

24/ 85



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**OBTENCION DE UN ALIMENTO DE HUMEDAD
INTERMEDIA CON BASE EN SARDINA, MAIZ
Y SOYA UTILIZANDO LAS TECNICAS DE
ADSORCION Y DESORCION**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO
P R E S E N T A :
FRANCISCO PALOMARES CHAVEZ

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

México, D. F.

1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|-----------------------------------|------|
| INDICE DE CUADROS | I |
| INDICE DE FIGURAS | IV |
| INDICE DE GRAFICAS | V |
| INDICE DE ANEXOS | VI |
| | |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| | |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| | |
| III. GENERALIDADES | 4 |
| | |
| IV. MATERIALES Y METODOS..... | 24 |
| | |
| IV.1 DESARROLLO EXPERIMENTAL..... | 24 |
| IV.2 METODOS DE ANALISIS..... | 38 |
| IV.3 MATERIAL Y EQUIPO | 40 |
| | |
| V. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 43 |
| | |
| CONCLUSIONES | 84 |
| BIBLIOGRAFIA | 89 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro No. | | Pág. |
|------------|--|------|
| I | Clasificación de peces según su contenido de lípidos. | 6 |
| II | Criterios para la selección de las materias primas. | 25 |
| III | Mezcla de condimentos utilizado para la elaboración de la torta de pescado. | 26 |
| IV | Formulación de la torta de pescado. | 27 |
| V | Formulaciones utilizadas para la obtención de una solución de humectantes. | 32 |
| VI | Condiciones experimentales para la obtención de los productos de Humedad Intermedia por la técnica de Adsorción. | 34 |
| VII | Formulaciones utilizadas para la obtención de un Alimento de Humedad Intermedia por la técnica de Desorción. | 36 |
| VIII | Análisis proximal de las materias primas. | 45 |
| IX | Análisis microbiológico de las materias primas. | 48 |

| | Pág. | |
|------|--|----|
| X | Resultados de la determinación de la actividad acuosa en los productos obtenidos por la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 50 |
| XI | Resultados de la determinación de humedad en los productos por la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 51 |
| XII | Resultados de la determinación de pH en los productos obtenidos por la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 55 |
| XIII | Resultados del análisis microbiológico en los productos obtenidos por la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 56 |
| XIV | Resultados de la determinación del índice de peróxidos en los productos obtenidos por la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 63 |
| XV | Resultados de la evaluación sensorial de los productos obtenidos por la técnica de Adsorción. | 65 |
| XVI | Resultados de la determinación de actividad acuosa en los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 67 |

| | Pág. | |
|-------|--|----|
| XVII | Resultados de la determinación de Humedad en los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 68 |
| XVIII | Resultados de la determinación de pH en los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 71 |
| XIX | Resultados del análisis microbiológico en los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 73 |
| XX | Resultados de la determinación del índice de peróxidos de los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 78 |
| XXI | Resultados de la evaluación sensorial de los productos obtenidos por la técnica de Desorción. | 79 |
| XXII | Análisis proximal de los productos finales. | 82 |
| XXIII | Resultados de la evaluación sensorial entre los productos más aceptados para de cada técnica. | 83 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura No. | | Pág. |
|------------|---|------|
| 1 | Isoterma de Adsorción y Desorción de los alimentos. | 14 |
| 2 | Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad acuosa. | 18 |
| 3 | Obtención de la torta de pescado. | 28 |
| 4 | Obtención de un Alimento de Humedad Intermedia por la técnica de Adsorción. | 31 |
| 5 | Obtención de un Alimento de Humedad Intermedia por la técnica de Desorción. | 37 |

INDICE DE GRAFICAS

| Gráfica No. | | Pág. |
|-------------|--|------|
| 1 | Resultados de la determinación de Aa en los productos obtenidos en la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 52 |
| 2 | Resultados de la determinación de humedad en los productos obtenidos en la técnica de Adsorción durante el almacenamiento. | 53 |

| | | |
|----|---|----|
| 3 | Resultados de la determinación de humedad y cuenta - de bacterias mesófilas aerobias (BMA) en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A1. | 59 |
| 4 | Resultados de la determinación de humedad y cuenta de BMA en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A2. | 60 |
| 5 | Resultados de la determinación de humedad y cuenta de BMA en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A3. | 61 |
| 6 | Resultados de la determinación de humedad y cuenta de BMA en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A4. | 62 |
| 7 | Resultados de la determinación de Aa en los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 69 |
| 8 | Resultados de la determinación de humedad en los productos obtenidos por la técnica de Desorción durante el almacenamiento. | 70 |
| 9 | Resultados de la determinación de humedad y cuenta de BMA en relación con el tiempo de almacenamiento del producto D1. | 74 |
| 10 | Resultados de la determinación de humedad y cuenta de BMA en relación con el tiempo de almacenamiento del producto D2. | 75 |

- 11 Resultados de la determinación de humedad y cuenta de BMA en relación con el tiempo de almacenamiento del producto D3.

INDICE DE ANEXOS**Anexo No.****Pág.**

- | | | |
|---|------------------------------------|----|
| 1 | Predicción de la Actividad acuosa. | 85 |
| 2 | Relleno de pescado para tacos. | 87 |
| 3 | Evaluación sensorial. | 88 |

1. INTRODUCCION

1

La dieta de la población rural y suburbana de México ha sido por generaciones de bajo contenido en proteínas de origen animal, debido entre otras causas a su alto costo (42).

Dentro de estas proteínas, es importante señalar a las del pescado cuyo valor biológico es comparable al de otras proteínas de origen animal; y algunos autores sugieren que es aún mejor (35).

El pescado se considera de alto valor nutritivo, debido a su contenido de proteínas de buena calidad, ácidos grasos insaturados, vitaminas y minerales, por lo cuál es deseable incrementar su consumo (18).

Sin embargo existe un escaso consumo de pescado, debido entre otros factores a su rápida descomposición, manejo inadecuado y transportación demasiado costosa del producto fresco a los centros de consumo (25). Es por ello que se han buscado diferentes métodos de conservación.

Los primeros métodos que se desarrollaron fueron el seco-salado y el ahumado entre otros. Con el paso del tiempo se han desarrollado nuevos métodos. Actualmente los de mayor importancia para la conservación de la calidad de los productos pesqueros son la congelación y el enlatado; sin embargo resultan costosos, por lo que en países subdesarrollados su empleo es limitado (9).

La tecnología de los alimentos ofrece otra alternativa para la conservación de los alimentos altamente perecederos como el pescado, manteniendo su valor nutritivo. Esta consiste en reducir la actividad acuosa (Aa) del alimento mediante la adición de solutos que al interactuar con el agua presente en éste, disminuyen su disponibilidad para las reacciones enzimáticas, oxidativas y microbiológicas (14).

Este es el principio en que se fundamentan los métodos de humedad intermedia para la conservación de alimentos procesados.

En el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del "Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán", se ha desarrollado una metodología para la conservación de especies pelágicas como la anchoveta y la sardina (42).

En esta metodología se aplican procedimientos tradicionales de conservación como el salado, secado y el ahumado. Sin embargo se considera de gran interés diversificar la conservación, mediante la aplicación de los conceptos de Humedad intermedia, para desarrollar productos con base en pescado.

II. OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental la obtención de un Alimento de Humedad Intermedia con base en sardina (Sardinops sagax), maíz y soya, mediante la utilización de las técnicas de adsorción y desorción.

III. GENERALIDADES

A pesar de que el pescado es un recurso de gran potencial de explotación en nuestro país y además de que México cuenta con una extensión de 10,000 Km. de litorales y 1.5 millones de hectáreas de lagos y presas, la mayor parte de la población no es consumidora de pescado (25).

La composición y las propiedades nutritivas de la carne de pescado de cualquier especie varía de acuerdo con la estación del año, el grado de madurez, la edad, el sexo y las condiciones de alimentación.

En general, la carne del pescado contiene de 60-84% de agua, 15-24% de proteínas, 0.1-22% de lípidos y los nutrimentos inorgánicos usualmente constituyen de 1-2% (4) (10).

Desde el punto de vista nutricional, las proteínas del pescado son altamente digeribles y por lo menos iguales a las de la carne roja en cuanto a su contenido en aminoácidos esenciales, con un contenido abundante en lisina (10-11g/100g proteína) (9) (5).

Una de las formas de clasificar a los peces es según su contenido de lípidos (10) (cuadro I). Se ha observado que la variación en el contenido de lípidos está determinado por el habitat o la estación.

En el caso de las especies que se encuentran en capas superficiales (pelágicas), el contenido de grasa puede llegar hasta

un valor del 20% mientras que, en los que habitan en el fondo del mar (demersales), pueden llegar a tener un 5% de grasa y a menudo hasta menos del 1% (4) (5).

En el pescado los ácidos grasos presentan una longitud de cadena hidrocarbonada que oscila entre 14 y 22 átomos de carbono y más de un doble enlace (9) (10); es por ello, que la grasa del pescado es característicamente alta en ácidos grasos poliinsaturados siendo importantes en la dieta de personas que requieren niveles bajos de colesterol en sangre.

Otros componentes importantes del pescado, aunque presentes en muy pequeñas proporciones son: yodo, magnesio, calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, cobre, zinc, cobalto, hierro y azufre.

Se ha encontrado que el tejido muscular del pescado es el más perecedero comparado con los animales terrestres, aún cuando se manejan bajo condiciones de refrigeración. Además diversos factores influyen en la vida de almacenamiento del pescado recién capturado como: la variación en la composición por la influencia de la estación del año, prácticas de captura y la forma de conservación de éstos en los barcos (11).

Para conservar el pescado, se han buscado y experimentado diferentes métodos; los primeros que se desarrollaron fueron el salado, el secado y el ahumado y posteriormente la refrigeración, la congelación y el enlatado (6).

CUADRO 1. CLASIFICACION DE LOS PECES SEGUN SU CONTENIDO DE LIPIDOS.

| Tipo de pescado | Contenido de lípidos g/100g |
|-------------------|--------------------------------|
| Pescado no graso | < 0.5 |
| Pescado semigraso | 0.5 - 2.0 |
| Pescado graso | 2.0 -22.0 |

MÉTODOS DE CONSERVACION DEL PESCADO.

Salado

El salado es un método que se usa en combinación con el secado y ahumado. La presencia de cantidades suficientes de sal común en el pescado, puede reducir drásticamente la acción bacteriana.

Existen varios tipos de salado:

- Salado húmedo. Se usa sobre todo con variedades de pescado graso. El pescado se sumerge en una salmuera a una concentración de 35% p/p.
- Salado seco . Se usa sobre todo con especies de pescado magro, consiste en poner en contacto directo en pilas de pescado no mayores de 1.0 m. de alto con capas alternas de sal sobre las que se colocan pesos (para compresión). Las proporciones de sal/pescado son variables. El tiempo de salado dura de 15 a 20 días durante el cual las pilas de pescado se alternen periódicamente y el líquido producido se elimina. Después el pescado se somete a un secado (11) (12).

Secado

El secado implica la eliminación del agua generalmente por evaporación, sin embargo el agua puede ser eliminada por otros métodos como la acción de la sal y la aplicación de presión. El agua es esencial para la actividad de todos los organismos vivientes y al ser eliminada se detiene la actividad microbiana (9).

Existen varios factores de los que depende la velocidad del secado como son: el área de superficie, la temperatura del aire y la humedad relativa de éste, además de la naturaleza, el grosor, la temperatura y el contenido de agua del pescado (6).

Existen varios métodos de secado:

- Secado natural. Por medio de la energía solar y el aire.
- Secado mecánico. En donde se utiliza una corriente de aire, calentado por electricidad, gas, vapor e impulsado por un ventilador (10).
- Secadores solares. En donde la energía del sol es concentrada y colectada para producir temperaturas elevadas y un incremento en la velocidad del secado (12).

- Secado por microondas. La energía de las microondas calienta los alimentos de una manera única, que elimina en gran parte los grados progresivos de temperatura entre la superficie y el centro de las masas del alimento.

