de antioxidantes. Pero no solamente se

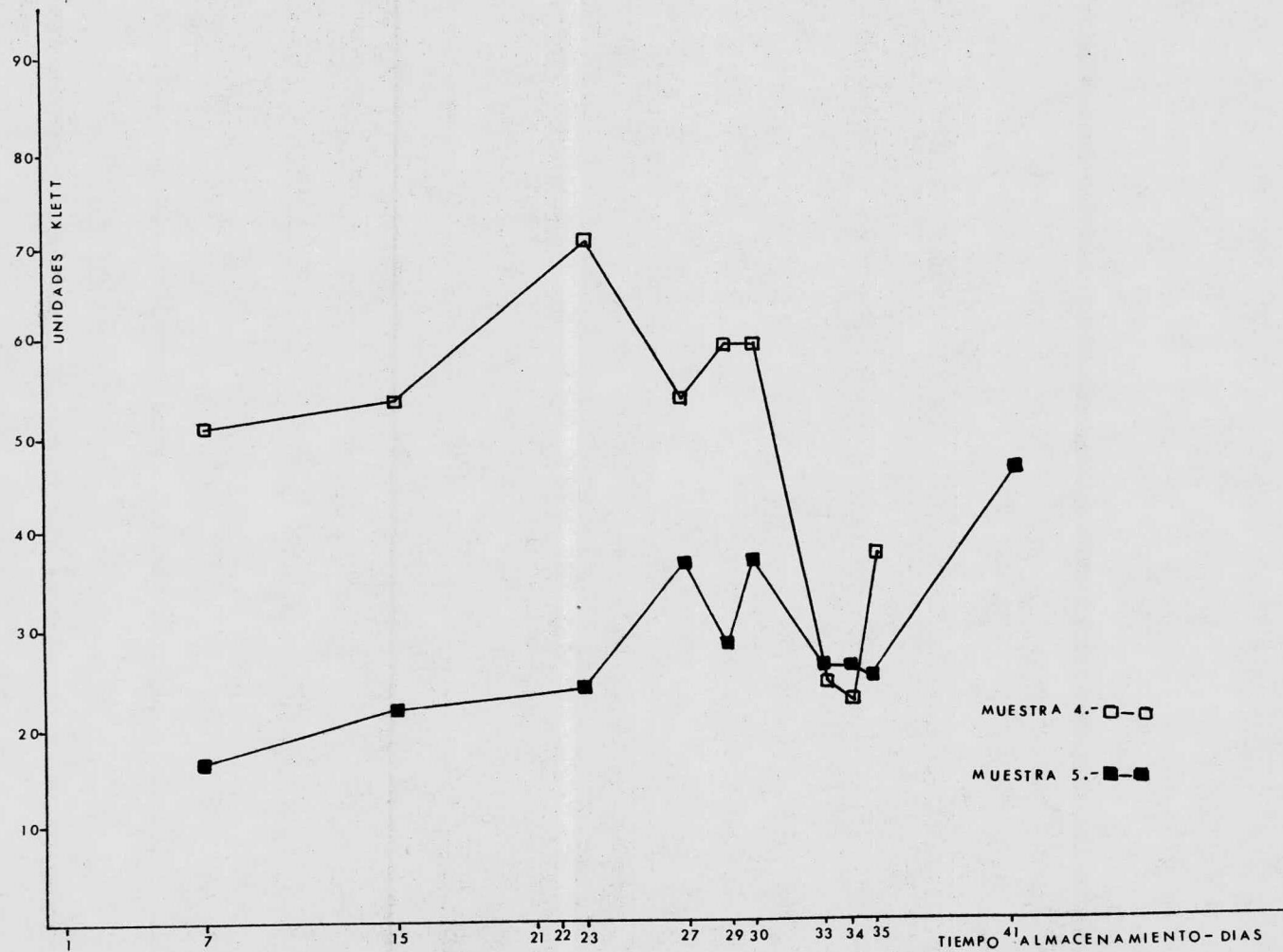


FIG. 4 VALOR DE TBA

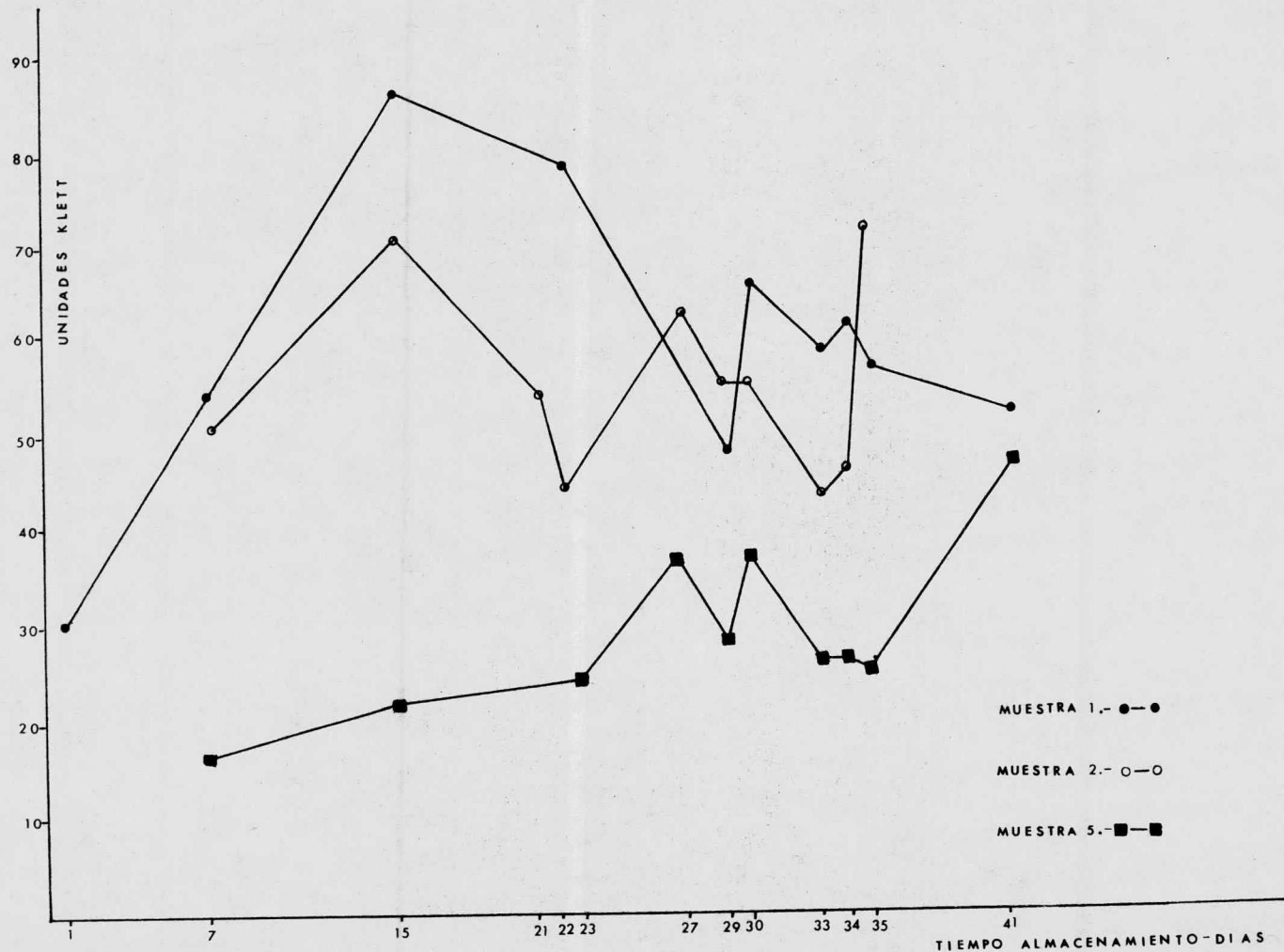


FIG.5 VALOR DE TBA



debe considerar la adición del antioxidante como tal sino tomar en cuenta que deberá estar bien homogeneizado en la harina (método de incorporación más eficiente) y en cantidad tal que garantice la estabilidad de la harina durante el almacenamiento.

3-Se realizaron extracciones sucesivas de grasa siguiendo el diagrama - presentado en la Figura 2.

Como ya se mencionó anteriormente, se realizaron éstas extracciones debido a que la extracción con éter no es un método efectivo para determinar la cantidad de grasa presente en la harina de pescado y conocer el grado de deterioro que causan la cantidad y tipo de grasas presentes - en las harinas de pescado, pero no que se realice en una planta, pues es un método difícil y largo para llevarse a cabo.

Además con la extracción éterea no se determina la calidad de la - muestra sobre todo en el deterioro oxidativo.

Teniendo los extractos separados, la cantidad de grasa fué estimada en cada uno de ellos, tanto los solubles como los insolubles en éter y se - presentan en el Cuadro 2.

