



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

Elaboración de Camarones de Imitación
Enlatados, Congelados o Empanizados a partir
de Surimi de dos especies de pescado.

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el Título de

INGENIERO EN ALIMENTOS

presentan:

Daniel Abraham Esper

Claudia María Díaz de León Aguirre

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1987



卷之三



1080076916



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

ESTUDIO TECNICO COLECTIVO

DE CIENCIAS QUIMICAS

EN LA

Por medio de la presente me permito comunicar a Ustedes que

Elaboración de Camarones de Imitación

Enlatados, Congelados o Empanizados a partir

de Surimi de dos especies de pescado.

Desarrollado por Dalel Abraham Esper y Claudia Ma. Díaz de

León Aguirre en el Centro de Investigación y Estudios de Pos-

grado de esta Facultad, ha sido concluido bajo mi supervisión,

por lo cual ruego **que para obtener el Título de** **TESIS PROFESIONAL**

que para obtener el Título de

INGENIERO EN ALIMENTOS

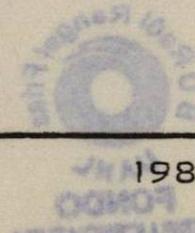
presentan:

Dalel Abraham Esper

Claudia María Díaz de León Aguirre

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1987



T
SH 33S
AN



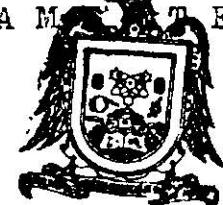
26 de Marzo de 1987.

H. CONSEJO TECNICO CONSULTIVO
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
P R E S E N T E

Por medio de la presente me permito comunicar a Ustedes que
el trabajo recepcional titulado:

"Elaboración de Camarones de Imitación Enlatados, Congelados,
o Empanizados a partir de Surimi de Dos Especies de Pescado".
Desarrollado por Dalel Abraham Esper y Claudia Ma. Díaz de
León Aguirre en el Centro de Investigación y Estudios de Post
grado de esta Facultad, ha sido concluido bajo mi supervisión,
por lo cual ruego a Ustedes se sirvan tomarlo en consideración.

A T E N T A M E N T E



CENTRO DE INVESTIGACION

DR. JOSE GERARDO MONTEMAYOR GAITAN
ASESOR DE TESIS

Dedicamos nuestros estudios,
nuestro esfuerzo y nuestro trabajo...

A Dios:

Por habernos acompañado siempre dandonos fuerza
y fe para seguir adelante y lograr la culminacion de
nuestra carrera.

A mis padres :

**Lazaro Jorge Abraham Majuj
Dalel Esper de Abraham**

**Por su gran amor, paciencia y apoyo y por transmitirme
sus sabios consejos para luchar hasta verme realizada.**

A mis hermanos :

**Mavel
Marisol
Jorge
Martha
Jesús**

A Claudia :

**Amiga y compañera de tesis, por haber convivido
juntas esta etapa de nuestra vida.**

Dalel

A mis padres :

Ramón Díaz de León Torres
Ma. Guadalupe Aguirre de Díaz de León

Los cuales me brindaron su apoyo y cariño y me
alentaron a seguir adelante en los momentos en que
más los necesité. A los dos gracias.

A mis hermanos :

Ramón
Lupita
Rodolfo
Martín
Rosario
Minerva
Ernesto
Rocío

A Luis con cariño.

A Dalel :

Compañera de trabajo recepcional, la cual siempre
me ayudó y alentó en todo lo posible y recorrió el ca-
mino conmigo. Gracias.

Claudia

A nuestros maestros

Por transmitirnos sus enseñanzas y ayudarnos en momentos difíciles y por estar con nosotros durante el transcurso de nuestra carrera, en especial al Dr. José Gerardo Montejano Gaytán que siempre nos apoyó y estuvo presente en nuestro trabajo.

A nuestros sinodales

Dr. José Gerardo Montejano Gaytán
M.C. Ma. de los Angeles Cabrero Mendoza
I.A. Ma. Elena Díaz Dibildox

A nuestros amigos

Por la amistad y el cariño que siempre nos
brindaron y por todos los momentos inolvidables
que juntos compartimos:

Ana Laura
Irma
Pepe
José Luis
Gerardo R.

Dalel y Claudia

ÍNDICE

	Pág.
Índice de cuadros	i
Índice de figuras	iii
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	5
III. OBJETIVOS	11
IV. MATERIALES Y METODOS	12
I). Materiales	12
A. Materias primas	12
B. Equipo	14
C. Reactivos y medios de cultivo	16

II). METODOS	17
A. Elaboración de Surimi	17
B. Elaboración de productos de "imitación camarón"	20
C. Análisis proximales	29
D. Análisis microbiológicos	30
E. Evaluación sensorial	30
F. Evaluación objetiva de textura	32
G. Análisis estadístico	33
V. RESULTADOS Y DISCUSION	34
A. Rendimiento	34
B. Tiempo de proceso de enlatado	36
C. Análisis proximal	39

D. Análisis microbiológico	42
E. Evaluación sensorial de camarones de imitación	47
F. Evaluación objetiva de textura	59
VI. CONCLUSIONES	65
VII. BIBLIOGRAFIA	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
I Volumen de captura de diferentes especies en el Estado de San Luis Potosí.	8
II Costo de diferentes productos pesqueros	9
III Formulación de los camarones de imitación	22
IV Formulación de la salsa tipo coctel	27
V Rendimiento de carpa y tilapia en la elaboración de surimi	35
VI Datos de penetración de calor para el camarón de imitación enlatado	37
VII Análisis proximal de los camarones de imitación elaborados a partir de carpa y tilapia	40
VIII Análisis microbiológico del camarón de imitación enlatado elaborado a partir de carpa y tilapia	43

IX	Análisis microbiológico del camarón de imitación congelado elaborado a partir de carpa y tilapia	44
X	Análisis microbiológico del camarón de imitación empanizado elaborado a partir de carpa y tilapia	45
XI	Evaluación sensorial de camarones de imitación elaborados a partir de tilapia	48
XII	Evaluación sensorial de camarones de imitación elaborados a partir de carpa	54
XIII	Resultados de prueba de corte para camarones de imitación elaborados a partir de tilapia	60
XIV	Resultados de prueba de corte para camarones de imitación elaborados a partir de carpa	62

I N D I C E D E F I G U R A S

Figura	Pag.
1 Diagrama de bloques para la elaboración de surimi	18
2 Diagrama que muestra la elaboración del producto "imitación camarón"	21
3 Molde para camarones de imitación	24
4 Evaluación sensorial de camarones de imitación a partir de tilapia	49
5 Evaluación sensorial de camarones de imitación a partir de tilapia	50
6 Evaluación sensorial de camarones de imitación a partir de tilapia	51
7 Evaluación sensorial de camarones de imitación a partir de carpa	55
8 Evaluación sensorial de camarones de imitación a partir de carpa	56

9 Evaluación sensorial de camarones de imitación a
partir de carpa

57

I. RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron preparar surimi a partir de las especies de pescado Carpa (*Ciprinus carpio specularis*) o Tilapia (*Tilapia nilotica*) y emplearlo junto con ingredientes apropiados para elaborar productos con la forma, color, sabor y textura de camarones. Se desarrolló la formulación más adecuada para obtener camarones de imitación similares a camarones del Golfo de México que se adquirieron comercialmente. Se construyó un molde de dos placas con la forma de camarón donde la mezcla fué procesada térmicamente, por medio de vapor, para la obtención de los productos de imitación. Los camarones de imitación a partir de cualquiera de los dos tipos de surimi se obtuvieron en tres presentaciones diferentes, tales como: enlatados en salsa tipo coctel, congelados al natural y empanizados-congelados.

Se determinó el rendimiento en la obtención de surimi a partir de cualquiera de las dos especies. Los diversos tipos de camarones de imitación así como camarones naturales del Golfo, empleados como muestras testigo, fueron analizados en su composición química y características reológicas evaluadas como fuerza máxima al corte. Todos los camarones de imitación fueron analizados también microbiológicamente y sometidos a una evaluación sensorial por panelistas semi-entrenados. Se estudió también la

estabilidad, desde el punto de vista microbiológico, sensorial y reológico, de los camarones de imitación durante almacenamiento por 30 días.

Resultados obtenidos indicaron que el rendimiento en la preparación del surimi fué ligeramente mayor a partir de Carpa que de Tilapia. Los camarones de imitación a partir de Carpa o Tilapia, para la misma presentación, mostraron una composición química, características microbiológicas, reológicas y sensoriales muy similares. Por lo tanto se concluyó que es posible emplear indistintamente cualquiera de las dos especies de pescado para la elaboración de surimi y camarones de imitación.

Los análisis químicos mostraron que el contenido de proteína de los camarones de imitación en sus diferentes presentaciones fué igual o mayor que en los camarones naturales del Golfo. Las evaluaciones microbiológicas indicaron que los camarones de imitación, a partir de cualquiera de los dos tipos de surimi, estuvieron libres de microorganismos patógenos y fueron aptos para consumo humano.

Evaluaciones sensoriales demostraron que los camarones de imitación en sus diferentes presentaciones tuvieron una buena aceptación al obtener calificaciones en los parámetros evaluados entre 5 (gusta ligeramente) y 6 (gusta mucho).

La evaluación objetiva (instrumental) de textura indicó que la fuerza máxima al corte en los camarones naturales del Golfo fué de aproximadamente el doble que en los camarones de imitación en sus diferentes presentaciones, excepto los camarones empanizados a partir de Tilapia que mostraron valores que no fueron estadísticamente diferentes a los de los camarones naturales. Sensorialmente, sin embargo, los camarones empanizados a partir de Tilapia presentaron las menores calificaciones en la evaluación sensorial del atributo textura. Por lo tanto, no se modificó la formulación de los camarones de imitación para aumentar su fuerza estructural y hacerla similar a los camarones naturales.

Se determinó la estabilidad bajo almacenamiento de los camarones de imitación, elaborados a partir de las dos especies, desde el punto de vista microbiológico, sensorial y de textura objetiva. Los resultados obtenidos fueron similares para los productos elaborados a partir de las dos especies de pescado e indicaron que los productos almacenados bajo congelación hasta por un período de 30 días no presentaron desarrollo de microorganismos patógenos o putrefactivos y sus atributos sensoriales no fueron estadísticamente diferentes de los observados en los productos inmediatamente después de su preparación. La textura evaluada en forma instrumental (objetiva) si mostró cambios significativos para los camarones de imitación a partir de la especie Carpa al observarse un incremento en la fuerza máxima al corte. En base a lo anterior es posible el mantener los productos de imitación

bajo congelación al menos por 30 días sin afectar sus características microbiológicas y sensoriales y aunque se aumenta, en algunos casos, su fuerza estructural, ésta no es detectada sensorialmente.

Este estudio ha demostrado que es posible la elaboración de surimi de buena calidad a partir de las especies de pescado Carpa y Tilapia las cuales son de amplia disponibilidad y bajo costo pero que actualmente son subutilizadas. Las propiedades del surimi, en particular su capacidad de gelación, permitieron que se pudieran elaborar productos de imitación de camarón aceptables sensorialmente y aptos para consumo humano.

II. INTRODUCCION

En México en el transcurso de los años uno de los problemas que ha restringido el aprovechamiento de los productos pesqueros tanto marinos como aquellos de programas de acuacultura son los hábitos alimenticios observados en las entidades federativas sin litoral, donde el consumo de productos pesqueros es muy bajo.

El pescado es una importante fuente de proteínas de alta calidad, así como otros nutrientes importantes, que puede utilizarse para atenuar uno de los principales problemas de nuestro país que es la desnutrición que afecta a un buen numero de sus habitantes.