Ahumado

Consiste en exponer el pescado fresco, un poco salado a la acción del humo obtenido por la lenta combustión de madera no resinosa, además la temperatura del humo contribuye al secado y algunos productos del mismo se impregnan en el pescado impartiendo su sabor y color característicos. El ahumado ha perdido importancia debido a los rápidos avances en las técnicas de almacenamiento por congelación y refrigeración.

Generalmente estos productos tienen un color café oscuro y sabor fuerte. En cuanto a la temperatura del ahumado, ésta varía dependiendo de los requisitos de consumo y el tipo de ahumador (10).

Los métodos de ahumado de pescado se dividen en:

- Ahumado frío. La temperatura del humo no debe ser mayor a los 30°C y la carne no se cuece. El tiempo de ahumado puede durar desde unas horas hasta varios días.

- Ahumado en caliente. El humo alcanza temperaturas de 60°C hasta 140°C; logrando así cocer el pescado al mismo tiempo que ahumarlo. Operación rápida y por lo general dura de 30 a 60 min (9) (10).

Congelación

Este proceso implica la separación de calor del alimento, para lograr la cristalización como hielo de la mayor parte del agua presente y disminuir la temperatura del alimento al valor deseado. Mediante el desarrollo que existe en los sistemas de congelación, se ha logrado que sea el método más eficiente para la conservación, debido a que se disminuye la pérdida de la calidad y textura en los productos. Sin embargo sigue siendo un método muy costoso, lo cual no permite que se utilice en muchos países en vías de desarrollo como el nuestro.

Los métodos más comunes para congelar el pescado son:

- Congelación por circulación rápida de aire. En el cual se hace pasar una corriente continua de aire frío sobre el pescado.
- Congelación por contacto. Mediante el contacto directo entre el producto y una superficie fría.
- Congelación por inmersión o rocío. Inmersión o rocío con un líquido enfriado (39) (40).

Enlatado

El objeto de enlatar es prevenir que el alimento se descomponga por la acción microbiana. Por lo que es importante que las latas estén herméticamente cerradas, para evitar que penetre algún microorganismo al interior del recipiente una vez que se ha esterilizado.

El enlatado, también es un método de conservación de alto costo aunado a que ocurren cambios en el sabor y textura de los productos; sin embargo la gran ventaja que ofrece es la efectividad en la disminución de la carga microbiana, logrando alcanzar vidas de anaquel hasta por varios años (12).

ACTIVIDAD DE AGUA

En la actualidad, se están desarrollando alimentos de humedad intermedia como una alternativa para la conservación de alimentos. El principal objetivo para su desarrollo es prevenir el crecimiento de bacterias y otros organismos que causan su descomposición (17).

Un concepto que puede contribuir a entender el desarrollo o la inhibición de los microorganismos es la actividad acuosa (Aa), entendiéndose por ésta, la concentración efectiva de agua como reactante en reacciones químicas (3).

La actividad acuosa (Aa) es una medida de la presión de vapor parcial que ejerce el agua en el alimento, lo cual da una idea del grado de retención de ésta por el mismo. Se puede calcular por medio de la siguiente ecuación:

$$Aa = \frac{P}{Po} = \frac{\% HR}{100}$$

Donde: P = Presión de vapor de agua del alimento a una temperatura T.

Po = Presión de vapor de agua pura a una temperatura T.

%HR = Humedad relativa en el equilibrio, donde no se gana ni pierde agua.

Otra forma de calcular la actividad de agua de los alimentos con base en los solutos que contiene es mediante la siguiente ley de Raoult:

$$Aa = \frac{Ma}{Ma + Ms}$$

Donde : Ma = Moles de agua

Ms = Moles de soluto

La actividad de agua (Aa) y la humedad relativa de equilibrio (H.R.E) se relacionan con el contenido de agua del alimento a través de sus correspondientes isoterma de adsorción y desorción.

La isoterma es una representación gráfica de la dependencia de la A_a con el contenido de agua del alimento (31).

En la figura 1 se muestra a las isotermas típicas de adsorción y desorción de los alimentos, en donde se observa claramente que ambos procesos no son reversibles a través de un camino común; a este fenómeno se le denomina histéresis (29) (31). También se puede apreciar que:

- a) A una humedad relativa de equilibrio o actividad acuosa determinada, el contenido de humedad durante la desorción es mayor que durante la adsorción.
- b) La humedad relativa o actividad acuosa es menor durante la desorción para un contenido de humedad constante que durante la adsorción.

Las diferentes zonas en las que el agua puede distribuirse en los alimentos según su isoterma de adsorción se muestra en la figura 2; en donde también se muestran las reacciones deteriorativas que ocurren en los alimentos de acuerdo al valor de la actividad acuosa que tengan (31).

El agua de la zona I representa la capa monomolecular BET (Braunaver, Emmett y Teller), y es la más difícil de eliminar en los procesos térmicos comerciales de secado. En algunos casos se puede reducir parcialmente por deshidratación, pero no se elimina

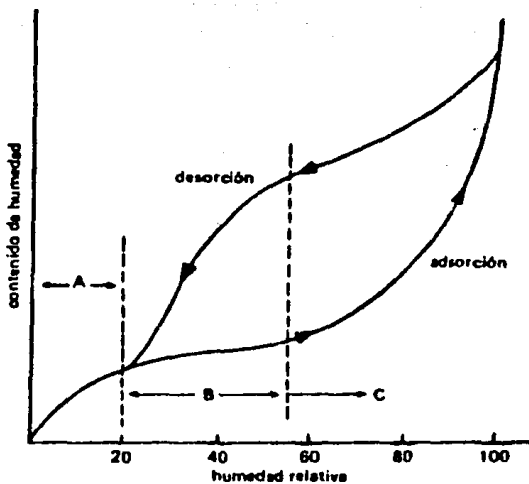


Figura 1. Isotermas de Adsorción y Desorción de los alimentos.

durante el congelamiento de los alimentos. Las reacciones de oxidación de lípidos se efectúan con mayor facilidad en esta zona.

En la zona II el agua se encuentra distribuida en diferentes capas más estructuradas y en microcapilares. Es más difícil eliminarla que la de la zona III; se tienen valores de Aa de 0.25 cuando ésta se alcanza. Se observa que las reacciones químicas se reducen considerablemente cuando los alimentos tienen una cantidad de agua que está dentro de la zona II y además se evita el crecimiento microbiano. Los productos deshidratados pierden este tipo de agua y alcanzan una mayor estabilidad a una Aa de 0.5 que corresponde a humedades de 3-8% .

Finalmente el agua de la zona III es agua libre que se encuentra en macrocapilares y forma parte de las soluciones que disuelven las sales, azúcares y sustancias de bajo peso molecular que contienen los alimentos. Este tipo de agua es la primera en eliminarse en los procesos de deshidratación a los que están sujetos los alimentos.

La Aa en esta zona es prácticamente como la del agua pura, pero al eliminar el agua de esta zona por calentamiento puede obtenerse un valor de Aa de 0.8 que varía con cada tipo de alimento. El agua de esta zona es la más abundante en la mayoría de los alimentos y está disponible para las diferentes reacciones químicas y para el crecimiento de microorganismos.

ACTIVIDAD ACUOSA MINIMA PARA EL CRECIMIENTO DE LOS
MICROORGANISMOS ASOCIADOS CON LOS ALIMENTOS.

| Aa | Bacterias | Levaduras | Hongos |
|------|---|-----------------------------|---------------|
| 0.98 | Clostridium(1).Pseudomonas(a) | -- | -- |
| 0.97 | Clostridium(2) | -- | -- |
| 0.96 | Flavobacterium,Klebsiella Lactobacillus,Proteus(a), Pseudomonas(a),Shigella. | -- | -- |
| 0.95 | Alcaligenes,Bacillus, Citrobacter,Clostridium(3), Enterobacter,Escherichia,Proteus Pseudomonas,Salmonella,Vibrio, Serratia. | -- | -- |
| 0.94 | Lactobacillus,Microbacterium, Pediococcus(a),Vibrio(a) | -- | -- |
| 0.93 | Lactobacillus,Streptococcus. | -- | Rhizopus Mocr |
| 0.92 | -- | Rhodotorula | -- |
| 0.91 | Corynebacterium,Staphilococcus(4) Streptococcus(a). | -- | -- |
| 0.90 | Lactobacillus(a),Micrococcus, Pediococcus,Vibrio(a). | Hansenula, Saccharomyces | -- |

| | | | |
|------|---------------------|------------------------------------|---|
| 0.88 | — | Candida, Debaryomyces, Torulopsis. | Cladosporium. |
| 0.87 | — | Debaryomyces (a) | — |
| 0.86 | Staphylococcus (5) | — | Paecilomyces. |
| 0.80 | — | Saccharomyces | Aspergillus Penicillium Emericella. |
| 0.75 | Bacterias halófilas | — | Aspergillus Walleria. |
| 0.70 | — | — | Chrysosporium. |
| 0.62 | — | Saccharomyces | Monascus. |

(a) algunas cepas, (1) C. botulinum tipo C, (2) C. botulinum tipo B, (3) C. botulinum tipo A y B, (4) anaeróbico, (5) aeróbico. (17)

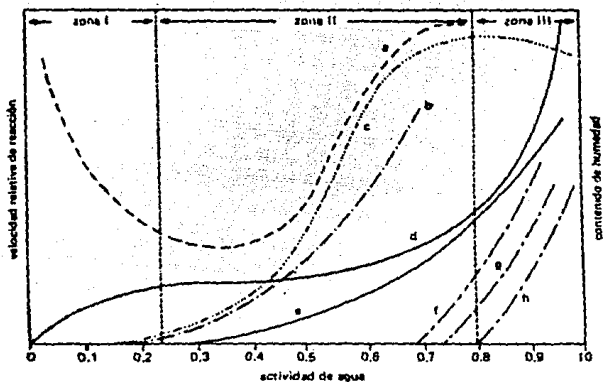


Figura 2. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad acuosa. a. Oxidación de lípidos, b. Reacciones hidrolíticas, c. Oscurecimiento de enzimático, d. Isotherma del contenido de humedad, e. Actividad enzimática, f. Crecimiento de hongos, g. Crecimiento de las levaduras, h. Crecimiento de bacterias.

Los límites de las tres zonas, dependen de la isoterma de adsorción y tienen valores diferentes de A_a según el alimento; por lo tanto la distinción entre ellas no se debe tomar en un sentido estricto, ya que puede haber interacciones que hagan más difícil separarlas en tres zonas bien definidas (21) (31).

ALIMENTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA

Prácticamente los alimentos de humedad intermedia (A.H.I.) se definen como aquellos que pueden comerse tal cual, sin rehidratación y que aún son estables en su envase sin necesidad de refrigeración o procesado térmico (27).

Se denominan A.H.I. a los productos que poseen una actividad acuosa que debe mantenerse dentro de los límites de 0.65 a 0.85 y su contenido de humedad debe ser del 20 al 50% (17).

Las principales características de los Alimentos de Humedad Intermedia son: elásticos, fácilmente masticables y no producen sensación de sequedad en la boca; bajos en contenido de humedad y por lo tanto se pueden considerar como concentrados desde el punto de vista peso/volumen y contenido calórico. Puesto que son plásticos pueden moldearse en bloques cohesivos de geometría uniforme para facilitar su empaque y almacenamiento, y son adecuados para el consumo inmediato (7) (17).

Existen procesos que limitan la estabilidad de los A.H.I. entre los más importantes están:

1) Oxidación de lípidos. La oxidación es mucho más rápida en los alimentos que contienen poca humedad y disminuyen conforme ésta última aumenta. La oxidación de los lípidos se lleva a cabo por medio de mecanismos de radicales libres y puede ser acelerada por iones metálicos que se encuentren en el medio (31).

2) Oscurecimiento no enzimático. Esto sucede en el límite inferior de la Aa de los A.H.I. (0.6 a 0.7) y aumenta conforme se incrementa la humedad (28).

3) Microbiológicos. Al disminuir la Aa se limitará el desarrollo de la mayor parte de las bacterias, hongos y levaduras; sin embargo es necesario adicionar algunos antimicrobianos (32).

Estos factores pueden reducirse mediante limpieza y calidad en la materia prima y en las operaciones de elaboración; además de emplear antioxidantes, tener buen control del pH, selección cuidadosa de la Aa adecuada, y emplear empaques adecuados.