En el cuadro se observa cual es la cantidad total de grasa presente - en la harina y que el extracto étereo solo representa un 70 % del total de - la grasa.

El otro 30 % de la grasa total no extraíble en éter está unido tal vez a proteínas o estan polimerizadas.

MUESTRA NO.	LIPIDOS SOLUBLES EN ETHER %	LIPIDOS 'A' IN SOLUBLES EN ETHER %	LIPIDOS 'B' IN SOLUBLES EN ETHER %	LIPIDOS COMBINADOS	GRASA TOTAL %
1	18.547	1.980	0.904	1.723	23.15
2	17.185	1.304	1.042	0.339	19.928
3	18.239	0.488	1.701	1.036	21.464
4	15.5	1.950	1.936	0.900	20.286
5	8.108	2.801	3.44	0.544	14.893

CUADRO 2. CANTIDAD DE LIPIDOS EXTRAIDOS DE HARINA DE PESCADO

Esta información se considera que es muy relevante, pues generalmente se considera que el extracto crudo es arriba del 90 % de la grasa total. En un alimento como la harina de pescado donde se han realizado degradaciones oxidativas, el porcentaje de grasa no extraíble irá en aumento con respecto al tiempo; implica así mismo que el valor nutricional de la harina decrecerá.

4.- A los extractos obtenidos de las extracciones sucesivas de grasa se les determinó valor de acidez y valor de iodo, los cuales se indican en el Cuadro 3.

Primeramente se puede observar que el valor de iodo es más elevado en las fracciones solubles que en las insolubles. Indicando por otro lado que el valor de acidez es ligeramente mayor en las fracciones insolubles, lo que indica una alta proporción de ácidos grasos libres.

Esto es que la fracción insoluble en éter probablemente es la que se enlazó con grupos amino de la proteína del pescado, haciéndose insoluble.

MUESTRA		VALOR DE ACIDEZ	VALOR DE IODO
1	S	14.872	88
	I	15.6	50.09
2	S	13.74	191.70
	I	15.014	80.77
3	S	26.06	138.04
	I	27.12	77.040
4	S	16.45	79.03
	I	17.6	26.23
5	S	12.51	190.57
	I	14.01	84.92

CUADRO 3. PROPIEDADES QUIMICAS DE LOS LIPIDOS-SOLUBLES (S), INSOLUBLES (I), EN ETER OBTENIDOS DE LA HARINA DE PESCADO.

Hay una relación entre los cambios químicos ocurridos en el almacenamiento y el valor nutricional de las harinas. Debido a que en el almacenamiento los lípidos se están oxidando, van a ocurrir reacciones de formación de complejos lípidos - proteínas. Estas reacciones son tal vez -- las responsables de la baja en la determinación del valor de las proteínas en las harinas durante el almacenamiento inadecuado y prolongado.

5.- En el Cuadro 4 se presentan los resultados del análisis de digestibilidad durante el almacenamiento.

Se observa que durante el almacenamiento existe una disminución en la digestibilidad de la proteína.

El valor de la harina de pescado como pienso depende en gran parte de su digestibilidad que variará igual que diversos componentes de la harina según: el tipo de materia prima usada; al nivel y tipo del contenido graso de la harina; el empleo de un excesivo tratamiento térmico en la elaboración; el almacenamiento prolongado especialmente sin agregarles antioxidantes. Estos factores son los responsables de que varíen las proteínas digeribles y la energía disponible.

MUESTRA	% Digestibilidad 0 Días	% Digestibilidad 15 Días	% Digestibilidad 41 Días
1	96.1	93.2	86.2
2	91.9	88.4	83.6
3	90.7	89.82	86.7
4	93.6	91.33	89.1
5	90.4	88.16	86.2

CUADRO 4.-DIGESTIBILIDAD CON PEPSINA DE LA PROTEINA EN -  
HARINA DE PESCADO DURANTE EL ALMACENAMIEN  
TO.

Existe coincidencia entre los resultados de este trabajo con los realizados por Safaa y March (1974) en los cuales se observó lo siguiente:

- a) Que el tratamiento con antioxidante estabilizó a los lípidos de los cambios oxidativos.
- b) Que durante el almacenamiento la cantidad de grasa extraída -- baja considerablemente; la extracción con éter disminuye en -- un cierto tiempo (la cantidad de grasa es más baja que la inicial) debido a que hay reacciones con las proteínas.
- c) El valor de iodo y la formación de peróxidos y malonaldehído -- bajan durante el almacenamiento, también existe una disminución en lisina disponible y digestibilidad con pepsina.