En México el consumo humano aparente directo de productos pesqueros tanto de agua dulce como salada en el año de 1984 fué de 666,316 toneladas correspondiendo a un promedio de 13.30 Kg per-capita. Del total del consumo, el 67.8% se consumió en 17 entidades con litoral y el resto en 15 entidades sin litoral. En el Estado de San Luis Potosí se reportó un consumo directo de productos pesqueros de 3,532 toneladas, correspondiendo a un 0.53% del consumo total del país y un consumo per-capita de 1.88 Kg (Secretaría de Pesca, 1985). Este consumo per capita es el tercer consumo mas bajo en todos los Estados del país. Es evidente que el consumo de productos pesqueros en las entidades sin litoral es muy bajo lo que indica que los hábitos alimenticios y culturales son una barrera que impedira que se

logre fomentar en forma significativa el consumo directo de especies de pescado. Por lo anterior la alternativa que se piensa pudiera servir para hacer llegar los nutrientes del pescado a todos los consumidores, es presentarlos en alimentos con gran atractivo y aceptabilidad.

Para enfrentar los grandes problemas de suministro de una dieta adecuada que enfrentan los países en vías de desarrollo, es de gran utilidad una explotación racional e industrialización de productos pesqueros como es el caso en la elaboración de "surimi".

Surimi es una pasta blanqueada de pescado en la que se ha reducido considerablemente su concentración de proteínas hidrosolubles, pigmentos, grasa y sustancias responsables de olor y sabor y se han concentrado las proteínas miofibrilares a través de una serie de lavados de carne picada de pescado utilizando agua a bajas temperaturas (Montejano, 1987).

Estas características del Surimi lo hacen muy atractivo para ser usado como base para el desarrollo de diversos productos alimenticios nuevos o análogos para el consumo humano. Estudios anteriores han demostrado que es posible el desarrollo de alimentos con gran atractivo a los consumidores y a bajo costo empleando surimi como ingrediente base (Montejano et al., 1986; Reta-Alvarado y Vega-Roque, 1985)

En el presente trabajo se desarrolló un producto análogo del camarón en tres diferentes presentaciones. Se eligió el producto en forma de camarón ya que este es un alimento de origen marino de amplia aceptación entre los consumidores mexicanos, pero que por su elevado costo solo es consumido por las clases media alta y alta.

La explotación de camarón se ha realizado con base a la exigencias del mercado externo, fundamentalmente para exportar, esta es una de las causas de su alto valor comercial. En el año de 1984 se capturaron en México 76,114 toneladas de camarón pero de ese volumen, solo 18,757 toneladas se emplearon en consumo humano aparente en nuestro país y su costo fue de los más elevados dentro de los productos pesqueros (Secretaría de Pesca, 1985). El consumo per cápita de camarón en 1984 fué de 0.24 kg que lo sitúa entre los productos pesqueros más consumidos en México.

El camarón de imitación es elaborado a partir de Tilapia (*Tilapia nilotica*) y Carpa (*Carpa ciprinus specularis*) ya que estas son las dos principales especies que se capturan en el Estado de San Luis Potosí, como puede observarse en el Cuadro I. Adicionalmente, el costo de las especies mencionadas es de los más bajos de entre todos los productos pesqueros disponibles en México. La sardina es la especie reportada con el menor costo mientras que el camarón se encuentra entre los productos con mayor precio como se muestra en el Cuadro II.

CUADRO I VOLUMEN DE CAPTURA DE DIFERENTES ESPECIES
ACUATICAS EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSI

GRUPO Y ESPECIE	VOLUMEN (TONELADAS)	
	PESO VIVO	PESO DESEMBARCADO
TOTAL	1,429	1,429
PECES DE AGUA DULCE	232	232
MOJARRA (TILAPIA)	183	183
CARPA	36	36
BAGRE	8	8
OTROS	5	5
CRUSTACEOS	7	7
LANGOSTINO	7	7

CUADRO II COSTO DE DIFERENTES PRODUCTOS PESQUEROS

PRESENTACION Y ESPECIE	MAYOREO	MENUEO
CARPA	\$510.00	\$495.00*
TIAPIA	\$538.00	\$589.00
CAMARON	\$8,010.00	\$8,650.00

*LOS PRECIOS AL MENUEO RESULTAN MENORES DEBIDO A QUE ESTOS PROMEDIOS INCLUYEN OFERTAS.

Aún a pesar de su bajo costo y amplia disponibilidad, tanto la carpa como la tilapia son especies de pescado que no son consumidas en forma habitual por la población.

En particular en el Estado de San Luis Potosí, al no contarse con acceso directo al mar, toda la producción pesquera se obtiene en bordos, estanques, lagunas y presas. En 1986, la captura total de productos pesqueros en S.L.P. fue cercana a las 2,000 toneladas cuyo valor representó 500 millones de pesos. De este volumen de captura, aproximadamente, el 90% correspondió a las especies carpa y tilapia (Montes Avila, 1986)

Por lo anterior, es factible el emplear las especies de pescado carpa y tilapia para la preparación de surimi que a su vez puede ser empleado como ingrediente en la elaboración de productos de imitación de camarón. Las ventajas que presenta desarrollar un producto derivado del Surimi es que este puede prepararse en grandes cantidades cuando la captura del pescado es elevada y almacenarse para ser usada cuando la captura disminuye, además de darle una presentación diferente al producto para aumentar su aceptabilidad y consumo.

III. O B J E T I V O S

El objetivo general del presente trabajo de investigación es presentar una alternativa para el aprovechamiento de los recursos pesqueros disponibles en la Entidad en mayor cantidad y con bajo costo, transformandolos en productos atractivos para los consumidores y así incrementar el consumo los nutrientes del pescado. Los objetivos específicos del presente trabajo fueron:

- 1.- Preparar Surimi a partir de las especies de pescado, Carpa (*Ciprinus carpio specularis*) y Tilapia (*Tilapia nilotica*).
- 2.- Elaborar a partir de Surimi e ingredientes apropiados productos con la forma, sabor, color y textura de camarón a través de procesamiento térmico en un molde especialmente construido.
- 3.- Presentar los productos en tres formas diferentes: enlatados en salsa tipo coctel, empanizados congelados y congelados al natural
- 4.- Evaluar las características bromatológicas, microbiológicas, reológicas y organolépticas de camarones de imitación enlatados, empanizados congelados y congelados al natural.

IV. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fué desarrollado experimentalmente en las instalaciones de:

-Delegación Federal de Pesca en San Luis Potosí.

Centro piscícola "El Peaje".

-Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Laboratorio de Bioquímica de Alimentos.

Laboratorio de Ingeniería de Alimentos.

Laboratorio de Microbiología de Alimentos.

I). MATERIALES

A. MATERIAS PRIMAS

1. PESCADO:

En el desarrollo del presente trabajo se utilizaron las siguientes especies de pescados: Carpa (*Ciprinus carpio specularis*) y Tilapia (*Tilapia nilotica*), que fueron proporcionadas por la Delegación Federal de Pesca en San Luis Potosí a través de su centro piscícola "El Peaje" localizado en

el kilómetro 20 de la carretera federal 80 tramo San Luis Potosí-Guadalajara. Para cada prueba se emplearon 10 kg de peces (peso entero) y se capturaron y sacrificaron el mismo día de la elaboración del surimi.

2. GELIFICANTES

Almidón de papa; Merck-Mex., S.A.

3. SABORIZANTES

a. Sabor natural a camarón; donado por Harman & Reimer Corp. de México.

b. Condimentos:

Cebolla

Cilantro

Jitomate

Salsa catsup (Clemente Jacques y Cia. Querétaro, Méx.)

Salsa picante (Productos Doña Lupe, San Luis Potosí, Méx.)

Huevo fresco

Pan molido

Se obtuvieron en el mercado local

4. SAL

Cloruro de sodio; Productos Químicos Monterrey, S.A. N. L. Mex.

5. ADITIVOS

a. Conservadores

Benzoato de sodio

Sorbato de potasio

Tripolifosfato de sodio

Se obtuvieron de la compañía Especialidades Químicas Industriales, S.A., Nuevo León, Mex.

b. Colorantes

Rojo eritrosina 85% #3; Deimman de Mex., S.A.

6. ACEITE

Aceite combustible vegetal (Industrias Patrona, Veracruz, Méx.)

B. EQUIPO

Aparato microkjeldahl; Labconco Corp., Kansas, U.S.A.

Aparato Soxlet; IVA, S.A. Argentina

Autoclave; Poli-ingenieros, S.A., Mex. D.F.

Balanza analítica; Metter AE 160, U.S.A.

Balanza granataria; Triple Beam Balance, Ohaus, U.S.A.

Camara frigorífica; Impulsora de refrigeración, S.A. de C.V., Jalisco Mex.

Centrifuga de canasta; construida por alumnos en el laboratorio de Ingeniería Química, de la Facultad de Ciencias Químicas, U.A.S.L.P.

Cuenta colonias Quebec, Sol-Bat, Aparatos Científicos; Mex.

Cutter (Hobart Corp., Troy, Ohio, U.S.A.)

Engargoladora; Dixie Canner Co. Athens, G.A., U.S.A.

Estufa; Lab-Line Instruments, Inc., U.S.A.

Estufa de vacío; Precision Scientific Group, U.S.A.

Estufa de dos parrillas, Beroa, Mex.

Exhauster, Dixie Can Co.

Hielera, Aladin, Mex.

Horno; Instrumenta S-2, Lab-line Instruments, Inc., U.S.A.

Licuadora 3 velocidades; Sunbeam, S.A., Mex.

Máquina universal de pruebas Instron mod-1000, Instron Corp.

Canton, M.A., U.S.A.

Mezcladora de 5 lt; Hobart mod-N50, Hobart Dayton Mexicana.

Microscopio óptico; Rosbach de México; Mex.

Molde de camarones de imitación; ELYASA, San Luis Potosí, S.L.P.,

Molino manual de carne; Eberle, Brasil.

Mufla; Thermolyne Corp., U.S.A.

Potenciómetro, pH 125; Corning, U.S.A.

Recipientes de acero inoxidable; Alfa-Laval, N.L., Mex.

Termopares; O.F. Ecklund Inc., Fla, U.S.A.

C. REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO

Aceite de cedro
Ácido clorhídrico
Ácido sulfúrico concentrado
Agar anaeróbico
Agar de bilis y rojo violeta
Agar estreptococico KF
Agar nutritivo
Agar sal y manitol
Agar salmonella shigella
Agar sangre
Agar sulfito bismuto
Agar Vogel Johnson
Alcohol
Acetona
Azul de metíleno
Caldo estreptocíco
Caldo dextrosa
Caldo nutritivo
Caldo selenita y cistina
Cloruro de sodio
Cristal violeta
Eter etílico
Hidróxido de sodio
Lugol
Medio de carne cocida

Oxido de mercurio

Peptona de carne

Rojo de metilo

Safranina

Sulfato de potasio

Tiosulfato de sodio

Los medios de cultivo y reactivos antes mencionados fueron de productos Químicos Monterrey, S.A., N. L. Mex. y de Bioxon, Oaxaca Mex., respectivamente.