La obtención de los Alimentos de Humedad Intermedia se fundamenta en los siguientes factores: 1) Disminución de la Actividad acuosa mediante el empleo de agentes humectantes, 2) Adición de agentes bacteriostáticos y micostáticos y 3) Incorporación de aditivos para mejorar la estabilidad y las propiedades sensoriales (17) (28).

1) Los agentes humectantes eficaces son de empleo limitado por que provocan defectos en las propiedades sensoriales y algunos carecen de aprobación sanitaria. Por otra parte para su elección se requiere tomar en cuenta los siguientes factores: a) sabor, b) solubilidad, c) peso molecular, d) ionización, e) pH, f) aspectos nutricionales, g) vida de anaquel, y finalmente h) límites fisiológicos (3).

Entre los humectantes a elegir se encuentran:

- Azúcares.- sacarosa, dextrosa, fructosa y maltosa.
- Polialcoholes.- sorbitol, glicerina, manitol y propilenglicol.
- Sales.- cloruro de sodio y cloruro de potasio.

Todos estos humectantes, tienen características sensoriales poco deseables en las concentraciones requeridas para controlar la actividad acuosa, por ejemplo: la sacarosa imparte un sabor dulce al alimento, lo que puede resultar extraño en muchos productos.

Una posibilidad más atractiva es la combinación de ciertos humectantes como puede ser sal y glicerol, éste último tiene menos impacto en el sabor que la glucosa o la sacarosa, no es volátil y es completamente miscible en agua. Sin embargo la posibilidad más viable sería encontrar formas para establecer un control de la Actividad acuosa a concentraciones muy bajas de humectantes. (7)

2) Para ayudar en la estabilidad microbiológica de los Alimentos de Humedad Intermedia se adicionan ciertos antimicrobianos como el sorbato de potasio o propionato de calcio; (también el propilenglicol presenta actividad antimicrobiana, siendo utilizado como humectante en la formulación) (13).

La actividad acuosa no controla el crecimiento microbiano por sí sola, sino que se debe pensar en términos de contenido de agua total y de actividad acuosa (13) (32).

3) La estabilidad de los Alimentos de Humedad Intermedia, respecto a una oxidación de lípidos, puede lograrse mediante el empleo de un antioxidante adecuado como lo sería el Butil Hidroxil Anisol (BHA) o Butil Hidroxil Tolueno (BHT).

En cuanto al deterioro en estos alimentos, al ocurrir la reacción de oscurecimiento no enzimático se ha logrado controlar mediante el empleo de glicerol y propilenglicol en altas concentraciones, sin embargo las propiedades sensoriales resultan afectadas (27) (30).

Utilizar un empaque adecuado (impermeable a oxígeno y otros gases) aunado al uso de los aditivos antes mencionados, probablemente puede asegurarse una vida anaquel de por lo menos un año (7).

En los Alimentos de Humedad Intermedia no es necesaria la refrigeración, sin embargo si se almacenan en cuartos fríos se logra incrementar su vida de anaquel.

La obtención de los Alimentos de Humedad Intermedia se pueden elaborar mediante las técnicas de adsorción y desorción.

- 1) Adsorción. El alimento se seca y posteriormente se rehidrata en una solución de humectantes hasta alcanzar la actividad acuosa deseada.
- 2) Desorción. El alimento húmedo se lleva hasta la actividad acuosa deseada mediante la adición directa de los humectantes o de la infusión en una solución de alta presión osmótica.

En la primera técnica el secado es muy importante por lo que el método a utilizar debe ser cuidadosamente seleccionada; a nivel experimental una gran mayoría de investigadores utilizan la liofilización, lo cual resulta ser de elevado costo.

La segunda resulta ser mucho más barata y sencilla que la anterior, por ser un proceso más corto y por desechar menor cantidad de humectantes.

IV. MATERIALES Y METODOS

IV.1 DESARROLLO EXPERIMENTAL

Selección de la materia prima

Los criterios de selección de la materia prima para la elaboración del producto seco-salado y ahumado (torta de pescado) (41), se muestran en el cuadro II.

Tratamiento de la materia prima

La pulpa de sardina se obtuvo mediante una operación manual. La mezcla de condimentos utilizada se preparó de acuerdo a los ingredientes y cantidades indicadas en el cuadro III, posteriormente fueron mezclados durante 10 minutos.

Elaboración de la torta de pescado

La formulación de ésta se indica en el cuadro IV, y la obtención se muestra en el diagrama de flujo (figura 3).

La sardina se obtuvo entera y se sometió a un lavado con agua fría para eliminar residuos extraños, posteriormente se llevó a cabo un despulpado manual eliminando cabeza, aletas, escamas y vísceras; la pulpa se lavó con agua corriente para eliminar la sangre y los residuos que pudieran contaminar el producto.

La cocción se llevó a cabo en salmuera al 5% a temperatura de ebullición durante 10 minutos con el objeto de disminuir la carga microbiana de la carne.

**CUADRO II. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LAS MATERIAS PRIMAS
EMPLEADAS EN LA ELABORACION DE LA TORTA DE PESCADO**

| Materia prima | Criterio de selección |
|--|--|
| - Sardina Monterrey (<u>Sardinops sagax</u>) | Disponibilidad y costo |
| - Harina de maíz (nixtamalizada) y Harina de soya | Mejoran la calidad de la proteína y las característi- cas sensoriales. Dan cuerpo al producto. Disponibilidad y costo. |
| - Condimentos (chile guajillo, chile ancho, pimienta, ajo, comino y clavo). | Proporcionan características sensoriales agradables al producto. Poseen propiedades antioxidan- tes. |
| - Sal | Potenciador del sabor. Conservador inhibe el creci- miento microbiano. |

CUADRO III. MEZCLA DE CONDIMENTOS UTILIZADA PARA LA ELABORACION DE LA TORTA DE PESACDO *

| INGREDIENTES | CANTIDAD | g/100 g |
|----------------|----------|---------|
| Chile guajillo | 42.4 | |
| Chile ancho | 37.2 | |
| Cebolla | 8.2 | |
| Pimienta | 4.8 | |
| Ajo | 3.7 | |
| Comino | 2.1 | |
| Clavo | 1.6 | |

* Fuente: Villareal, A. Elaboración de una torta seca y ahumada a base de sardina, cereales y soya. Tesis UIA 1980.

CUADRO IV. FORMULACION DE LA TORTA DE PESCADO *

| INGREDIENTES | (g/100 g de producto) |
|------------------------------|-------------------------|
| Sardina | 60.3 |
| Harina de maíz nixtamalizado | 20.4 |
| Harina de soya desgrasada | 10.9 |
| Sal | 4.6 |
| Mezcla de condimentos | 3.7 |

* Fuente: Villareal, A. Elaboración de una torta seca y ahumada a base de sardina, cereales y soya. Tesis UIA 1980.

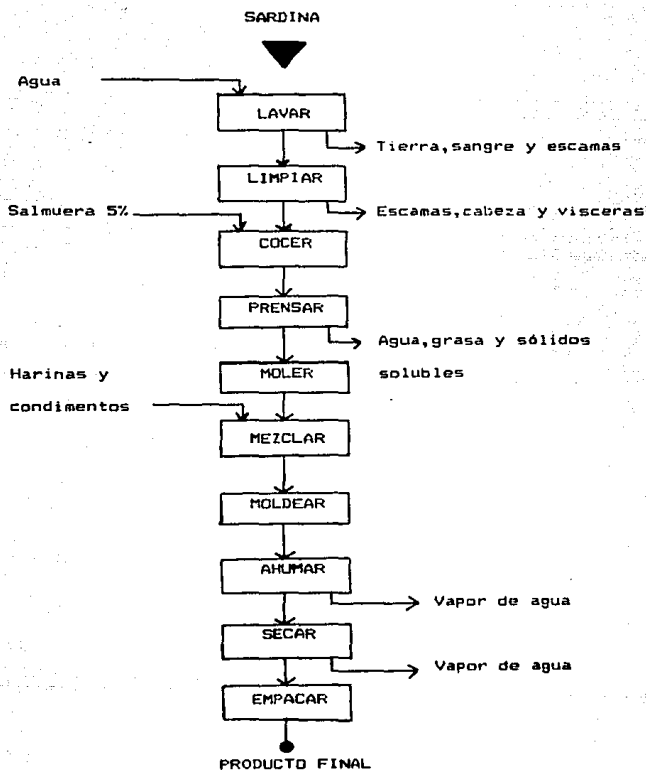


Figura 3. Obtención de un producto seco-salado y ahumado.

La pulpa cocida se prensó con una prensa hidráulica manual durante 5 minutos. En esta etapa se eliminó parcialmente el agua y la grasa, lo que facilitó la integración de los demás ingredientes durante el mezclado.

El producto prensado se pasó por un molino de carne Hobart con una criba de 5mm y posteriormente se realizó el mezclado adicionando las harinas (maíz y soya desgrasada), la sal y los condimentos, esta operación se llevó a cabo en una mezcladora Hobart a 33rpm.

La mezcla se moldeó en forma de pastilla de 11.5 cm de diámetro, 1.5 cm de grosor y se peso por unidad de 220 g. Para realizar esta operación se utilizó un molde de acero inoxidable con 5 placas del mismo material que se sometió a una presión de 3 ton/cm² durante 3 minutos, utilizando una prensa hidráulica.

La etapa del ahumado se llevó a cabo en un ahumador de charolas a una temperatura de 120°C durante 3 horas, con el objeto de impartir al producto características sensoriales agradables. Posteriormente se secaron mediante un secador de charolas a una temperatura de 80°C durante 4 horas, obteniéndose la torta de pescado.

Elaboración de los productos de humedad intermedia

Se utilizaron las técnicas de adsorción y desorción para la

obtención del alimento de humedad intermedia y en ambas se aplicaron modelos matemáticos para la predicción de la actividad acuosa (15) (20) (ver anexo 1).

Técnica de adsorción

Siguiendo las técnicas descritas en la bibliografía (13) (14) (19), con algunas modificaciones de acuerdo al producto que se pretendía elaborar.

- Fundamento: El alimento es secado y luego rehidratado con una solución de humectantes hasta alcanzar la actividad acuosa deseada.
- Procedimiento: La torta de pescado (producto seco) (ver figura 3), se rehidrató al sumergirla en una solución de humectantes, (su preparación se describe más adelante) posteriormente se drenó por 5 minutos y se empacó en sobres de celopolyal (16 x 16.5 cm) obteniéndose el producto de humedad intermedia.
- Preparación de la solución de humectantes: Con base en la predicción de Aa (13) (14) se formularon tres soluciones utilizando como humectantes: sal, glicerina y sorbitol; las cuales se indican en el cuadro V.

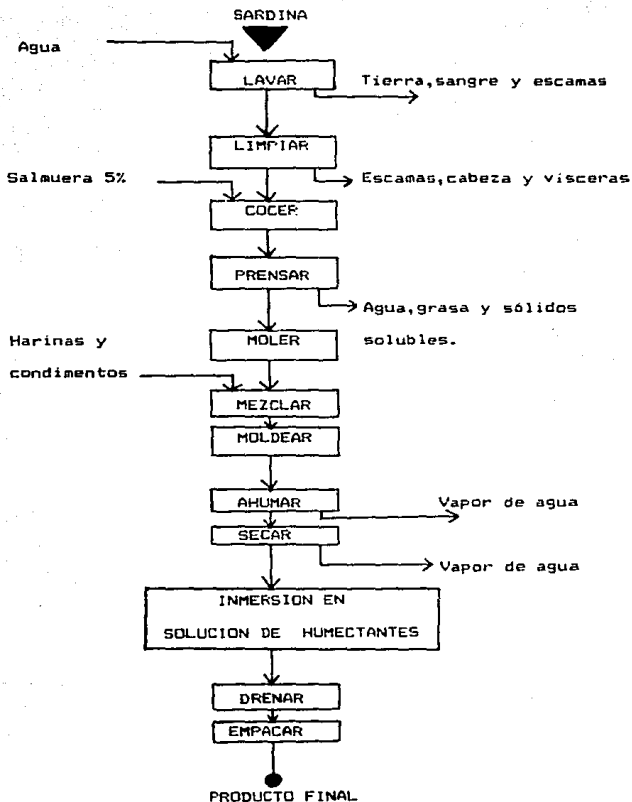


Figura 4. Obtención de un producto de Humedad Intermedia por la técnica de Adsorción.