Todos estos resultados nos indican la importancia y necesidad de llevar a cabo un control de calidad en plantas de harina de pescado.

## CONCLUSIONES

A través de éste trabajo se ha observado la necesidad de tener un control de calidad en plantas pesqueras rurales por dos motivos principales:

1. Controlar la calidad del producto durante todo su procesamiento.
2. Exigir mejor costo de venta de la harina de pescado.

Para lograr lo anterior se recomiendan los siguientes controles:

- a) Un análisis proximal de las harinas de pescado.
- b) Periodicamente determinación de valor de TBA.
- c) Extracciones sucesivas de la grasa en las harinas.
- d) Análisis químicos de los extractos de las grasas.
- e) Determinación de digestibilidad de proteína por pepsina.
- f) Incorporar eficientemente un antioxidante autorizado.
- g) Un envase adecuado que garantice no alteración del producto.
- h) Un almacenamiento adecuado.

Debido a las condiciones actuales, desgraciadamente no se pueden exigir todos éstos, sugiriendo como mínimos:

1. Nitrógeno total determinado por el método de Kjeldhal y calculando -- proteína como  $N \times 6.25$ .
2. Determinación de grasa cruda.
3. Determinación de humedad (deshidratación a 100-110°C durante 3 horas) y cenizas (por calentamiento a 550°C).



#### 4. Determinación de digestibilidad de proteína con pepsina.

Además los controles en las plantas de harina de pescado durante todo el procesamiento y almacenamiento del producto como son: incorporar adecuadamente un antioxidante, envasar en recipientes adecuados, evitar un almacenamiento prolongado, mantener un bajo nivel de humedad y prevención de contaminación con Salmonella.

Otra alternativa y como parte medular de este trabajo se sugiere implementar laboratorios móviles, que cuenten con los aparatos necesarios para llevar a cabo análisis que controlen la calidad de las harinas de pescado producidas en determinadas zonas del país.

Es importante mencionar que el Plan Nacional de Pesca (Excel--sior, agosto '77) contempla una captura de 2.5 millones de toneladas para el año de 1980; obviamente un porcentaje considerable de esta captura se reducirá en harina de pescado y evidentemente estas pequeñas --plantas inicialmente estarán imposibilitadas para contar con laboratorios de control de calidad y mucho menos con equipo ni personal capacitado para hacer investigación.

La proposición concreta en este trabajo es la implementación de laboratorios móviles que consistirían de dos personas formadas en -- Química y Bioquímica de Alimentos; con un equipo que más o menos -- desglosado sería como sigue:

(1) Espectrofotómetro UV-visible pequeño	( 70,000)
(1) Aparato de destilación microkjeldahl	( 15,000)
(1) Equipo Soxhlet para extracción de grasa	( 2,000)
(1) Equipo para fibra cruda	( 12,000)
(1) Estufa 0-200°C	( 6,000)
(1) Mufla	( 8,000)
(1) Refrigerador pequeño	( 10,000)
Equipo de vidrio	( 30,000)
Disolventes	( 20,000)
(1) Camioneta	( 200,000)

Este equipo costaría aproximadamente \$ 500,000.00 actuales - con una variación de  $\pm$  15 %.

Las funciones de estos dos químicos serían como siguen:

Durante 3 semanas de cada mes visitar diferentes plantas rurales y de mediana capacidad procesadoras de productos pesqueros; en estas - visitas su principal función sería resolver problemas, que redundasen -- directamente en un incremento en la producción de un producto de cali-- dad.

En la otra semana regresarían a un laboratorio central o estación experimental ya existentes donde contarían con asesores de alto nivel - que cooperarían con ellos y plantearían diseños de experimentos tendientes a la innovación tecnológica.

La función de los asesores consistiría en:

- a) Estar actualizado en lo referente a bibliografía, tanto en textos como en publicaciones periódicas.
- b) Contar con un laboratorio más o menos equipado, donde se cuente con todos los servicios v. gr., agua, luz, gas y vacío, con el objeto de efectuar investigación tanto básica como aplicada - en el aprovechamiento de los recursos marinos existentes en su zona.
- c) Dar entrenamiento a los químicos de los laboratorios móviles y a ingenieros u operarios de las plantas visitadas.
- d) Acompañar periódicamente a los químicos del laboratorio móvil.