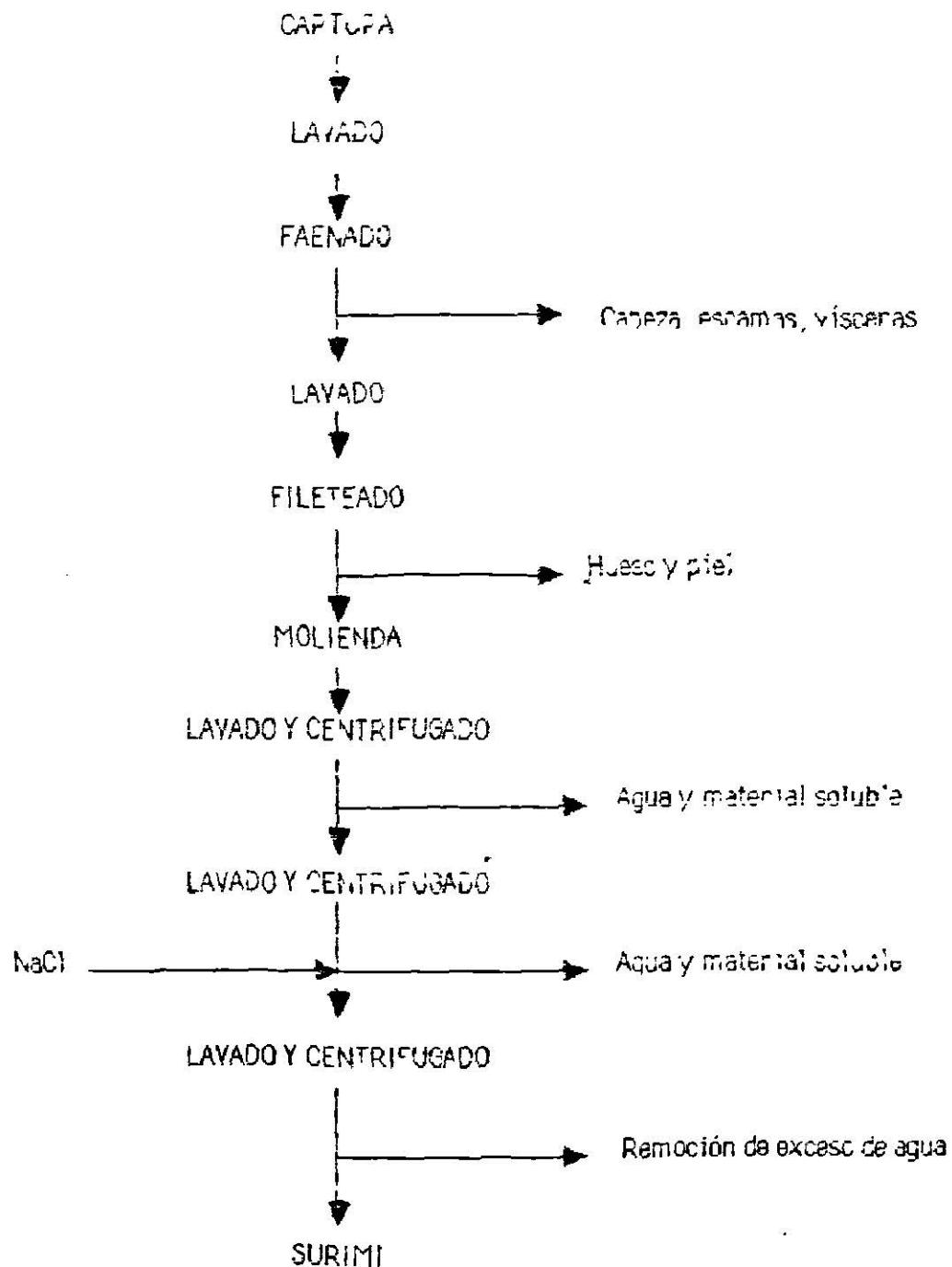
III. M E T O D O S

A. ELABORACION DE SURIMI.

Surimi se elaboró de acuerdo al método de Montejano (1987). El proceso general para la elaboración de Surimi se muestra en la Figura No. 1 y fué el mismo para las dos especies de pescado.

La superficie externa del pescado se lavó cuidadosamente con agua fría a 4°C para la remoción de escamas sueltas, mucus y objetos extraños, posteriormente se desangra, descabeza y eviscera lavando especialmente la cavidad ventral para evitar una contaminación bacteriana (Ramírez, 1975).

FIG. 1. DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE SURIMI



El pescado faenado es fileteado manualmente, el filete obtenido es pasado a través de un molino manual de carne con el fin de obtener un tamaño de partícula más pequeño y uniforme.

La carne molida se somete a una serie de tres a cuatro lavados con agua destilada a 2°C en una proporción carne:agua 1:3 (p/p), agitando por un minuto y dejando reposar aproximadamente por 20 minutos o hasta que la carne sedimente. Despues de cada lavado la carne fue pasada a un saco de cuatro capas de manta de cielo usado como filtro para remover la mayor cantidad posible de agua y minimizar las pérdidas de carne. El saco se coloca en una centrifuga de canasta construida especialmente en nuestra institución. La carne se centrifuga hasta que no se observó la separación de agua, en el último lavado se adicionó a la mezcla carne-agua 0.2% de cloruro de sodio con el fin de facilitar la remoción final de agua.

La serie de lavados se realizaron con el objeto de reducir proteínas hidrosolubles, concentración de pigmentos, grasa, residuos de sangre así como lograr un aumento en la concentración de proteína miofibrilar principalmente actomiosina las cuales se caracterizan por su habilidad de formar geles al ser procesadas térmicamente (Montejano et al., 1983, Lanier, 1986).

B. ELABORACION DE PRODUCTOS DE "IMITACION CAMARON".

A partir de los dos tipos de surimi se elaboraron productos de imitacion camarón en forma similar. Los productos se obtuvieron en tres presentaciones distintas: Enlatados en salsa tipo coctel, Empanizados congelados y Congelados al natural. En la Figura No. 2, se muestra el diagrama para la elaboración de los camarones de imitación en sus diferentes presentaciones.

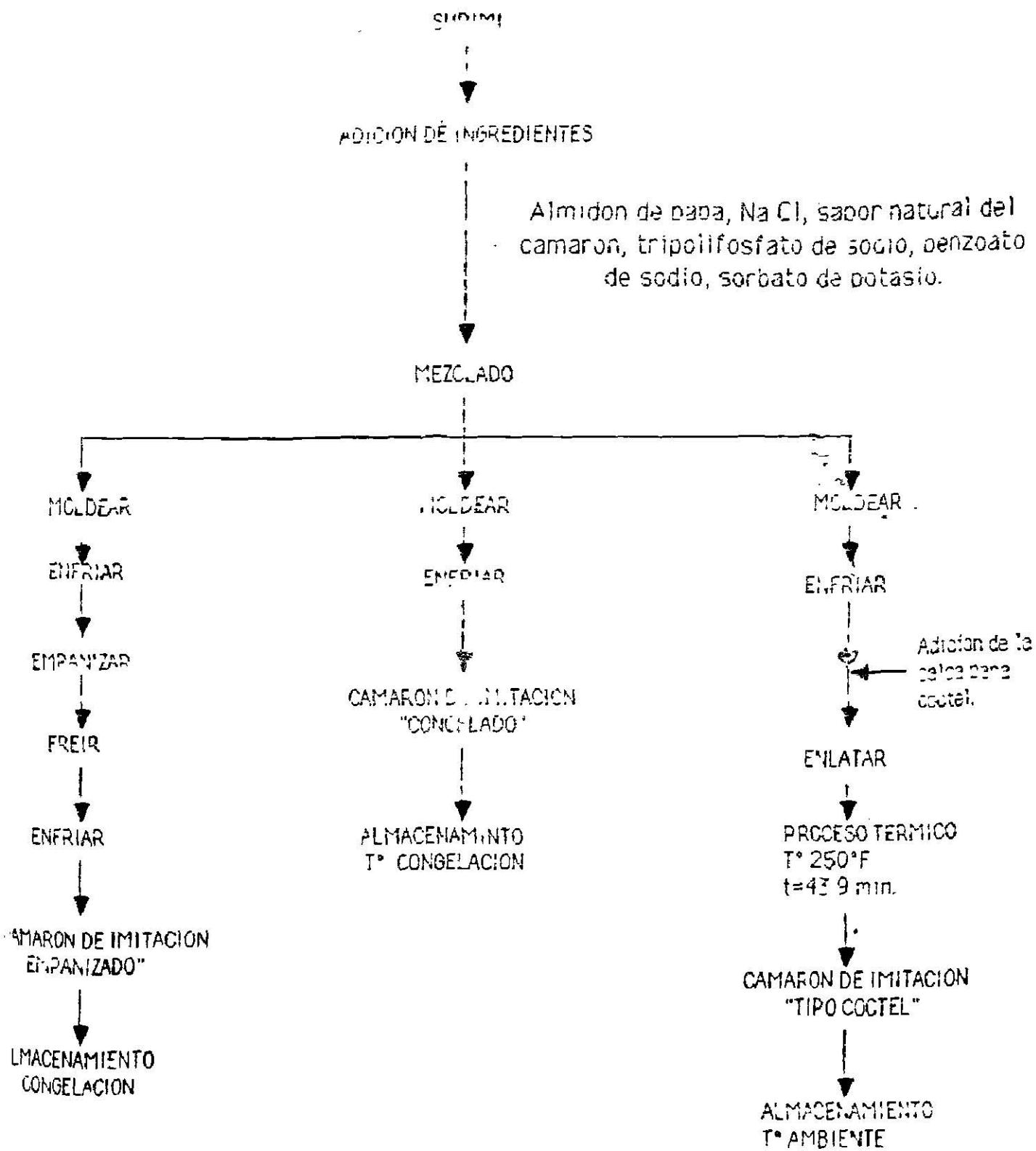
El Surimi obtenido es una pasta de pescado blanqueada en la que se ha reducido considerablemente el color, olor y sabor caracteristico del pescado, y se han concentrado las proteínas miofibrilares. El Surimi cuando se somete a un calentamiento de 80 a 90°C gelifica rápidamente y esta propiedad puede aprovecharse para la elaboración de un producto de imitación camarón.

La descripción de los pasos en la elaboración de los productos de imitación camarón se da a continuación:

1. MEZCLADO.

Después de varias pruebas preliminares, se desarrolló la formulación final para los análogos de camarón que se muestra en el Cuadro III.

FIG 2. DIAGRAMA QUE MUESTRA LA ELABORACION DEL PRODUCTO
"IMITACION CAMARON"



CUADRO III FORMULACION DE LOS CAMARONES DE IMITACION

INGREDIENTE	PESO (g)
SURIMI DE CARPA O TILAPIA	100.0
ALMIDON DE PAPA	2.5
CLORURO DE SODIO	2.3
SABORIZANTE NATURAL DE CAMARON	1.5
TRIPOLIFOSFATO DE SODIO	0.3
BENZOATO DE SODIO	0.05
SORBATO DE POTASIO	0.05

Los ingredientes se mezclaron en una picadora de carne (cutter) previamente enfriada por aproximadamente 5 min. El NaCl tiene como función principal el solubilizar las proteínas miofibrilares del surimi durante el mezclado la cual se incorpora primero y se mezcla aproximadamente un tercio del tiempo de mezclado.

Después de adicionar la sal fué añadido el almidón de papa para mejorar la textura y retención de agua ya que el almidón de papa tiene la habilidad de formar un gel fuerte y elástico el cual es menos susceptible a la retrogradación a temperatura ambiente. Enseguida se lleva a cabo la saborización de la pasta utilizando sabor natural de camarón proporcionando un producto con una gran aceptación al gusto de los consumidores. Finalmente se incorpora benzoato de sodio, sorbato de potasio y tripolifosfato de sodio como conservadores y éste último actua como agente ligante de agua. La secuencia de incorporación de ingredientes y el tiempo de mezclado son factores importantes en la calidad textural del producto final (Lee, 1984, 1986).