CUADRO V. FORMULACIONES UTILIZADAS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE HUMECTANTES.

| COMPONENTE | FORMULACIONES | | |
|--------------------|---------------------|-------|-------|
| | g/100 g de solución | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Agua | 71.25 | 71.25 | 71.25 |
| Glicerina | 25.00 | 20.00 | 15.00 |
| Sorbitol | 0.00 | 5.00 | 10.00 |
| Sal | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Acido fosfórico | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Sorbato de potasio | 0.25 | 0.25 | 0.25 |

Además de la concentración de los humectantes se debe considerar la temperatura de dicha solución y el tiempo de inmersión para obtener el tratamiento experimental óptimo; para lo cual se desarrolló un diseño multivariable en donde se manejaron las tres formulaciones (cuadro V), a tres tiempos (5, 10 y 15 minutos) y tres temperaturas (55, 65 y 75 °C).

De lo anterior se obtuvieron 27 tratamientos experimentales. Las tortas de pescado se sometieron a dichos tratamientos para así obtenerse 27 productos de humedad intermedia. A éstos se les determinó Aa y % de humedad; los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente para saber si existía diferencia significativa entre ellos (mediante una prueba de significancia de Schiffé, $\alpha = 0.05$).

Como resultado del análisis estadístico se seleccionaron cuatro productos, los cuales presentaron la mayor Aa y % de humedad (dentro de los límites para ser considerados como AHI) siendo diferentes significativamente respecto a los demás en cuanto al valor de dichos parámetros. En el cuadro VI se presentan los tratamientos experimentales de estos productos.

CUADRO VI. CONDICIONES EXPERIMENTALES PARA LA OBTENCION DE LOS PRODUCTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA POR LA TECNICA DE ADSORCION.

| Condiciones experimentales | | | |
|----------------------------|--------|---------|------------------------------|
| Producto | T (°C) | t (min) | Concentración de humectantes |
| A1 | 55 | 5 | Formulación 1 |
| A2 | 55 | 5 | Formulación 2 |
| A3 | 65 | 10 | Formulación 2 |
| A4 | 75 | 10 | Formulación 3 |

Técnica de Desorción

- Fundamento. El alimento húmedo se lleva hasta la actividad acuosa deseada por medio de la adición directa de los humectantes o de la infusión en una solución de alta presión osmótica.
- Procedimiento. Se partió de la formulación base de la torta de pescado (cuadro IV), adicionando los humectantes y los aditivos en la etapa del mezclado junto con los demás ingredientes (figura 5).

Con base en la predicción de actividad acuosa propuesta por Favetto y Chirife (20), se seleccionaron tres formulaciones para la obtención del alimento de humedad intermedia (Cuadro VII).

El mezclado se realizó durante 10 minutos en una mezcladora Hobart, posteriormente la mezcla se paso a los moldes y se prensó a 3 ton/cm² durante 3 min. Los productos obtenidos se empacaron en sobres de celopolyal de 16 x 16.5 cm.

Cabe mencionar que la obtención de los productos por desorción se logra con un menor número de operaciones en comparación con los obtenidos por la técnica de adsorción.

CUADRO VII. FORMULACIONES UTILIZADAS PARA LA OBTENCION DE UN ALIMENTO DE HUMEDAD INTERMEDIA POR LA TECNICA DE DESORCION

| COMPONENTE | FORMULACIONES | | |
|-----------------------|---------------------|------|------|
| | g/100 g de producto | | |
| | D1 | D2 | D3 |
| Sardina | 60.3 | 60.3 | 60.3 |
| Harina de maiz | 20.5 | 20.5 | 20.5 |
| Harina de soya | 10.9 | 10.9 | 10.9 |
| Mezcla de condimentos | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| Sal | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| Glicerina | 1.0 | 0.0 | 0.5 |
| Sorbitol | 0.0 | 1.0 | 0.5 |
| Acido fosfórico | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Sorbato de potasio | 0.3 | 0.3 | 0.3 |

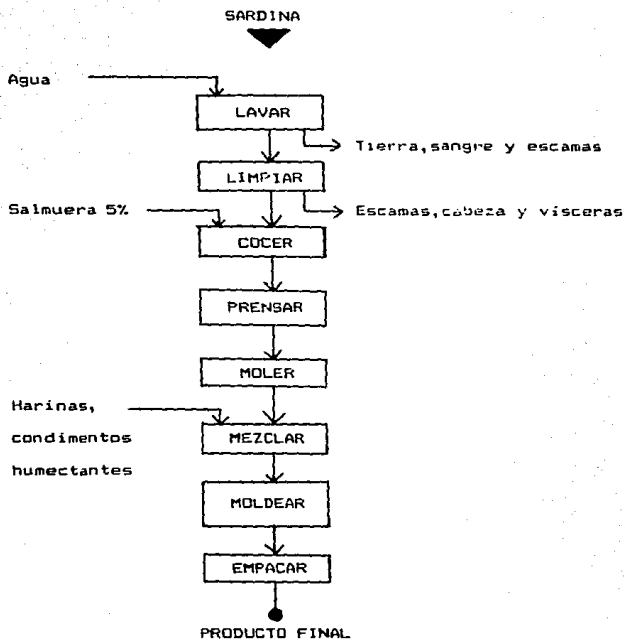


Figura 5. Obtención de un producto de Humedad Intermedia por la técnica de Desorción.

Evaluación

Las materias primas se sometieron a un análisis proximal (1) y microbiológico (18). Los productos finales (obtenidos tanto por la técnica de adsorción como por la de desorción) se sometieron a un análisis proximal (1) así como a un estudio de vida de anaquel al término de la cual, se evaluaron sensorialmente con el fin de seleccionar el mejor producto de cada técnica y posteriormente el más aceptado entre ambas.

IV.2METODOS DE ANALISIS

- Análisis químico proximal.

El análisis proximal se efectuó aplicando los métodos oficiales del A.O.A.C. (1).

- * Determinación de humedad, por el método de estufa de aire 14.004
- * Determinación de ceniza, por incineración 7.010
- * Determinación de nitrógeno, por el método de Kjeldahl-Gunning 2.049
- * Determinación de extracto etéreo, por el método de extracción continua 7.074
- * Determinación de fibra cruda, por el método de hidrólisis ácido-alcalina 7.066

- Análisis microbiológico.

Se aplicaron las técnicas generales para el análisis microbiológico de los alimentos de la S.S.A. (18).

- * Cuenta de bacterias mesófilas aerobias
- * Cuenta de hongos y levaduras
- * Cuenta de organismos coliformes totales
- * Cuenta de organismos coliformes fecales

- Análisis fisicoquímicos.

- * Actividad acuosa. Utilizando un higrómetro electrónico marca Nova-Sina modelo DAL-20, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- * Determinación de pH, utilizando un potenciómetro marca Beckman, siguiendo las recomendaciones del grupo CYTED-D (15).
- * Determinación del índice de rancidez, por el método de índice de peróxidos 28.022 (1) (2).

- Vida de anaquel.

Los productos finales obtenidos por ambas técnicas (adsorción y desorción), se empacaron en sobres de celopolyal y se almacenaron durante un mes a condiciones ambientales (Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $34 \pm 3\%$ Humedad relativa) Durante el almacenamiento, setomaron muestras semanalmente a las cuales se les determinó: humedad (1), actividad acuosa (15), pH (1), análisis microbiológico (18) e índice de rancidez (1) (2).

-Análisis sensorial (24) (34).

Para llevar a cabo estas evaluaciones, se seleccionó un platillo en el cual se hiciera evidente el sabor a pescado. Se degustaron diferentes platillos (ceviche, relleno para tacos y tortas capeadas); tomados del recetario para la "torta de pescado" (41).

El relleno para tacos resultó ser el más aceptado, por lo que fue elegido para realizar dichas evaluaciones (Anexo 2).

En todas las evaluaciones participaron un grupo de 25 jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de 1 a 7, correspondiendo 1 a "gusta mucho" y 7 "disgusta mucho", siendo el sabor el atributo a calificar. La forma del cuestionario de esta evaluación se observa en el Anexo 3.

La interpretación estadística de los datos obtenidos en cada evaluación se llevó a cabo por medio de un análisis de varianza a un nivel de confianza del 95% (16).

IV.3 MATERIAL Y EQUIPO

Durante el desarrollo del presente trabajo, se utilizó material de vidrio, reactivos y el equipo disponible en los laboratorios del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.

A continuación se presenta una lista del equipo e instrumentos utilizados:

Planta piloto.

- * Balanza granataria Ohaus 600g
- * Bascula Esher 600 Kg
- * Ahumador Dayton mod. 3M 135A
- * Estufa Apex type 488E
- * Cámara de refrigeración Ojeda
- * Camara de almacenamiento Ojeda
- * Marmita para cocción con chaqueta de vapor Poliingenieros
- * Mezcladora tipo "V" liquid-solids Blender Pahersenkelly
- * Molino para carne Hobart-Dayton mod.841B1
- * Prensa hidráulica Chrystensen type p-40
- * Prensa manual VO6T 12½
- * Autoclave horizontal Teisa

Laboratorio.

- * Aparato para fibra cruda. Labconco mod. 30001
- * Aparato extractor de grasa Goldfish Labconco mod. 35001
- * Aparato de digestión y destilación Kjeldahl Labconco mod. 20700
- * Balanza analítica Sartorius mod. 2001
- * Balanza granataria Ohaus 600g
- * Contador de colonias Quebec

- * Estufa Mechanical convection Oven GCA.
- * Mufla Thermolyne corp. tipo 10500
- * Potenciómetro Beckman
- * Higrómetro Nova-Sina AG mod. DAL-20
- * Reactivos:
 - Cloruro de sodio,granulado,grado comercial
 - Sorbitol,líquido (100%) grado comercial
 - Glicerol,líquido (100%) grado comercial
 - Acido fosfórico,líquido (95%) grado comercial
 - Sorbato de potasio,granular grado comercial

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A) EVALUACION DE LA MATERIA PRIMA

El análisis proximal de la pulpa de sardina, así como de las diferentes harinas (maíz y soya) y de la mezcla de los condimentos, se presenta en el cuadro VIII.

La pulpa de sardina constituye una fuente importante de proteínas de buena calidad (21.30%). Sin embargo su alto contenido de humedad (68.60%) favorece para que sea un alimento altamente perecedero, por lo que es necesario utilizar diferentes métodos para su conservación.

El contenido de lípidos (4.81%) de ésta especie la coloca dentro de la clasificación de pescados grasos y por tanto contribuye a que las reacciones de rancidez de los lípidos sean favorecidos (10) (19).

De los dos tipos de harina analizados se observó que la de soya presentó un mayor contenido de proteína (47.79%), cenizas (6.56%) y fibra cruda (5.18%) con respecto a la harina de maíz; la cual a su vez presentó un mayor contenido de hidratos de carbono (71.59%) y de lípidos (4.20%).

Los hidratos de carbono (aportados principalmente por la harina de maíz) complementan la deficiencia de éstos en el pescado, así

como la proteína es complementada por la harina de soya.

El contenido de cenizas de la harina de soya aporta una elevada cantidad de minerales.

La mezcla de condimentos presentó un alto contenido de lípidos (9.78%) lo cual podría afectar la conservación del producto, no obstante la adición de los condimentos ayuda a mejorar el sabor y favorece una mayor digestibilidad por su alto contenido de fibra (13.77%).

CUADRO VIII. ANALISIS PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS

(g/100 g de muestra)

| Determinación | Pulpa de sardina | Harina de maiz | Harina de soya | Condimentos |
|------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------|
| Humedad | 68.60 | 10.60 | 6.40 | 11.02 |
| Cenizas | 2.86 | 1.65 | 6.56 | 5.72 |
| Proteínas * | 21.30 | 9.12 | 47.79 | -- |
| Grasa | 4.81 | 4.20 | 2.05 | 9.78 |
| Fibra cruda | -- | 2.84 | 5.18 | 26.73 |
| Hidratos de carbono ** | 2.43 | 71.59 | 32.02 | -- |

* Nitrógeno x 6.25 para pescado y harina de maiz.