El planteamiento pues es que dos o tres laboratorios móviles recorran una zona pesquera importante del país, tal como Baja California o Campeche, con un laboratorio central que podría estar localizado en Ensenada o en Cd. del Carmen, con el objeto de controlar la calidad de los diferentes productos pesqueros que procesen en esas entidades.

Posiblemente este deberá ser llevado a cabo por el Departamento de Pesca o por Productos Pesqueros Mexicanos S.A., asesorados por una

Institución de educación superior tal como el Departamento de Alimentos de la Facultad de Química de la U.N.A.M., donde se realizó este trabajo.

Cabe añadir que este control de calidad móvil podría cubrir otro tipo de industrias alimentarias rurales, en caso de serlo solicitado.

## BIBLIOGRAFIA

A.O.A.C. Official Methods of Analyses: A.O.A.C. Washington, 10 th. edition 1965.

Beltrán Aguerrebere, Bernardo Luis. Contribución al estudio químico biológico para estimar el valor nutritivo de las harinas de pescado. Tesis. 1974. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

F.A.O. The production of fish meal and oil. Fisheries Technical Paper, No. 142. 1975.

Folch Jordi, M. Less and G. H. Sloane Stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. 1957. J. Biol. Chem. 226: 497-509.

Jacobus, P.H. Wessels and Iain Moodie. The effect of long-term storage of fish meals on the response of chickens to the amino acid supplementation of diets containing such meals. 1975. J. Sci. Fd. Agric. - - 26:625-640.

Jangaard, P.M., L.N. Regier, F.G. Claggett, B. E. March, and ---  
J. Biely. Nutrient composition of experimentally produced meals from  
whole argentine, capelin, sand lance, and from flounder and redfish --  
filleting scrap. 1974. J Fish. Res. Bd. Canada. 31 :141-146.

Kifer Robert R. and Edgar P. Young. Value of Menhaden -  
(Brevoortia Tyrannus) meal as a protein supplement to cotton-seed - -  
meal-corn diets for pigs. 1969. Fishery Industrial Research. Vol. 5,-  
No. 4, 133-142.

Lovern, J. A., June Alley and R. Pirie. Pepsin digestibility: As an --  
index of quality in fish meal: Part. 1, 11. 1964. Fishing Industry - - -  
Research Institute, South Africa, p. 206-213 y 310-318.

March, B.E., Jacob Biely, and C. Goudie. Protein nutritive quality --  
and commercial fish meals as assessed by biological and chemical --  
methods. 1966. J. Fish. Res. Bd. Canada, 23 (3) p. 395-414.

March, B.E. and J. Biely. Nutrient composition and evaluation of - - -  
British Columbia whole herring meal. 1963.  
J. Fish. Res. Bd. Canada, 20 (1) p 229-238.

Merck. Antioxidantes. Folleto

Moises Salomón, Roberto. El Mercado de la harina de pescado en -- México. Tesis. 1974. Esc. Nacional de Economía.

Regier. L. N., P.M. Jangaard, H.E. Power, B.E. March and J. Biely. Composition and nutritive characteristics of Atlantic Canadian white -- fish meals. 1974. J. Fish. Res. Bd. Canada. 31, 201-204.

Safaa El - Lakany and B.E. March. A comparison of chemical changes in freeze - dried herring meals and a lipid-protein model system. 1974. J. Sci. Fd. Agric., 25, 889-897.

Safaa El-Lakany and B. E. March. Chemical and nutritive changes in - - herring meal during storage at different temperatures with and without- antioxidant treatment. 1974. J. Sci. Fd. Agric., 25, 899-906.

Sandoval Hernández, Héctor. Estudio económico de la producción de -- harina de pescado para comunidades ejidales y cooperativas pesqueras - en formación. Tesis. 1975. Facultad de Química. U.N.A.M.

Toyama Kenzo, Hiroshi Arakawa and Nohuichiro Okada. Properties of - oil of white fish meal manufactured in the North Pacific. 1972. J. of the Tokyo University of Fisheries. Vol. 58 No. 1-2 p. 17-26'

Toyama Kenzo, Shigeki Oku and Isao Matsushima. 11. - A comparison of antioxidant applications in fish meal manufacturing. 1970. J. of the Tokyo University of Fisheries. Vol. 57 No. 1 p 25-29.

Toyama Kenzo and Hisashi Naka. 111. - Evaluation of ether extraction method applied to fish meal in estimating its oxidative deterioration. - 1970. J. of the Tokyo University of Fisheries. Vol. 57 No. 1 p.31-41.

Yu, T.C. and Russel O. Sinnhuber. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. 1957. Food Technology. p-104-108.