2. MOLDEADO.

El moldeado de la pasta se llevó a cabo utilizando un molde construido especialmente y que se muestra en la Figura 3. El molde consta de dos placas huecas de aluminio y en cada una de ellas hay dos cavidades de diferente longitud y anchura con la forma de camarón. El peso final del camarón era el mismo en los dos tamaños. Las placas estaban provistas de conexiones para



FIG. 3 MOLDE PARA CAMARONES DE IMITACION

entrada de vapor o agua de enfriamiento. El surimi se colocó en las cavidades evitando la presencia de burbujas de aire y se unieron las dos placas aplicando presión para expulsar el exceso de surimi a través de un pequeño canal en el extremo superior de las cavidades. Se hizo fluir vapor en las dos placas del molde calentando de esta manera el surimi y obteniendo un producto con la forma de camarón. El tiempo de moldeado fue diferente en cada producto, en el camarón imitación a ser enlatado fué de 3 minutos, para los camarones de imitación empanizado-congelado y congelado al natural el tiempo fué de 8 minutos.

Después del moldeado térmico, los camarones de imitación fueron enfriados en el mismo molde al cerrar el vapor y hacer circular agua fria. Las placas se separaron y se removieron los productos. Los camarones de imitación una vez enfriados son coloreados manualmente con una mezcla de rojo eritrosina y color amarillo vegetal (McCormick).

3. PROCESAMIENTO.

Los camarones de imitación a partir de los dos tipos de surimi fueron procesados en tres formas diferentes: enlatados en salsa tipo coctel, empanizados-congelados y congelados al natural.

a. Preparación de la salsa.

En la elaboración de la salsa para el coctel se ensayaron diferentes cantidades de los siguientes ingredientes: agua, salsa catsup, salsa picante, cilantro, cebolla y jitomate picados. Encontrándose la formulación más aceptable después del proceso de enlatado que se muestra en el Cuadro IV.

b. Enlatado.

El tamaño de la lata utilizada es de 300 x 406. En cada lata se colocan 14 camarones de imitación cada uno con un peso aproximado de 9 gramos y 250 gramos de la salsa previamente calentada a 60°C. Las latas una vez llenas se pasan por el exhauster para la producción de un buen vacío y posteriormente se engargolán.

c. Proceso térmico.

Para el producto de camarón de imitación en la presentación "enlatado tipo coctel" fué necesario calcular el tiempo de proceso de enlatado requerido para la destrucción de microorganismos patógenos y la inactivación de enzimas que pueden causar deterioro en el producto durante su almacenamiento posterior al proceso. Al mismo tiempo se desea que el alimento retenga sus propiedades nutricionales y organolépticas.

CUADRO IV FORMULACION DE SALSA TIPO COCTEL

INGREDIENTE	PESO (g)
AGUA	100.0
SALSA TIPO CATSUP	43.44
JITOMATE PICADO	12.73
SALSA PICANTE	6.51
CEBOLLA PICADA	4.56
CILANTRO	1.03

Se realizaron pruebas preliminares de penetración de calor para la determinación del tiempo de proceso y su comprobación. Se emplearon 3 métodos diferentes para el cálculo del tiempo de proceso térmico, tales como gráfico o general, nomograma y fórmula. El proceso térmico se efectuó en una autoclave vertical (Poly-Ingenieros, S.A., México). Después del proceso las latas se enfriaron y almacenaron a temperatura ambiente.

d. Empanizado.

Los camarones de imitación a empanizar se sumergieron en huevo entero batido y posteriormente fueron cubiertos con pan molido (Bimbo, S.A.). Despues se sometieron a un freido en aceite durante 4 minutos. Los camarones de imitación fueron enfriados a temperatura ambiente.

e. Congelado.

Tanto los camarones de imitación empanizados así como una porción de los obtenidos después del moldeado ("al natural") se empaquetaron en bolsas plásticas de baja permeabilidad al oxígeno. En cada bolsa se colocaron 15 camarones de imitación de aproximadamente 9 gramos cada uno. Se removió el exceso de aire

en forma manual y se sellaron las bolsas. Los camarones de imitación se congelaron y almacenaron al colocar las bolsas en un congelador a una temperatura constante de -15°C.

C. ANALISIS PROXIMALES.

Tanto para los músculos y surimi de las dos especies de pescado, así como para los camarones de imitación frescos y después de un tiempo de almacenamiento, se realizaron las siguientes evaluaciones empleando los métodos oficiales de la A.O.A.C. (1980):

EVALUACION	METODO
Cenizas	Residuos por calcinación
Extracto etéreo	Soxhlet
Humedad	Secado en estufa
Proteína	Micro-Kjeldahl (Factor = 6.25)
Carbohidratos	Diferencia

D. ANALISIS MICROBIOLOGICOS.

Para los diferentes tipos de camarones de imitación a partir de los dos tipos de surimi, se efectuaron las siguientes determinaciones microbiológicas empleando métodos publicados en la literatura (Speck, 1976), tanto en producto recien preparado como después de un tiempo de almacenamiento:

Recuento de microorganismos totales

Recuento de coliformes totales

Determinación de Anaerobios

Determinación de Estafilococos

Determinación de Estreptococos

Determinación de Salmonella

E. EVALUACION SENSORIAL.

Las características organolépticas de cada una de las diferentes presentaciones de los camarones de imitación de cada tipo de surimi fueron evaluadas con respecto a los parámetros: apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. Las evaluaciones fueron realizadas por grupos de 35 panelistas alumnos de los ultimos semestres de la carrera de Ingenieria en

Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se empleó una escala hedónica del 1 al 7 donde:

- 1 = disgusta muchísimo.
- 2 = disgusta mucho
- 3 = disgusta ligeramente
- 4 = ni gusta ni disgusta
- 5 = gusta ligeramente
- 6 = gusta mucho
- 7 = gusta muchísimo

Los alumnos que participaron en esta evaluación fueron entrenados en la metodología y forma de evaluación de cada atributo y ya habían participado en evaluaciones sensoriales de productos a base de surimi (Montejano et al., 1986).

En cada una de las evaluaciones sensoriales los camarones de imitación fueron evaluados en cuatro presentaciones diferentes.

Los camarones enlatados en salsa tipo coctel fueron evaluados en las presentaciones:

- a. Coctel- Productos de imitación directamente de la lata servidos en su salsa.

b. Acompañado- Productos fueron presentados sobre una galleta salada y con la opción de adicionar limón y salsa picante al gusto.

Los otros productos de imitación se denominaron:

c. Empanizado- Productos empanizados y conservados bajo congelación, descongelados y calentados en aceite comestible.

d. Congelado- Productos conservados bajo congelación, descongelados y llevados a temperatura ambiente.

Para cada evaluación se proporcionó un camarón de imitación entero a cada panelista.

Las evaluaciones se efectuaron al día siguiente y a los 30 días de la elaboración de cada tipo de producto.

F. EVALUACION OBJETIVA DE TEXTURA.

Para las tres diferentes presentaciones de los camarones de imitación de cada tipo de surimi, así como para camarones del golfo empleados como muestras testigo, se efectuó una

determinación objetiva de sus características texturales por medio de una prueba de corte con un dispositivo de Warner-Bratzler (Mohsenin, 1970) equipado con una cuchilla triangular. El dispositivo fué montado en una máquina universal de pruebas Instron modelo 1000. La cuchilla se conectó a una celda transductora de fuerza y la base del dispositivo se fijó a la plataforma de la máquina Instron. Productos individuales de aproximadamente el mismo espesor fueron colocados en forma horizontal en la base del dispositivo. La cuchilla se hizo descender a una velocidad constante de 10 cm/min para producir un corte en el centro del producto y perpendicular a su eje mayor. La fuerza y deformación aplicada se graficaron continuamente. Se empleó la fuerza máxima, una vez transformada a Newtons, como una medida de las características de textura de los productos. Se efectuaron 10 mediciones para cada tipo de producto.

Las evaluaciones texturales se efectuaron al dia siguiente de la elaboración y a los 30 días de almacenamiento de los diferentes productos.

G. ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados obtenidos de las evaluaciones objetivas de textura y sensoriales fueron analizados estadísticamente por el método de Análisis de Varianza (ANOVA) y diferencias entre tratamientos fueron determinadas empleando la estadística S de Scheffe (John, 1971).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A. RENDIMIENTO.

El rendimiento obtenido para la elaboración de surimi fué ligeramente diferente para las 2 especies de pescado empleadas como se muestra en el Cuadro V. En el caso de la especie carpa el rendimiento fué del 29.49% del total del peso del pescado entero, y muy similar a valores reportados anteriormente para la elaboración de surimi a partir de ésta especie (Montejano et al., 1986). En el caso de la especie tilapia, como puede observarse, el rendimiento promedio fué menor que en el caso de la especie carpa aún cuando la primera presenta un menor contenido de estructura ósea y mayor cantidad de músculo. Sin embargo, durante la operación de blanqueo ocurrieron casi el doble de pérdidas en tilapia con respecto a la carpa. Una de las posibles razones de ésta diferencia en pérdidas puede deberse a la menor firmeza estructural de los músculos de tilapia lo que originó una disminución de tamaño de partícula durante la serie de lavados y centrifugados. Debe indicarse que el tamaño de partícula antes de la operación de blanqueo fué el mismo para las dos especies. Rendimientos en la elaboración de surimi reportados en la literatura para diferentes especies de pescado están en un rango del 22 al 33% (Martin, 1980; Lee, 1984; Holmquist et al., 1984) por lo que los rendimientos obtenidos en el presente trabajo

CUADRO V RENDIMIENTO DE CARPA Y TILAPIA EN LA
ELABORACION DE SURIMI

	TILAPIA (%)	CARPA (%)
PESCADO ENTERO	100	100
CABEZA, VICERAS, ESCAMAS, HUESOS, PIEL, CARNE QUE NO SE SEPARA AL FILETEAR.	48.4	55.36
PERDIDA DURANTE LA MOLIENDA DE CARNE.	8	1.56
PERDIDA EN LOS LAVADOS.	21.0	10.78
PERDIDA DURANTE EL MOLDEADO.	4.2	5.8
RENDIMIENTO	24.6	26.5

pueden considerarse como aceptables, particularmente si se considera que el fileteado se efectuó en forma manual y los rendimientos máximos reportados en la literatura fueron obtenidos empleando deshuesadores mecánicos para la obtención de la carne.

Una forma posible de disminuir las pérdidas de carne durante el blanqueo es aumentar el número de sacos de manta empleados durante la centrifugación para la remoción de agua. Esto, sin embargo, significaría mayor tiempo de centrifugación y consecuentemente mayores requerimientos energéticos, adicionalmente se corre el riesgo de no remover completamente el exceso de humedad. Por lo anterior, no se consideró adecuado efectuar modificaciones en la metodología a fin de obtener un mayor rendimiento.

B. TIEMPO DE PROCESO DE ENLATADO

En los cuatro métodos empleados para el cálculo del tiempo de proceso de enlatado de los camarones de imitación se obtuvieron resultados aproximadamente iguales. Por lo anterior, se tomó como el método y tiempo de proceso más confiable el gráfico ya que presenta valores absolutos de esterilización, así como el estudio de penetración térmica donde se presentan múltiples formas de transmisión de calor (curvas lineales). Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro VI. Como se indicó anteriormente, el tiempo de proceso determinado fué de 43.5 min a

CUADRO No. VI. DATOS DE PENETRACION DE CALOR PARA EL CAMARON DE
IMITACION ENLATADO.

METODO GRAFICO

TIEMPO min	TEMPERATURA °F	LETALIDAD
0	160.4	-
2	159.1	-
4	158.6	-
6	160.6	-
8	167.2	-
10	176.7	-
12	185.0	-
14	192.6	0.003
16	199.4	0.0074
18	205.5	0.0128
20	210.8	0.024
22	215.6	0.040
24	219.6	0.064
26	223.1	0.091
28	226.2	0.132
30	228.8	0.175
32	231.2	0.227
34	233.2	0.293
36	235.0	0.360

Continuación Cuadro VI.