Nitrógeno x 5.71 para harina de soya desgrasada.

** Por diferencia.

Los resultados del análisis microbiológico se presentan en el cuadro IX. Se observó que la cantidad de bacterias mesófilas aerobias en la pulpa de sardina fué mucho menor (1400 col/g) al valor máximo aceptado para pescado destinado al consumo humano (500 000 col/g) (23). En cuanto a organismos coliformes totales y fecales la pulpa resultó con menos de tres y se debe posiblemente a una contaminación en el momento del despulpado.

La cuenta de bacterias mesófilas aerobias para la harina de maíz supera el límite establecido por la norma oficial (50 000- col/g) (36). En cuanto a la cuenta de hongos y levaduras se obtiene una cifra menor a lo permitido (1000 col/g). Se detectó presencia de organismos coliformes fecales y totales, lo cual representa contaminación.

Los resultados obtenidos para la harina de soya, indican que la cuenta total está abajo del límite señalado (175 000 col/g) por el proveedor (Industrial de Alimentos S.A.) dado que no existe norma, al igual que la cuenta de hongos y levaduras así como también la de coliformes totales, en las cuales los límites permitidos son (500 col/g) y (500 col/g en placa respectivamente.

No existe norma a nivel oficial para la mezcla de condimentos, sin embargo hay especificaciones generales tales como: no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas o inhibidores microbianos que puedan afectar la salud del consumidor

o provocar el deterioro del producto. Generalmente, los condimentos presentan cuentas microbianas muy elevadas, específicamente en bacterias mesófilas aerobias, hongos y coliformes totales.

Sin embargo se estima que las cuentas bacterianas obtenidas en las materias primas, se reducen con los tratamientos térmicos que se emplean para la elaboración de los productos sin necesidad de aplicar ningún tratamiento preliminar a cada una, esto se observa al comparar dichos resultados con los obtenidos en los productos finales.

CUADRO IX. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

| Determinación | Pulpa de sardina | Harina de maíz | Harina de soya | Condimentos |
|--|------------------|----------------|----------------|-------------|
| Cuenta de bacterias mesófilas aerobias (col/g) | 1400 | 69000 | 22300 | 3'380,000 |
| Número más probable de organismos coliformes totales | menos de 3 | entre 3 y 7 | 21 | 75 |
| Número más probable de organismos coliformes fecales | menos de 3 | entre 3 y 7 | menos de 3 | 3 |
| Cuenta de hongos (col/g) | 20 | 986 | 102 | 9000 |
| Cuenta de levaduras (col/g) | 0 | 0 | 0 | 0 |

B) PRODUCTOS ELABORADOS PARA LA TECNICA DE ADSORCION

En el cuadro X se informan los resultados de la determinación de actividad acuosa para los cuatro productos (A1, A2, A3 y A4) desarrollados los valores en todos los casos se mantienen estable con ligeras variaciones en la primera semana, las cuales se deben probablemente al tiempo que tarda el producto en llegar al equilibrio.

Los límites obtenidos fueron de 0.725 a 0.804 quedando dentro del intervalo que comprende a los alimentos de humedad intermedia (0.65 a 0.85). Por otra parte el contenido de humedad de dichos productos durante el mismo período se encontró entre 38 y 44% sin presentar variaciones considerables (Cuadro XI).

Para observar claramente los resultados anteriores se elaboró la gráfica de la actividad acuosa contra el tiempo de almacenamiento de los cuatro productos (gráfica 1), de la misma forma se hizo con el contenido de humedad (gráfica 2).

De las gráficas 1 y 2 se observa que las concentraciones de los humectantes en las soluciones utilizadas, fueron decisivas para estabilizar el contenido acuoso de los productos.

CUADRO X. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ACUOSA*
 EN LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE ADSORCION
 DURANTE EL ALMACENAMIENTO

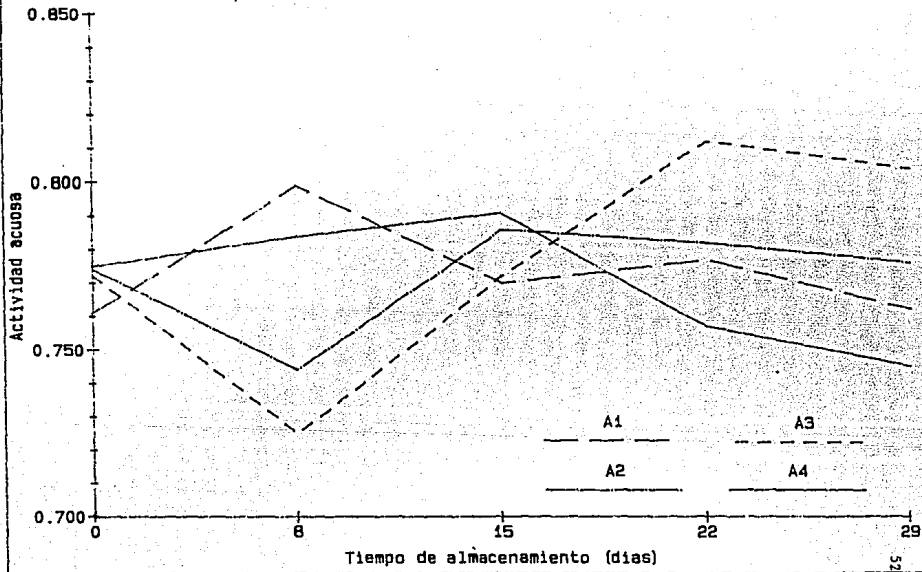
| Producto | TIEMPO DE ALMACENAMIENTO | | | | |
|----------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| A1 | 0.761 | 0.799 | 0.770 | 0.777 | 0.762 |
| A2 | 0.774 | 0.774 | 0.786 | 0.782 | 0.776 |
| A3 | 0.772 | 0.725 | 0.772 | 0.812 | 0.804 |
| A4 | 0.775 | 0.784 | 0.791 | 0.757 | 0.745 |

* Temperatura de medición $23.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$

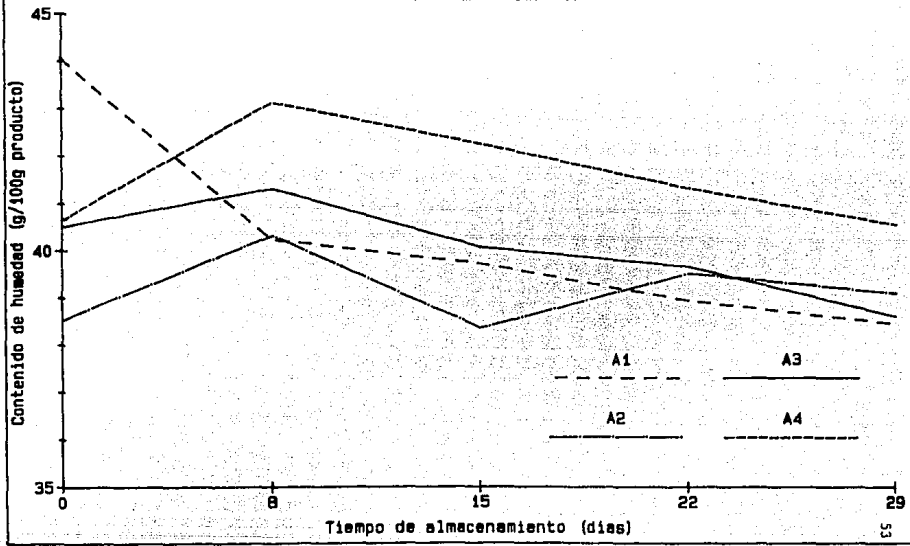
CUADRO XI. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE HUMEDAD EN LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE ADSORCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO

| HUMEDAD (g/100 g de producto) | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | | |
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| A1 | 44.06 | 40.23 | 39.74 | 38.95 | 38.45 |
| A2 | 38.52 | 40.32 | 38.37 | 39.53 | 39.10 |
| A3 | 40.51 | 41.32 | 40.09 | 39.67 | 38.61 |
| A4 | 40.64 | 43.13 | 42.28 | 41.34 | 40.56 |

Grafica 1. Resultados de la determinación de Aa en los productos obtenidos por la técnica de adsorción durante el almacenamiento.



Grafica 2. Resultados de la determinación de humedad en los productos obtenidos por la técnica de adsorción durante el almacenamiento.



En cuanto a los resultados de la determinación de pH que se muestran en el cuadro XII se encontró que los productos presentaron valores de 5.6 en promedio, el cual es adecuado para lograr una mayor efectividad de los agentes antimicóticos. Específicamente el sorbato de potasio tiene una mayor efectividad a un pH de 5.8 a 6.2 (38). Además de que a este pH se reduce el crecimiento de un gran número de bacterias.

Los productos obtenidos fueron sometidos a un análisis microbiológico durante su almacenamiento, los resultados pueden apreciarse en el cuadro XIII. Estos muestran que las cuentas de bacterias mesófilas aerobias presentan ligeras variaciones durante este período, siendo las cuentas más altas en la primera semana (para los cuatro productos) para después tener una tendencia a disminuir. Las cuentas bacterianas totales en la última semana fueron: para el producto A1 32,000; para A2 33,500; A3 35,000 y finalmente para A4 31,000.

No se tiene norma oficial para este tipo de productos, pero suponiendo válida (dada la formulación) una comparación con la norma establecida para harinas, se observa que ningún producto alcanza el límite máximo permitido (50,000 col/g) (36). Estos resultados confirman que en la elaboración y almacenamiento de los productos, se observaron medidas higiénicas ya que no se presentó el desarrollo de coliformes en ningún producto.

CUADRO XII. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE pH EN LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE ADSORCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| A1 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.6 | 5.5 |
| A2 | 5.7 | 5.5 | 5.6 | 5.5 | 5.5 |
| A3 | 5.7 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |
| A4 | 5.6 | 5.5 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |

CUADRO XIII. RESULTADO DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO EN LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE ADSORCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO *

| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| Cuenta de bacterias mesófilas aerobias(col/g) | | | | | |
| A1 | 46,000 | 52,000 | 46,000 | 34,000 | 32,000 |
| A2 | 32,000 | 42,000 | 37,000 | 35,000 | 33,500 |
| A3 | 20,000 | 45,000 | 37,000 | 33,000 | 35,000 |
| A4 | 34,000 | 42,600 | 25,000 | 29,000 | 31,000 |

* Para los tres productos: Hongos y levaduras (-)
 Coliformes totales (-)
 y fecales.

La limpieza de los instrumentos y los equipos se confirmó mediante la ausencia de hongos y levaduras. Además es importante señalar que debido a las concentraciones de los aditivos empleados en la formulación de los productos, se logró controlar el desarrollo microbiano.

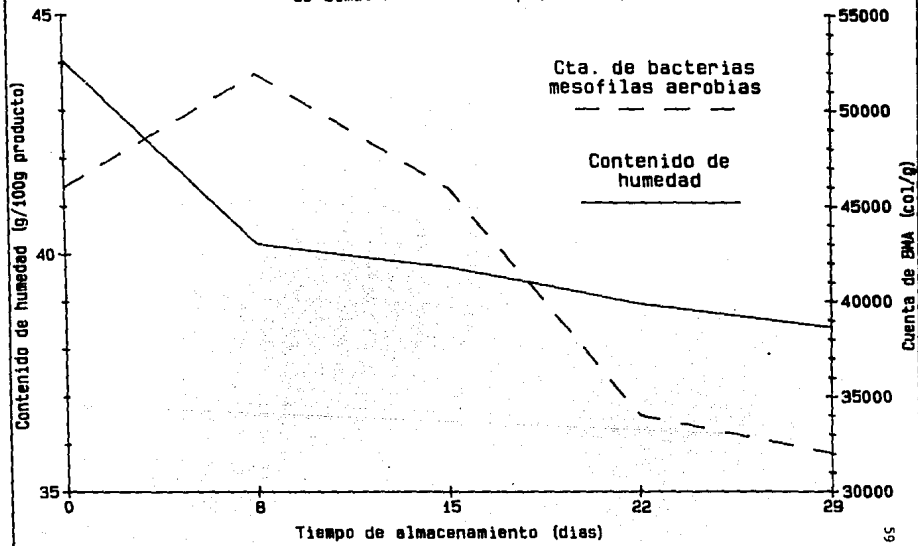
Para observar con más claridad los resultados, se graficó la humedad y la cuenta de bacterias mesófilas aerobias con relación al tiempo de almacenamiento para cada uno de los productos (figuras 3, 4, 5 y 6). Las variaciones observadas para la cuenta bacteriana total están directamente relacionadas con las variaciones en la humedad, esto es, a mayor humedad mayor cuenta bacteriana y viceversa, observando la misma tendencia en los cuatro casos.