38	236.6	0.430
40	238.0	0.502
42	239.2	0.570
44	240.2	0.648
46	241.2	0.718
48	242.0	0.806
50	242.9	0.882
52	243.6	0.964
54	244.3	1.028
56	244.8	1.096
58	245.3	1.198
60	246.0	0.037
62	219.0	0.0056

una temperatura de 250 °F. El proceso de enlatado permite la conservación de los camarones de imitación obteniendo un producto apto para consumo humano.

C. ANALISIS PROXIMAL

El Cuadro VII muestra los valores promedio de las evaluaciones proximales de las tres diferentes presentaciones de los camarones de imitación elaborados a partir de las dos especies de pescado, así como de camarones del Golfo adquiridos en el mercado local y usados como muestra testigo. En general, no hubo grandes diferencias en la composición proximal de los camarones de imitación, en sus diferentes presentaciones, preparados a partir de carpa o de tilapia. Esto sugiere que desde el punto de vista de composición química, es posible emplear cualquiera de las dos especies de pescado para la elaboración de los camarones de imitación sin alterar significativamente su composición.

Debido a la similitud de los resultados compositionales de las dos especies de pescado empleadas no se hará diferencia al explicarlos. Puede observarse en el cuadro VII que el contenido de humedad de los camarones de imitación enlatados y congelados es mayor que en los camarones del Golfo, mientras que en los camarones de imitación empanizados es menor. En ambos casos, sin

CUADRO VII ANALISIS PROXIMAL DE LOS CAMARONES DE IMITACION
ELABORADOS A PARTIR DE CARPA Y TILAPIA

MATERIAL	CARPA	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZAS	CARBOHIDRATOS
		%	%	%	%	%
C.I. ENLATADO	CARPA	74.61	19.45	2.29	1.20	2.45
	TILAPIA	74.96	19.80	1.85	0.99	2.40
C.I. EMPANIZADO	CARPA	70.15	19.26	2.54	1.15	6.90
	TILAPIA	70.30	19.07	2.60	1.03	7.00
C.I. CONGELADO	CARPA	73.53	18.96	2.41	1.21	3.89
	TILAPIA	72.89	19.10	2.46	1.18	4.37
CAMARON DEL GOLFO		72.79	18.35	6.29	2.10	—

embargo no existe una diferencia muy marcada en el contenido de humedad de los camarones de imitación con respecto a los camarones naturales del Golfo.

El contenido de proteínas es mayor en los tres productos desarrollados que los valores observados en los camarones del Golfo, éste aumento se debe a que al eliminar la grasa y sustancias solubles durante el proceso de elaboración de surimi la concentración de proteína miofibrilar aumenta. Debido a que tanto las proteínas miofibrilares en los camarones del Golfo y las proteínas miofibrilares en los camarones de imitación son de una composición de aminoácidos similar y de buena calidad, cabría esperar que los camarones de imitación presenten un mayor valor nutricional. Se recomienda efectuar estudios nutricionales por métodos diversos a fin de corroborar esta suposición.

El contenido de grasa en los productos de imitación desarrollados es aproximadamente 2.5 veces más que en los camarones naturales del Golfo, ya que durante la operación de blanqueo parte de la grasa se separó de los músculos y del tejido conectivo flotando en el tanque de lavado y es removida. El contenido calórico de los productos de imitación, por lo tanto es menor que en los camarones naturales lo que puede contribuir a su aceptación en la dieta de los consumidores.

El contenido de carbohidratos en los productos de imitación corresponde a la cantidad de almidón adicionada al surimi, el alto contenido de carbohidratos en el camarón de imitación empanizado es debido al pan molido y huevo con el que es elaborado. Aunque los carbohidratos proporcionan calorías, su aporte es la mitad de las calorías aportadas por las grasas.

D. ANALISIS MICROBIOLOGICO

Análisis microbiológicos de los diversos tipos de camarones de imitación elaborados a partir de las dos especies de pescado se efectuaron el día de su elaboración y posteriormente a los quince y treinta días de almacenamiento. Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros VIII al X. En el caso de los camarones de imitación enlatados elaborados a partir de cualquiera de las dos especies no hubo crecimiento de ninguno de los microorganismos indicadores evaluados y el número de microorganismos totales se mantuvo por debajo de las 30 colonias en una dilución 10E(-1). Estos resultados indican que el proceso de enlatado fué efectivo para la conservación de los camarones de imitación y obtener productos aptos para consumo humano. En el caso de los camarones de imitación elaborados a partir de cualquiera de las dos especies y conservados bajo congelación no hubo crecimiento de ninguno de los microorganismos indicadores

CUADRO VIII ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL CAMARON DE Imitacion
EMILATADO ELABORADO A PARTIR DE CARPA O TILAPIA

DETERMINACION	MICROORGANISMOS POR GRAMO DE MUESTRA					
	t=1 dia		t=15 dias		t=30 dias	
	Carpa	Tilapia	Carpa	Tilapia	Carpa	Tilapia
Recuento de microorganismos totales	dilucion 10E(-1) <30 colonias		dilución 10E(-1) <30 colonias		dilución 10E(-1) <30 colonias	
Recuento de coliformes totales	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Estafilococos (Coagulas+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Salmonella Tiphosa	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Salmonella Shigella	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Estreptococos	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Anaerobios	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

CUADRO IX ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL CAMARON DE Imitacion CONGELADO ELABORADO A PARTIR DE CARPA O TILAPIA

DETERMINACION	MICROORGANISMOS POR GRAMO DE MUESTRA					
	t=1 dia		t=15 dias		t=30 dias	
	Carpa	Tilapia	Carpa	Tilapia	Carpa	Tilapia
Recuento de microorganismos totales	dilucion 10E(-1) <30 colonias		dilución 10E(-1) <30 colonias		dilución 10E(-1) <30 colonias	
Recuento de coliformes totales	(-)	(-)	(-)	(-)	dilución 10E(-1) <30 colonias	
Estafilococos (Coagulasa)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Salmonella Tiphosa	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Salmonella Snigella	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Estreptococos	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Anaerobios	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

CUADRO X ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL CAMARON DE IMITACION
EMPANIZADO ELABORADO A PARTIR DE CARPA O TILAPIA

DETERMINACION	MICROORGANISMOS POR GRAMO DE MUESTRA					
	t=1 dia		t=15 dias		t=30 dias	
	Carpa	Tilapia	Carpa	Tilapia	Carpa	Tilapia
Recuento de microorganismos totales	dilución 10E(-1) <30 colonias		3.5E(2)	4E(2)	6.2E(3)	6E(3)
Recuento de coliformes totales	(-)	(-)	(-)	(-)	dilución 10E(-1) >30 colonias	
Estafilococos (Coagulasea)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Salmonella Typhosa	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Salmonella Shigella	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Estreptococos	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Anaerobios	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

evaluados hasta los primeros quince días de almacenamiento. Sin embargo, a los treinta días de almacenamiento se observó un ligero crecimiento de microorganismos coliformes en los productos elaborados a partir de las dos especies de pescado. Los valores observados fueron menores a 30 colonias por gramo de muestra lo que indica que son aptos para consumo humano al tener un número menor de microorganismos permitidos en productos marinos procesados (Speck, 1978). Los resultados anteriores indican que es posible el mantener los camarones de imitación bajo congelación hasta por 30 días sin que ocurra un deterioro apreciable en su calidad microbiológica. En los camarones de imitación empanizados elaborados a partir de cualquiera de las dos especies de pescado y mantenidos bajo congelación se observó una mayor cantidad inicial de microorganismos totales que en los otros productos de imitación y éste número aumento durante el almacenamiento. A los 30 días de almacenamiento se detectó crecimiento de microorganismos coliformes. Es muy posible que el pan y huevo empleados para empanizar los productos hayan contribuido al desarrollo de microorganismos totales, principalmente hongos y levaduras, así como microorganismos coliformes. Es importante indicar que aunque los productos empanizados fueron freídos, el proceso no fué suficiente para la esterilización de los productos. Los resultados anteriores indican que los productos empanizados tienen menor vida de alacena, desde el punto de vista microbiológico.

E. EVALUACION SENSORIAL DE CAMARONES DE IMITACION

Para llevar a cabo la evaluación sensorial se dieron las siguientes asignaturas a los productos de imitación: Coctel-camarón con salsa directo de la lata; Acompañado-camarón enlatado acompañado con galleta y con opción de adicionar salsa picante y limón; Empanizado-camarón empanizado y Congelado-camarón congelado.

Se decidió presentar los camarones de imitación enlatados sobre galleta salada y con la opción de adicionar limón y salsa picante ya que se piensa que ésta puede ser una forma de su consumo y que pudiera aumentar su aceptabilidad.

Los resultados promedio obtenidos en las evaluaciones sensoriales de los camarones de imitación elaborados a partir de la especie Tilapia se presentan en el Cuadro XI y las Figuras 4, 5 y 6. El cuadro XI incluye también un análisis estadístico de los resultados. Puede observarse que las calificaciones promedio para los 6 atributos sensoriales evaluados, fué superior a 5 (gusta ligeramente) para las 4 diferentes presentaciones de los camarones de imitación con la única excepción del atributo textura para los camarones de imitación empanizados. Estos resultados indican que los camarones de imitación en sus diferentes presentaciones poseen características organolépticas

CUADRO XI EVALUACION SENSORIAL¹ DE CAMARON DE
IMITACION ELABORADOS A PARTIR DE TILAPIA

ATRIBUTO	COCTEL	ACOMPAÑADO	EMPANIZADOS	CONGELADO
APARIENCIA ²	5.56 ^a (1.10)	5.96 ^a (0.84)	5.87 ^a (0.60)	5.90 ^a (0.76)
COLOR	5.18 ^a (0.96)	5.46 ^a (0.75)	5.24 ^a (1.14)	5.22 ^a (1.03)
OLOR	6.09 ^a (0.73)	6.15 ^a (0.75)	5.57 ^b (0.83)	5.46 ^b (0.72)
SABOR	5.71 ^{a,b} (1.17)	6.18 ^b (0.76)	5.45 ^a (0.90)	5.30 ^a (0.86)
TEXTURA	5.54 ^a (1.12)	5.90 ^a (0.67)	4.78 ^b (1.47)	5.42 ^{a,b} (0.96)
ACEPTABILIDAD GENERAL	5.59 ^a (0.75)	6.03 ^a (0.68)	5.51 ^a (0.79)	5.53 ^a (0.80)

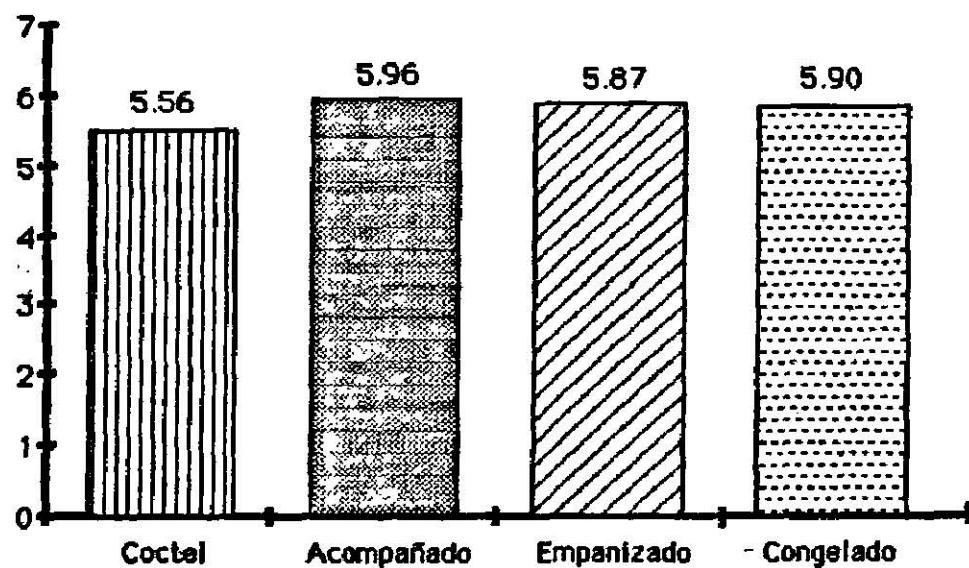
¹ PROMEDIOS DE 33 DETERMINACIONES.

² VALORES EN PARENTESIS REPRESENTAN DESVIACIONES ESTANDAR.

a,b VALORES PROMEDIO EN CADA FILERA CON SUPERINDEXES DIFERENTES SON
SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ($P < 0.05$).

FIG. 4 EVALUACION SENSORIAL DE CAMARONES DE IMITACION
A PARTIR DE TILAPIA

APARIENCIA



COLOR

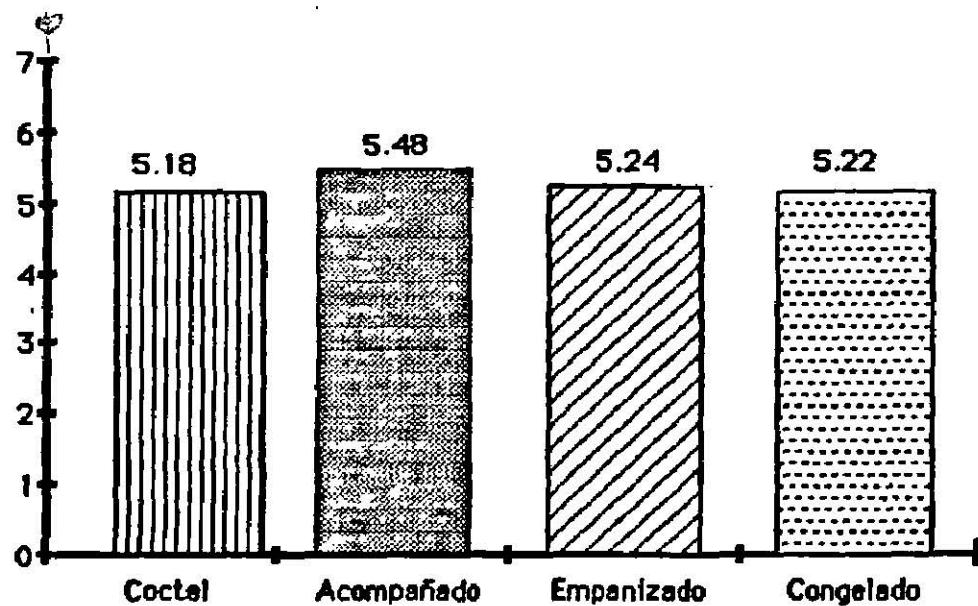


FIG. 5

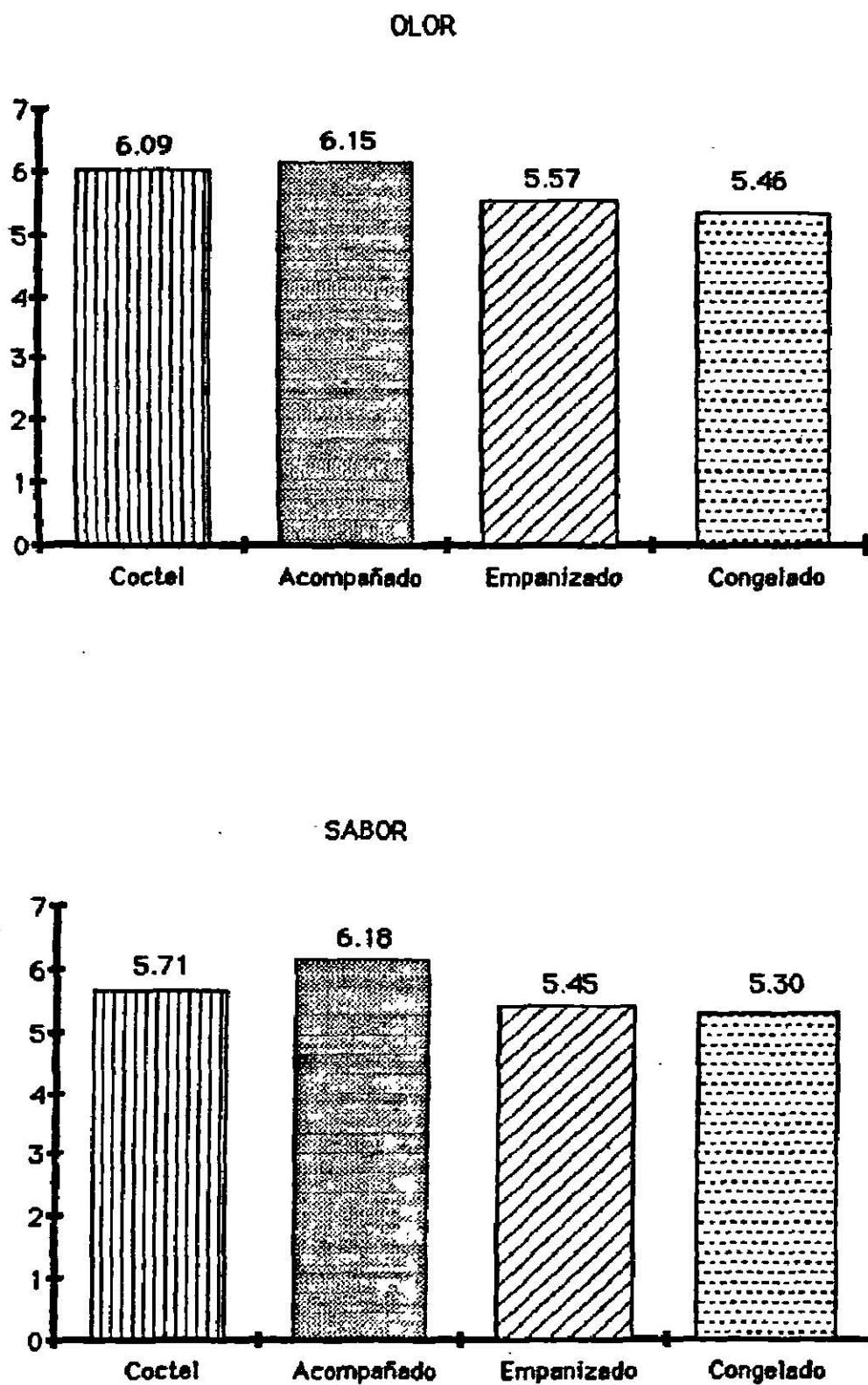
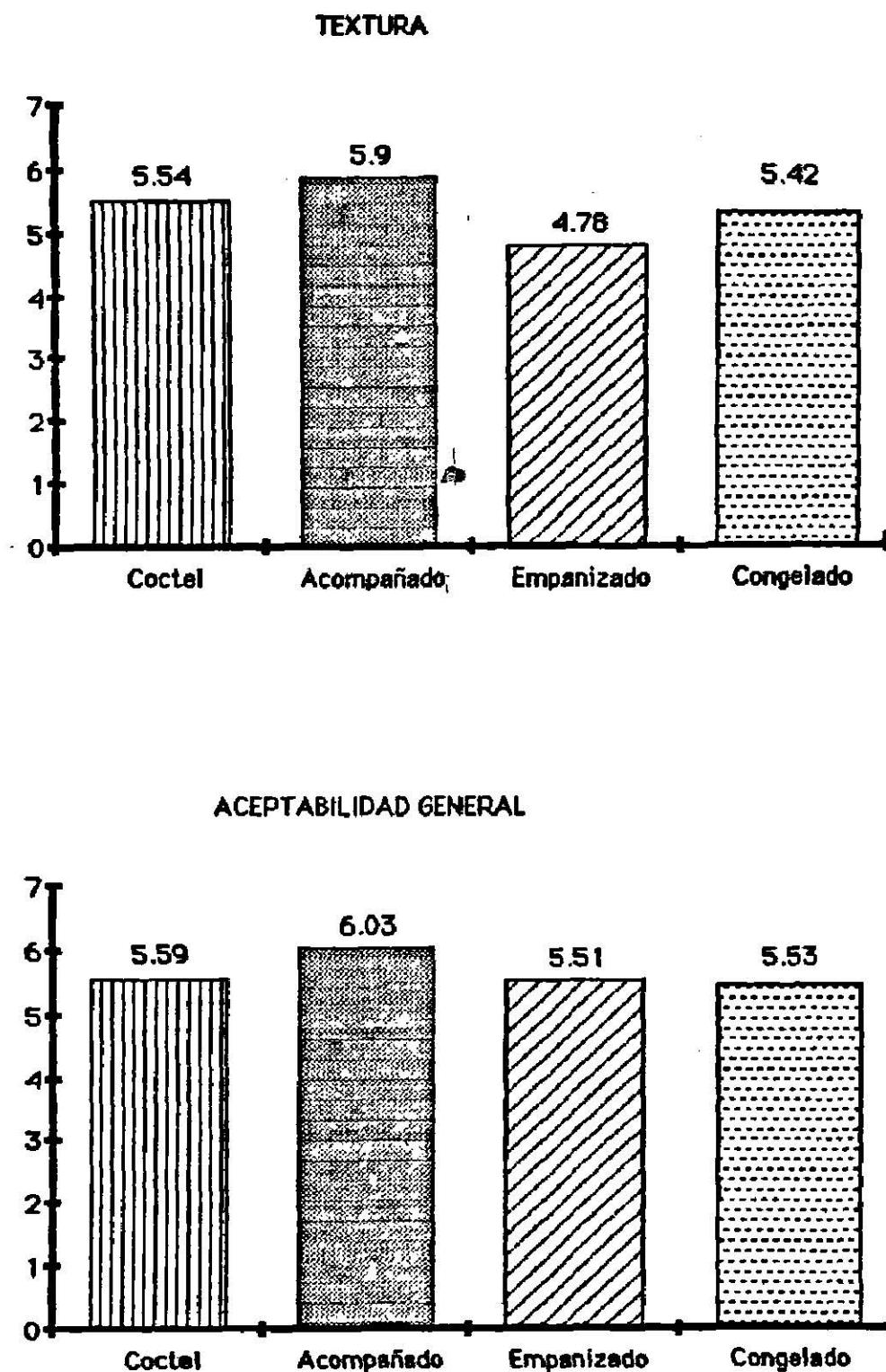


FIG. 6



aceptables a los consumidores, sobre todo si se toma en cuenta que los resultados sensoriales son el promedio de 33 evaluaciones individuales.

Al comparar los resultados sensoriales de los camarones de imitación, se observa que los atributos apariencia, color y aceptabilidad general no fueron estadísticamente diferentes para ninguna de las 4 presentaciones de los productos. El atributo olor presentó valores estadísticamente mayores para los productos de imitación Coctel y Acompañado, que a su vez no fueron estadísticamente diferentes entre si. Es muy posible que el procesamiento térmico de estos productos en salsa tipo coctel haya contribuido a sus características de olor. El camarón de imitación Acompañado presentó el valor mayor para el atributo sabor, sin embargo el análisis estadístico indicó que no hubo diferencia significativa entre esta presentación y la presentación Coctel. Nuevamente, el procesamiento térmico y la presencia de salsa en los camarones de imitación Enlatados y Acompañados contribuyó a aumentar su aceptabilidad. El análisis estadístico también mostró que no hubo diferencia significativa entre las presentaciones Coctel, Empanizado y Congelado para el atributo sabor. La textura sensorial de los productos de imitación no fué estadísticamente diferente para las presentaciones Coctel, Acompañado y Congelado; y entre las presentaciones Empanizado y Congelado.