Otra forma de confirmar el buen estado de los productos después del almacenamiento, fue al realizar un análisis de rancidez mediante el índice de peróxidos. Los resultados se presentan en el cuadro XIV, en donde se observa que la variación en éstos a lo largo del almacenamiento no fué muy marcada. Los cuatro productos presentan el mismo comportamiento, manteniendo su índice de peróxidos en el intervalo de 1.62 a 2.26.

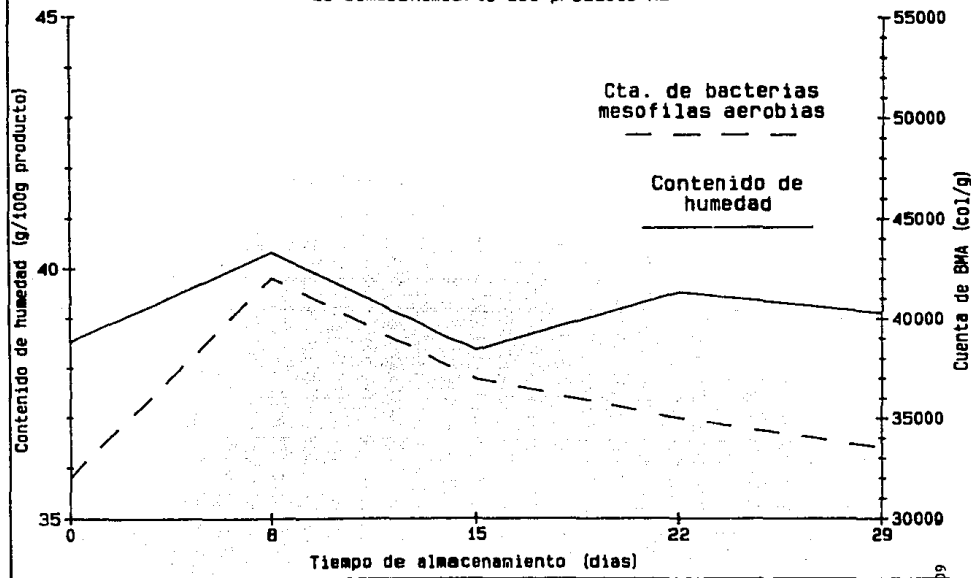
Estos resultados deben tomarse solamente como indicativos en virtud de que no existe una escala que especifique en que punto este tipo de productos debe considerarse rancio. .

Sin embargo, suponiendo válida una comparación con los índices de peróxidos que se informan en la bibliografía (26) no se presenta rancidez en los productos obtenidos. Esto se debe al bajo contenido de grasa (aprox. 2.2% en promedio), a la actividad acuosa y a la humedad que presentan los productos desarrollados; ya que dichos factores contribuyen en forma importante en las reacciones de rancidez.

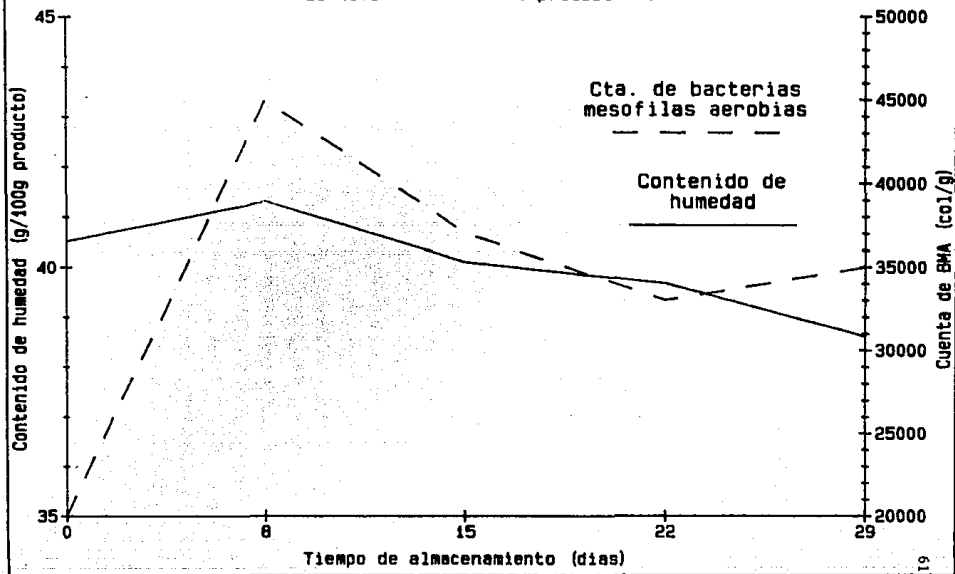
Grafica 3. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A1



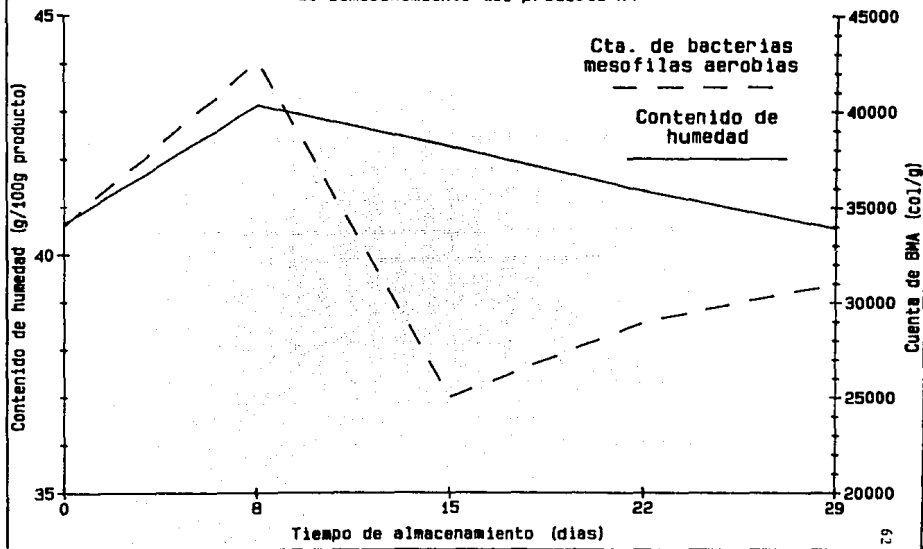
Grafica 4. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A2



Grafica 5. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A3



Grafica 6. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto A4



CUADRO XIV. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DEL INDICE DE PEROXIDOS DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE ADSORCION DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL

| (meq/Kg de aceite) | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | | |
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| A1 | 1.67 | 1.98 | 2.26 | 1.94 | 1.78 |
| A2 | 1.62 | 1.95 | 2.08 | 2.12 | 1.94 |
| A3 | 1.74 | 2.04 | 2.51 | 2.14 | 2.01 |
| A4 | 1.70 | 1.93 | 2.35 | 2.26 | 1.97 |

El cuadro XV muestra los resultados del análisis estadístico aplicado a las evaluaciones sensoriales de los cuatro productos obtenidos por esta técnica. Se observa que existe diferencia significativa entre ellos, sin embargo todos tienen una buena aceptación como lo muestran sus medias de sabor, siendo el mejor producto el denominado como A2 (media de sabor 2.8).

Las diferencias en sabor encontradas, como era esperado se deben principalmente a que los cuatro productos fueron sometidos a diferentes soluciones de humectantes y a diferentes condiciones experimentales.

CUADRO XV. RESULTADO DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS
PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE ADSORCION

| Producto | Media de sabor * |
|----------|------------------|
| A1 | 3.5 |
| A2 | 2.8 |
| A3 | 4.3 |
| A4 | 3.7 |

* Existe diferencia significativa entre las medias de sabor
(α 95%).

C) PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE DESORCION.

En el cuadro XVI se aprecia que los valores de la actividad acuosa, para los productos desarrollados por la técnica de desorción se mantienen sin cambio desde el inicio hasta el final del almacenamiento. La actividad acuosa se encontró entre 0.828 y 0.846 lo que permite concluir que las concentraciones de los humectantes utilizados fueron adecuadas para reducir el contenido acuoso en los productos.

EL contenido de humedad (cuadro XVII) de estos productos muestran un comportamiento similar, lo que favorece la estabilidad de los productos durante su almacenamiento.

Un mejor análisis de estos resultados se logró mediante las gráficas de actividad acuosa y contenido de humedad contra el tiempo de almacenamiento (gráficas 7 y 8 respectivamente).

El pH de estos productos se encontró entre 5.6 y 6.0 (cuadro XVIII) lo que asegura la efectividad del sorbato de potasio.

CUADRO XVI. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE ACTIVIDAD ACUOSA
EN LOS PRODUCTOS OBTENIDOS EN LA TECNICA DE
DESORCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO

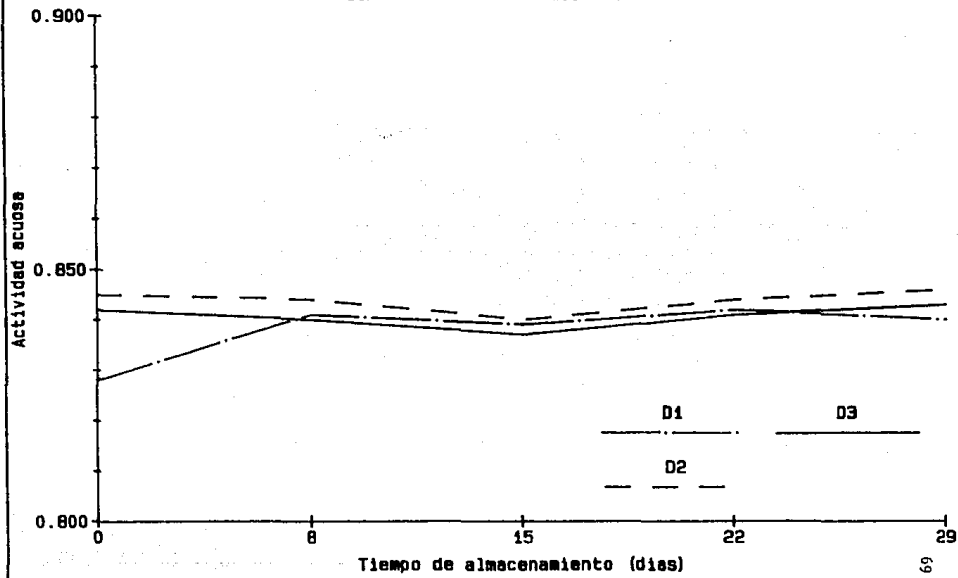
| Producto | TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | |
|----------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| D1 | 0.828 | 0.841 | 0.839 | 0.842 | 0.840 |
| D2 | 0.845 | 0.844 | 0.840 | 0.844 | 0.846 |
| D3 | 0.842 | 0.840 | 0.837 | 0.841 | 0.843 |