Los resultados sensoriales para los productos de imitación camarón elaborados a partir de la especie de pescado Tilapia demuestran que no hubo, al menos estadísticamente, gran diferencia en las calificaciones otorgadas a los diversos atributos evaluados para las 4 presentaciones de los productos. Sin embargo, puede concluirse que las presentaciones Acompañado y Coctel tuvieron una aceptación ligeramente mayor.

Los resultados promedio de la evaluación sensorial de los camarones de imitación elaborados a partir de la especie de pescado Carpa en cuatro presentaciones diferentes se muestran en el Cuadro XII y las figuras 7, 8 y 9. A excepción del atributo color para los camarones de imitación en la presentación Coctel, todos los demás atributos sensoriales para las diferentes presentaciones fueron superiores a 5 (gusta ligeramente). Lo anterior indica que, nuevamente, los camarones de imitación fueron aceptables a los evaluadores.

El análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial de los camarones de imitación elaborados a partir de Carpa muestra que no hubo diferencia significativa entre ninguna de las cuatro diferentes presentaciones de los camarones de imitación con respecto a los atributos evaluados. Los altos valores de desviación estandar de las calificaciones otorgadas a los atributos sensoriales es, en parte, responsable de que no se presenten diferencias estadísticas. Es común en evaluaciones sensoriales el obtener valores altos de desviación estandar

CUADRO XII EVALUACION SENSORIAL¹ DE CAMARON DE
IMITACION ELABORADOS A PARTIR DE CARPA

ATRIBUTO	COCTEL	ACOMPAÑADO	EMPAÑIZADOS	CONGELADO
APARIENCIA	5.58 ^a (1.36) ²	6.0 ^a (1.06)	6.72 ^a (2.62)	5.81 ^a (0.97)
COLOR	4.72 ^a (1.38)	5.36 ^a (1.17)	5.63 ^a (1.21)	5.12 (1.03)
OLOF	5.82 ^a (1.08)	6.0 ^a (0.75)	5.72 ^a (1.03)	5.77 ^a (1.12)
SABOR	5.54 ^a (0.50)	5.90 ^a (0.75)	5.81 ^a (0.73)	5.32 ^a (1.04)
TEXTURA	5.36 ^a (0.90)	5.40 ^a (0.73)	5.51 ^a (1.04)	5.34 ^a (0.84)
ACEPTABILIDAD GENERAL	5.63 ^a (0.59)	6.31 ^a (1.80)	5.86 ^a (0.83)	5.75 ^a (0.92)

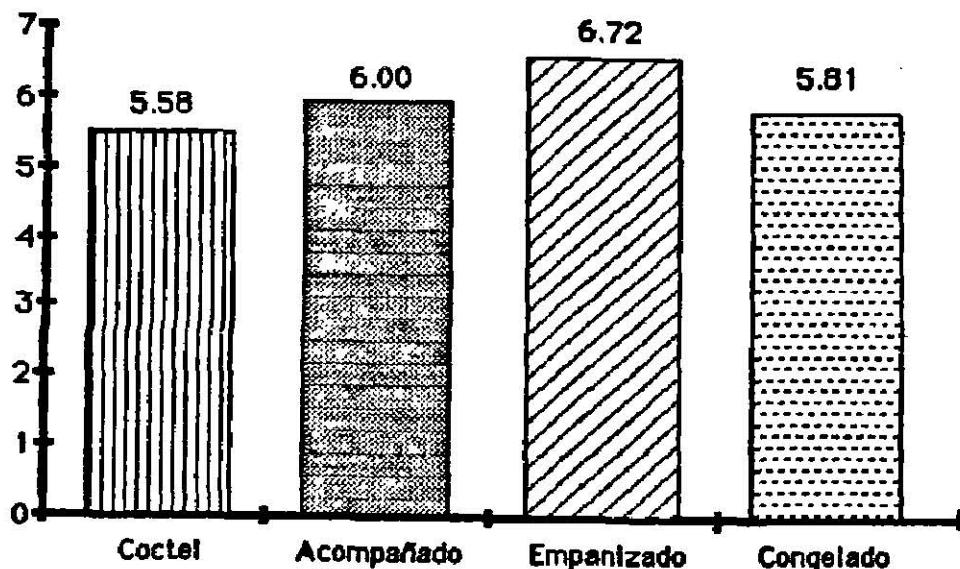
¹ PROMEDIOS DE 33 DETERMINACIONES.

² VALORES EN PARÉNTESIS REPRESENTAN DESVIACIONES ESTÁNDAR

^a VALORES PROMEDIO EN CADA FILA, CON SUPERÍNDICES IGUALES NO SON
SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.05)

FIG. 7 EVALUACION SENSORIAL DE CAMARONES DE IMITACION
A PARTIR DE CARPA

APARIENCIA



COLOR

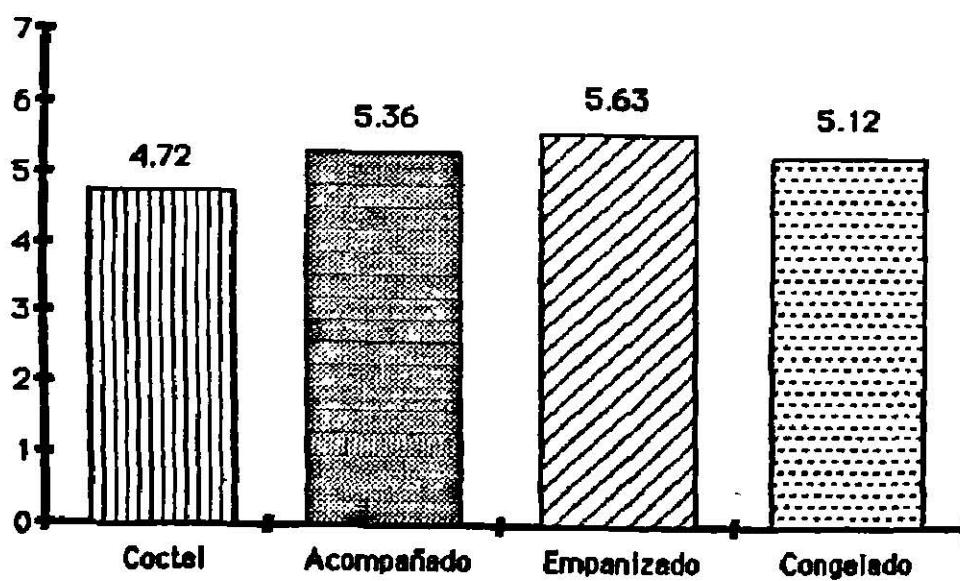
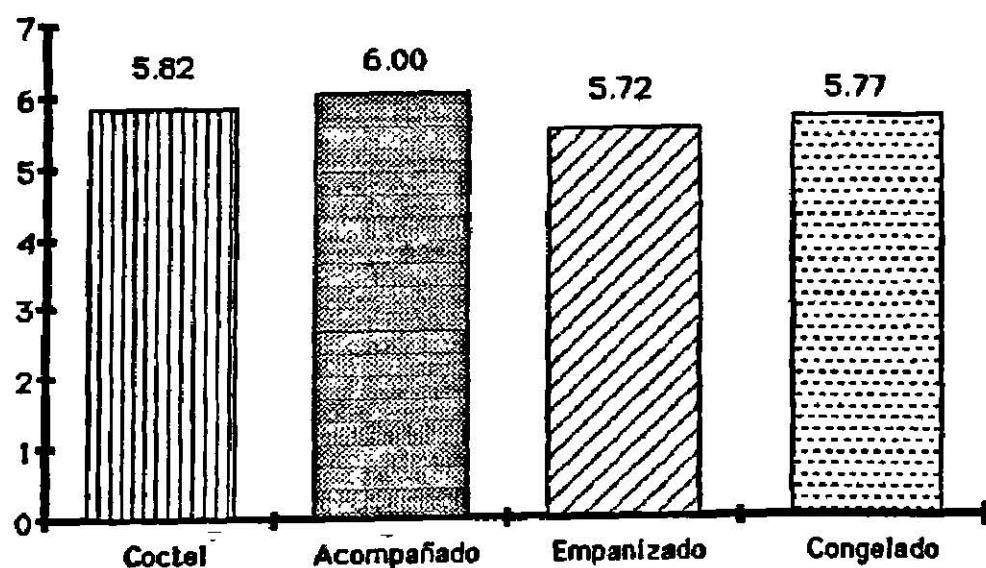


FIG. 8

OLOR



SABOR

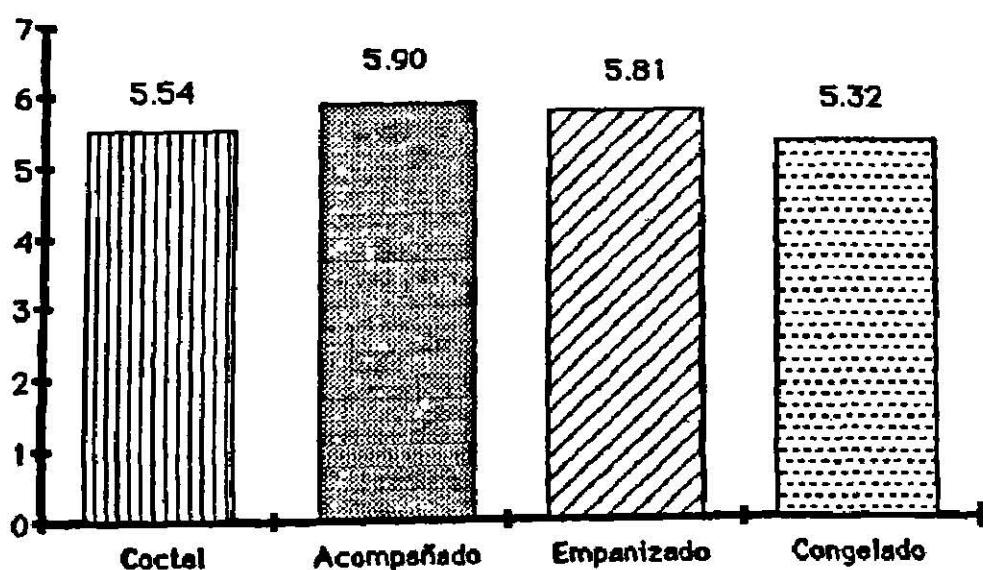
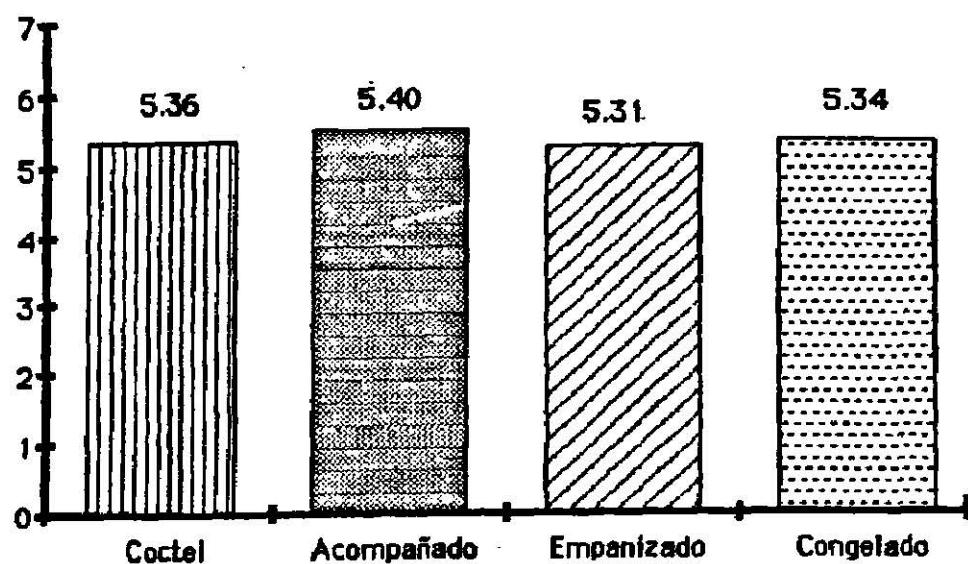
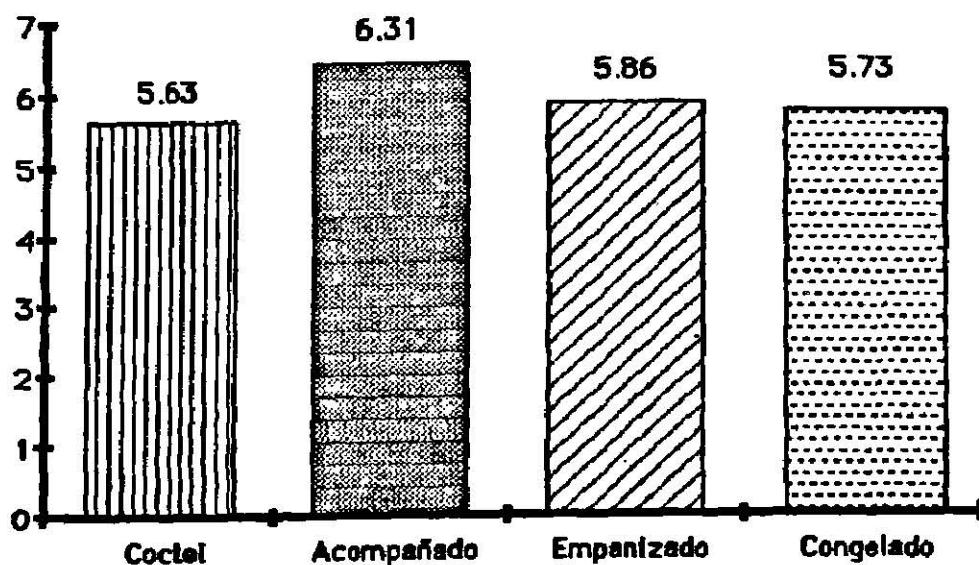