* Temperatura de medición 23.5 ± 0.2 °C

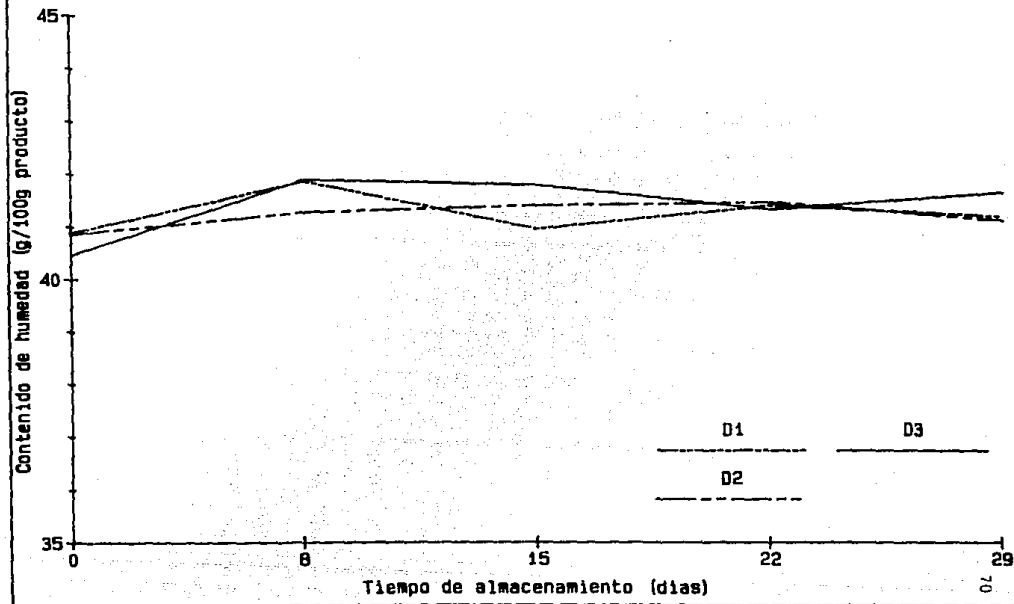
CUADRO XVII. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE HUMEDAD EN LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE DESORCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

| HUMEDAD (g/100g de producto) | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | | |
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| D1 | 40.88 | 41.87 | 40.98 | 41.42 | 41.20 |
| D2 | 40.86 | 41.28 | 41.43 | 41.48 | 41.13 |
| D3 | 40.46 | 41.90 | 41.81 | 41.39 | 41.67 |

Grafica 7. Resultados de la determinación de Aa en los productos obtenidos por la técnica de desorción durante el almacenamiento.



Grafica 8. Resultados de la determinación de humedad en los productos obtenidos por la técnica de desorción durante el almacenamiento.



CUADRO XVIII. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE pH DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE DESORCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO

| Producto | TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | |
|----------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| D1 | 6.0 | 6.0 | 5.8 | 5.9 | 5.8 |
| D2 | 6.1 | 5.8 | 5.8 | 5.7 | 5.7 |
| D3 | 5.9 | 5.7 | 5.6 | 5.8 | 5.6 |

El análisis microbiológico realizado a los productos D1, D2 y D3 (cuadro XIX), mostró que no se desarrollaron hongos y levaduras, ni tampoco se detectó la presencia de coliformes. Las cuentas bacterianas totales al final del almacenamiento fueron: para D1 40,000 para D2 43,000 y para D3 27,000. Como anteriormente se mencionó, suponiendo válida una comparación con la norma para harinas (50,000 col/g), estos resultados fueron más bajos confirmando así la calidad sanitaria de los productos elaborados.

Además se demostró que las concentraciones de los humectantes y aditivos utilizados en la formulación, actuaron efectivamente y permitieron alcanzar una actividad acuosa y una humedad tal que el desarrollo de microorganismos fué disminuido considerablemente.

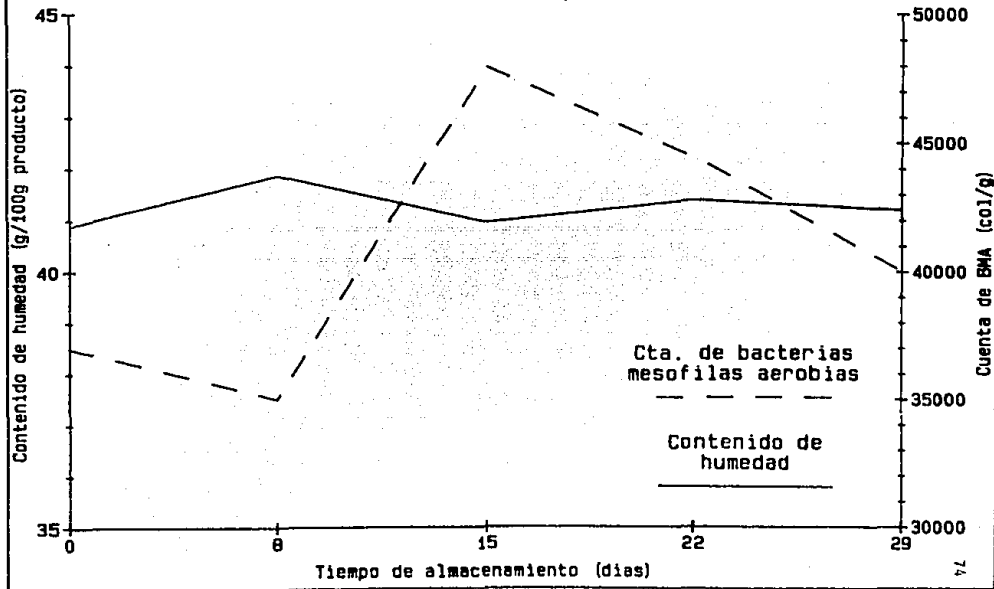
En las gráficas 7, 10 y 11 se observa el comportamiento de los tres productos, con respecto a la cuenta bacteriana total y la humedad contra el tiempo de almacenamiento.

**CUADRO XIX. RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LOS
PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE DESORCION
DURANTE EL ALMACENAMIENTO ***

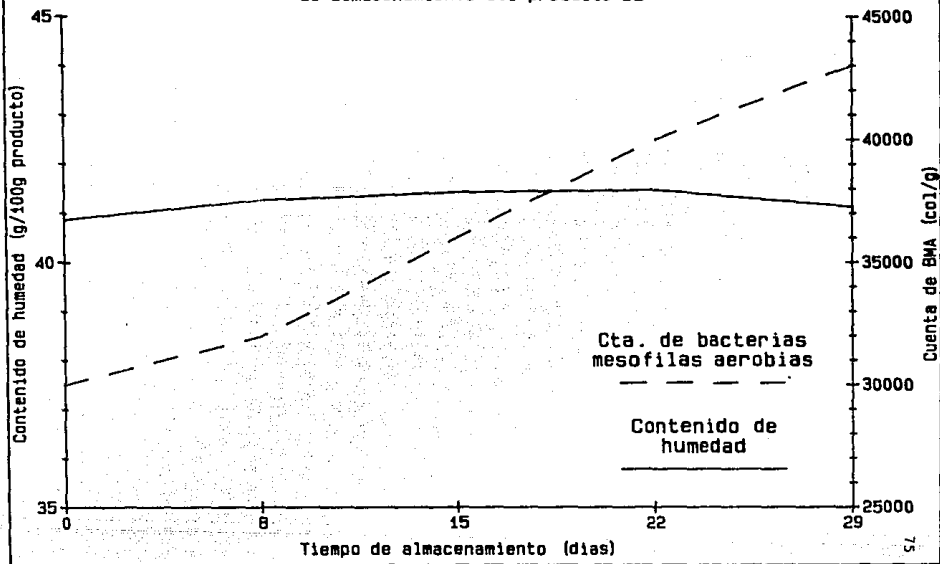
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (días) | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| Cuenta de bacterias mesófilas aerobias (col/g) | | | | | |
| D1 | 37,000 | 35,000 | 48,000 | 44,500 | 40,000 |
| D2 | 30,000 | 32,000 | 36,000 | 40,000 | 43,000 |
| D3 | 26,000 | 34,000 | 25,000 | 31,000 | 27,000 |

* Para los tres productos : Hongos y levaduras (-)
Coliformes totales (-)
y fecales.

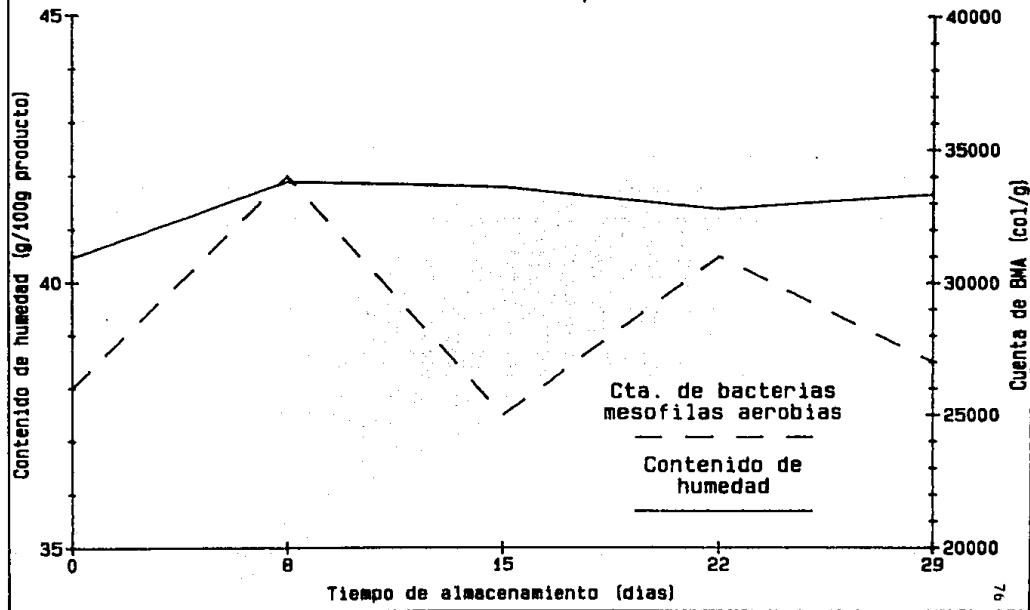
Grafica 9. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto D1



Grafica 10. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto D2



Grafica 11. Resultados de la determinación de humedad y cuenta de bacterias mesófilas aerobias en relación con el tiempo de almacenamiento del producto D3



Los resultados obtenidos del índice de rancidez se presentan en el cuadro XX, se observó una tendencia similar para los tres productos a lo largo del almacenamiento, en donde los valores aumentaron ligeramente con el transcurso del tiempo, sin embargo el aumento no fué mayor en una unidad durante ese periodo. Esto indica la estabilidad de los productos en el anaquel.

Los valores que se presentaron en el último día de almacenamiento fueron: 3.95, 3.64 y 3.71 meq/Kg de aceite para los productos D1, D2 y D3 respectivamente.

Como se mencionó anteriormente estos valores corresponden a la clasificación de ligeramente rancio, con base a la escala establecida para la especie Macarela.

Los resultados del análisis estadístico aplicado a las evaluaciones sensoriales de los productos se presentan en el cuadro XXI. Se encontró que en los productos D2 y D3 no existió diferencia significativa mientras que si se presentó para el D1; no obstante los tres productos presentaron una buena aceptación como lo indican sus respectivas medias para el sabor.

Con base en lo anterior se eligió al producto D2 como el mejor de esta técnica, debido a las opiniones generales aportadas por los jueces.

CUADRO XX. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DEL INDICE DE PEROXIDOS
DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS POR LA TECNICA DE DESORCION
DURANTE EL ALMACENAMIENTO

| (meq/kg aceite) | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (dias) | | | | | |
| Producto | 0 | 8 | 15 | 22 | 29 |
| D1 | 2.86 | 3.12 | 3.21 | 3.74 | 3.95 |
| D2 | 2.98 | 3.19 | 3.40 | 3.52 | 3.64 |
| D3 | 2.89 | 3.07 | 3.17 | 3.65 | 3.71 |

CUADRO XXI. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS PRODUCTOS
OBTENIDOS POR LA TECNICA DE DESORCION

| Producto | Media de sabor |
|----------|----------------|
| D1 | 3.7* |
| D2 | 2.6** |
| D3 | 2.4** |

* Existe diferencia significativa entre sus medias de sabor (α 95%).

** No existe diferencia significativa entre sus medias de sabor (α 95%).

Los productos finalmente seleccionados de cada técnica (A2 y D3), se sometieron a un análisis proximal y a una evaluación sensorial teniendo ésta como objetivo la elección del producto que fuera más aceptado.

En el cuadro XXII se observa que el contenido de proteína de ambos productos fué ligeramente más elevado que el de la pulpa de sardina (21.30 %), ya que se obtuvieron valores de 24.16% y 22.78% para los productos A2 y D3 respectivamente. Esto se debe por la adición de las harinas.

El contenido de grasa de A2 y D3 resultó ser menor al de la pulpa de sardina, debido al tratamiento que se le da a ésta para la obtención de los productos. El contenido de fibra fué de 3.25% para A2 mientras que para D3 fué de 2.08%, éste fué aportado principalmente por las harinas y por los condimentos.

La humedad que presentan A2 y D3 se encuentra dentro de los límites establecidos para considerarse como alimentos de humedad intermedia. Debido al empleo del cloruro de sodio, al de los aditivos en las formulaciones y al contenido de cenizas de cada una de las materias primas utilizadas, provocó que el contenido de cenizas de los productos se elevara.

De los resultados del análisis estadístico de la evaluación sensorial entre los productos A2 y D3, se seleccionó al producto D3 como el más aceptado por los jueces, con una media de sabor de

2.2. Lo anterior confirma que se tiene un menor impacto en el sabor al adicionar los humectantes en forma directa, como se hace en la técnica de desorción que al adicionarlos en solución como se hace en la técnica de adsorción.

CUADRO XXII. ANALISIS PROXIMAL DE LOS PRODUCTOS FINALES

| (g/100g de producto) | | |
|------------------------|-------|-------|
| Determinación | A2 | D3 |
| Humedad | 38.25 | 40.26 |
| Cenizas | 13.77 | 10.85 |
| Proteína * | 24.16 | 22.78 |
| Grasa | 2.17 | 3.02 |
| Fibra cruda | 3.25 | 2.08 |
| Hidratos de carbono ** | 18.40 | 21.01 |

* Nitrógeno x 6.25

** Por diferencia

**CUADRO XXIII. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL ENTRE LOS
PRODUCTOS MAS ACEPTADOS PARA AMBAS TECNICAS**

| Producto | Técnica | Media de sabor * |
|----------|-----------|------------------|
| A2 | Adsorción | 4.5 |
| D3 | Desorción | 2.2 |

* Existe diferencia significativa entre sus medidas de sabor
(α 95%).

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una metodología para la obtención de un Alimento de Humedad Intermedia, mediante las técnicas de adsorción y desorción.
- Se obtuvieron siete formulaciones para la obtención de un producto de Humedad Intermedia.
- Los productos obtenidos tienen un contenido proteico mayor al de la pulpa de sardina, debido al empleo de la harina de soya.
- Los resultados de la vida de anaquel durante un mes a condiciones ambientales revelan que los productos tuvieron estabilidad fisicoquímica y microbiológica.
- Los resultados de la evaluación sensorial demostraron que con la técnica de desorción se obtuvieron los mejores resultados en cuanto al sabor.
- La técnica de desorción presentó una mayor facilidad tecnológica y aparentemente de bajo costo, por lo que se recomienda hacer un estudio para poder precisar.

ANEXO 1

PREDICCIÓN DE LA ACTIVIDAD ACUOSA

1er. caso .- Donde el cloruro de sodio es el principal agente depresor de la actividad acuosa.

$$A_a = \exp(-\sigma n m v)$$

Ec. Bromley (15)

Donde

σ = coeficiente osmótico

n = No. de Kg de cloruro de sodio por mol de agua.

m = molalidad del cloruro de sodio.

v = No. de moles de todas las especies producidas por un mol de cloruro de sodio en solución.

2o. caso .- Cuando los agentes depresores de la A_a son polioles y/o sales inorgánicas (no electrolitos).

$$A_a = X \exp(-K x^2)$$

Ec. Norrish (15)

Donde

X = fracción molar del agua.

K = cte. característica de cada soluto.

x = fracción molar del soluto.

3er. caso .- Método simplificado para electrolitos y no electrolitos.

$$Aa = 1 - K M$$

Ec. Favetto y Chirife (20)

Donde K =cte. específica para cada soluto.
M =molalidad del soluto.

4o. caso .- Soluciones de multicomponentes.

$$Aa_M = (Aa)_1 (Aa)_2 (Aa)_3 \dots (Aa)_n \quad \text{Ec. Ross (15)}$$

Donde Aa_M =Actividad acuosa de la mezcla.

ANEXO 2

RELLENO DE PESCADO PARA TACOS

Ingredientes:

- 1 Torta de pescado de humedad intermedia.
- 2 Jitomates medianos.
- ½ Cebolla chica picada.
- 2 Chiles verdes picados o al gusto.
- 1 Diente de ajo.
- Aceite para freír.

Preparación:

- 1º Desmenuce y fría la torta de humedad intermedia en aceite.
- 2º Fría el ajo, chile y cebolla. Añada el jitomate picado dejando sazonar.
- 3º Añada la torta y fría hasta que se especie.

ANEXO 3

EVALUACION SENSORIAL

PRODUCTO: RELLENO PARA TACOS

Fecha:

INSTRUCCIONES: Evalúe las siguientes muestras por su sabor. Use la escala apropiada que muestre su evaluación y marque el punto que mejor describa su opinión aceca de la característica mencionada. Tome un poco de agua después de cada degustación.

| | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Gusta mucho | ----- | ----- | ----- |
| Gusta moderadamente | ----- | ----- | ----- |
| Gusta ligeramente | ----- | ----- | ----- |
| Ni gusta ni disgusta | ----- | ----- | ----- |
| Disgusta ligeramente | ----- | ----- | ----- |
| Disgusta moderadamente | ----- | ----- | ----- |
| Disgusta mucho | ----- | ----- | ----- |

Por favor, ordene las muestras de acuerdo su preferencia total

1a. ----- 2a. ----- 3a. -----

Comentarios: _____

Muchas gracias

BIBLIOGRAFIA

- 1) Association Official Agricultural Chemists. (AOAC). Official Methods of Analysis. Washington, D.C. 13 Ed. (1980).
- 2) Blich, E., and Dyer W, J. A fast Method por Extraction and Purification of total Lipids. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 8:26-32 (1959).
- 3) Bone, D. Water Activity in Intermediate Moisture Foods. Food Tech, 24:88-92, (1970).
- 4) Borgstrom, G. Fish and Food. Production, Biochemistry, and Microbiology. vol I Academic Press. U.S.A. (1962).
- 5) Borgstrom, G. Fish and Food Nutrition, Sanitation and Utilization. vol. II Academic. Press. U.S.A. (1962).
- 6) Borgstrom, G. Fish and Food. Handling and Processing. vol III. Academic. Press U.S.A. (1963).
- 7) Brockman, M. Development of intermediate moisture foods for military use. Food Technology. 24,896 (1970).
- 8) Bruning, J.L., Kents, B.L. Computational Handbook of stadistics second edition. Scott, Foresmand and Co. U.S.A. (1977).
- 9) Burguess, G.H.O.; Cutting, C.L.; Lovern, J.A. y Watterman, J.J. El pescado y las industrias derivadas de la pesca. ed. Acribia. Zaragoza, España. (1979).

- 10) Clucas, I.J. and Sutcliffe, P.J. An Introduction to Fish handling and processing. Tropical Products Institute . England (1981).
- 11) Clucas, I.J. Fish Handling, preservation and processing the tropics: part I. Tropical Products Institute. England (1981).
- 12) Clucas, I.J. Fish Handling, preservation and processing the tropics: part II Tropical Products Institute. England (1982).
- 13) Collins, J.L.; C.C.Chen; J.R. Park, J.O.Mundt; E. McCarty and M.R. Johnston, Preliminary studies on some properties of intermediate moisture deep-fried fish flesh. J. Food Sci. 37:657-660 Journal of Food Science (1972).
- 14) Collins, J. L. and A.K.Yu. Stability and acceptance of Intermediate Moisture Deep-Fried Cat Fish. Journal of Food Science 40:858-863 (1975).
- 15) CYTED-D. Proyecto Iberoamericano sobre Alimentos de Humedad Intermedia. Recomendaciones para la identificación y caracterización de Alimentos de Humedad Intermedia Iberoamericanos. (1987).
- 16) Daniel, W.W. Bioestadística. ed. Limusa, 2a. reimpression. México. (1982).
- 17) Davis, R.; Birch, G y K.J.Parker. Intermediate Moisture Foods. Applied Science Publisher. London. (1976).

- 18) Dirección General de Investigaciones en Salud Pública. Técnica para el muestreo y Análisis Microbiológico de Alimentos S.S.A. México (1975).
- 19) Dyma, H.A. and G.Silverman. Improving the Acceptability of Intermediate moisture fish. Food Tech. 33: 52-53 (1979).
- 20) Favetto, G.J. and J.Chirife. Simplified method for the prediction water activity binary aqueous solutions. J. Food Tech. 20: 631-636 (1985).
- 21) Fennema, O.R. Water and Ice. Food Chemistry. Marcel Dekker, New York. (1976).
- 22) Fonseca, L.A. Valor alimenticio de los productos pesqueros. Simposio sobre problemas y perspectivas de la Biotecnología en México: Alimentos Básicos Nacionales. Comité de Ciencias en Biotecnología y Bioingeniería del Consejo Nacional.
- 23) Frazier, W.C. Microbiología de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España. Primera reimpresión de la 2a. ed. (1976).
- 24) Hirsh, N. Sensory Panel test desings with data evaluation procedures. Texas (1977).
- 25) Instituto Nacional de Pesca. Diagnóstico de la situación actual de las pesquerías en México. Programa de Investigaciones y Fomentos Pesqueros (PNUD/FAO/SIC) (1973).
- 26) Jacobs, M. Chemical Analysis of Food and Food Products. 3rd. ed. Van Nostrand Company, Inc. 675-843. (1958).

- 27) Kaplow, M. Commercial Development of Intermediate Moisture Foods. Food Tech. 24:889-892 (1958).
- 28) Labuza, T.P., Tannenbaum, S.R. and Karel M. Water content and stability of low moisture and intermediate moisture foods. Food technology. 24,253 (1970).
- 29) Labuza, T.P., Properties of water and the keeping quality of Foods. Proceeding of the 3rd. int. Congress of food Science and Technology. 505/70
- 30) Labuza, T.P., Hedelbaugh, N.D., Silver, M., and Karel, M. Oxidation and intermediate moisture content. JAOAC 48:86-88 (1971).
- 31) Labuza, T.P., Stability of Intermediate Moisture Foods. 1. Lipid Oxidation. Journal of Food Science. 37:154-156 (1972).
- 32) Labuza, T.P., Stability of Intermediate Moisture Foods. Microbiology. Journal of Food Science. 37:148-150 (1972).
- 33) Labuza, T.P. Water Activity Determination: A Collaborative Study of Different Methods. 37:910-917 (1976).
- 34) Larmond, E. Laboratory Methods for Sensory Evaluations of Foods. Canada Department of Agriculture. publication 1284, Canada (1982).
- 35) Lowrie, R.A. Proteins as Human Food. Butter Worths. London (1970).

- 36) Norma Oficial Mexicana para Harina de Maíz Nixtamalizado, Norm-F16. Dirección General de Normas. México (1980).
- 37) Pintaurato, N.D. Food Aditives to Extend Shelflife. Noyes Data corp. New Jersey (1974).
- 38) Productos Pesqueros Mexicanos S.A. de C.V. Gerencia de Laboratorio de Investigación y Desarrollo. Manual de Normas y Especificaciones de Productos Terminados, Empaques y Embalajes México, D.F. (1981).
- 39) Stansby and Diccott. Industrial Fishery and Technology. Van Nostrand Reinhold. U.S.A. (1963).
- 40) Stroud G.D. Rigor in Fish: The Effect on Quality. Torry Research Station. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. England (1975).
- 41) Villareal, A. Elaboración de una torta seca y ahumada a base de sardina, cereales y soya (tesis) U.I.A. (1980).
- 42) Zubirán, S. y Chávez, A. Algunos datos sobre la situación nutricional en México. I la alimentación y los problemas sociales en la desnutrición y la salud en México. Pub. L-34. Division de Nutrición. INNSZ. México (1976).