FIG. 9

TEXTURA



ACEPTABILIDAD GENERAL



debido a que es una evaluación subjetiva individual (Montejano et al., 1985). Los resultados anteriores demuestran que los camarones de imitación poseen un buen atractivo a los consumidores en cualquiera de sus presentaciones.

Al comparar los resultados de las evaluaciones sensoriales para los camarones de imitación elaborados a partir de Tilapia o Carpa en general se observan calificaciones promedio muy similares para las diferentes presentaciones. La única diferencia apreciable ocurre en la presentación Empanizado donde los camarones de imitación a partir de Carpa presentan valores consistentemente mayores en comparación con los elaborados a partir de Tilapia. Un análisis estadístico, sin embargo, no mostró diferencia estadística entre las dos especies para la presentación Empanizado.

Las evaluaciones sensoriales efectuadas después de 30 días de almacenamiento de los diferentes productos de imitación elaborados a partir de cualquiera de las dos especies de pescado dieron resultados muy similares a los observados en la evaluación al día siguiente de su elaboración. El análisis estadístico de los datos demostró que no hubo diferencia estadística significativa entre los valores. Nuevamente los altos valores de desviación estandar fueron responsables de que no se presentaran diferencias estadísticas. Lo anterior significa que es posible

conservar los productos de imitación, en particular los productos mantenidos bajo congelación, al menos por 30 días sin afectar significativamente sus atributos sensoriales.

F. EVALUACION OBJETIVA DE TEXTURA.

Los resultados de la evaluación objetiva de textura para los camarones de imitación elaborados a partir de Tilapia se muestran en el Cuadro XIII para las 3 diferentes presentaciones de los productos. Se muestran datos determinados al día siguiente y a los 30 días de almacenamiento de los productos, así mismo se muestran los valores obtenidos para camarones del Golfo empleados como muestra testigo. Los valores de fuerza máxima dan una indicación de la fuerza estructural de los productos.

Puede observarse en el Cuadro XIII que el almacenamiento no tuvo un efecto significativo sobre los valores de fuerza máxima al corte en ninguno de los camarones de imitación. Estos resultados confirman que es posible el conservar los productos de imitación, al menos, por 30 días sin afectar en forma significativa sus características.

Al comparar los valores de fuerza máxima entre los tres tipos de camarones de imitación y los camarones del Golfo puede notarse que solamente los camarones de imitación empanizados mostraron valores que no fueron significativamente diferentes de los

CUADRO XIII RESULTADOS DE PRUEBA DE CORTE PARA
CAMARONES DE IMITACION ELABORADOS A
PARTIR DE TILAPIA.

MATERIAL	FUERZA MAXIMA (N)	
	t= 1 día	t= 30 días
C.I. COCTEL	11.09 ^a (1.41)	12.02 ^a (1.90)
C.I. EMPANIZADO	25.80 ^b (1.83)	23.97 ^b (2.85)
C.I. CONGELADO	10.13 ^a (0.98)	11.10 ^a (1.13)
CAMARON DEL GOLFO	23.62 (3.13)	—

a,b

VALORES PROMEDIO EN UNA MISMA COLUMNA O EN
UNA MISMA FILERA CON SUPERÍNDICES DIFERENTES
SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P< 0.05).

camarones testigo. Los camarones de imitación coctel (enlatado) y congelado presentaron valores de fuerza máxima que no fueron estadísticamente diferentes entre sí, pero que fueron aproximadamente la mitad de los valores en la muestra testigo. Es interesante observar, sin embargo, que en la evaluación sensorial del atributo textura los camarones de imitación empanizados presentaron un valor que fué estadísticamente más bajo que en los demás camarones de imitación. Lo anterior sugiere que si se logra imitar las características texturales de los camarones naturales, debido a su elasticidad y fuerza estructural, los consumidores consideran al producto menos aceptable sensorialmente que si se obtiene un producto con una fuerza estructural menor. Por lo anterior no se modificó la formulación original de los camarones de imitación a fin de incrementar su fuerza estructural y hacerla similar a la de los camarones naturales.

El Cuadro XIV muestra los resultados obtenidos en la evaluación objetiva de textura de los camarones de imitación elaborados a partir de Carpa en presentaciones diferentes. Se muestran los datos obtenidos al día siguiente de su preparación y a los 30 días de almacenamiento, así como para camarones del Golfo empleados como muestra testigo. A diferencia de los camarones de imitación elaborados a partir de Tilapia, al emplear Carpa se observó que los productos de imitación mantenidos bajo congelación mostraron un incremento estadísticamente significativo en su fuerza estructural. Este incremento en fuerza

CUADRO X.V PESULTADOS DE PRUEBA DE CORTE PARA
CAMARONES DE IMITACION ELABORADOS A
PARTIR DE CARPA.

MATERIAL	FUERZA MAXIMA (kg)	
	t= 1 dia	t= 30 dias
C.I. COCTEL	9.11 ^a (2.06)	10.87 ^a (0.87)
C.I. EMPANIZADO	9.71 ^a (1.22)	15.35 ^d (1.49)
C.I. CONGELADO	7.52 ^b (1.06)	15.95 ^d (1.03)
CAMARON DEL GOLFO	23.59 ^c (3.19)	—

a,b,c,d

VALORES PROMEDIO EN UNA MISMA COLUMNA O EN
UNA MISMA FILERA CON SUPER INDICES DIFERENTES
SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P< 0.05).

estructural determinado objetivamente, sin embargo, no fué detectado por los panelistas en la evaluación sensorial del atributo textura al no presentarse diferencia estadística entre los valores observados a los días 1 y 30 de elaboración de los productos. Los valores de fuerza máxima observados después del almacenamiento bajo congelación por 30 días de los camarones de imitación en sus presentaciones empanizado y congelado, fueron significativamente menores que los valores en la muestra testigo. Lo anterior sugiere que al mantener la fuerza estructural de los productos por debajo del valor observado en los camarones naturales, los consumidores no consideran desagradable al atributo textura evaluado en forma sensorial. Puede concluirse, por lo tanto, que es posible conservar los productos de imitación bajo congelación al menos por 30 días y aunque objetivamente se obtiene un incremento en fuerza estructural, éste no es detectado por los consumidores.

Al comparar los productos de imitación con los camarones del Golfo se observó que éstos últimos mostraron valores de fuerza máxima estadísticamente mayores que los camarones de imitación. Los productos en la presentación coctel y empanizado no fueron estadísticamente diferentes entre si, pero tuvieron valores aproximadamente 2 veces menores que la muestra testigo. Los camarones de imitación congelados presentaron los menores valores de fuerza máxima y que fueron aproximadamente tres veces menores que en la muestra testigo. Nuevamente, debido a que los resultados de la evaluación sensorial indicaron que el atributo

textura obtuvo buenas calificaciones, no se modificó la formulación de los camarones de imitación para incrementar su fuerza estructural.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo demostraron que es posible obtener surimi de buena calidad a partir de cualquiera de las especies de pescado Carpa (*Cyprinus carpio specularis*) o Tilapia (*Tilapia nilotica*). De esta forma se puede lograr un mejor aprovechamiento de estas especies las cuales se encuentran ampliamente disponibles en el Estado de San Luis Potosí a un costo muy bajo.

El rendimiento obtenido en la elaboración de surimi a partir de cualquiera de las dos especies de pescado se consideró aceptable ya que se obtuvieron valores dentro de los rangos reportados en la literatura. Se observó un mayor rendimiento en la especie Carpa con respecto a la especie Tilapia, ya que esta última presenta mayores pérdidas durante la operación de blanqueo debido posiblemente a la menor firmeza estructural de sus músculos.

Se demostró que es posible emplear el surimi de cualquiera de las dos especies para la elaboración de productos con la forma, color, textura y sabor de camarón. La formulación desarrollada requiere pocos ingredientes adicionales al surimi. El molde desarrollado para el moldeado térmico del surimi con la forma de camarón fué de fácil operación y existe la posibilidad de

utilizar varios moldes en serie al mismo tiempo para el escalamiento de la operación de manufactura de camarones de imitación.

Desde el punto de vista microbiológico, los camarones de imitación están libres de microorganismos patógenos lo que los hace aptos para consumo humano. Para la conservación de los productos de imitación el método más adecuado fué el enlatado. Sin embargo, conservación a bajas temperaturas permite el mantener los productos sin cambios deteriorativos, desde el punto de vista microbiológico y sensorial, hasta por 30 días.

Los camarones de imitación al ser elaborados en tres presentaciones diferentes: enlatados en salsa tipo coctel, empanizados-congelados y congelados al natural, no presentaron, en general, diferencia estadística en su grado de aceptabilidad sensorial. Las calificaciones promedio otorgadas a los 6 diferentes atributos sensoriales evaluados, fueron superiores a 5 (gusta ligeramente) y en algunos casos superiores a 6 (gusta mucho) para las diferentes presentaciones de los productos. Puede concluirse que los camarones de imitación al ser aceptables a los panelistas tendrán aceptación entre los consumidores potenciales, y cualquiera de estas presentaciones puede ser empleada a nivel comercial.

Al emplear cualquiera de las dos especies de pescado no se tuvo un efecto en las características organolépticas de los camarones de imitación. Por lo tanto, se puede emplear indistintamente cualquiera de las dos especies de pescado para la elaboración de los productos de imitación. Esto es de particular valor si se considera que los volúmenes de captura de las especies no son constantes a través del año, por lo que para mantener una producción constante se puede reemplazar una especie por otra de acuerdo a su disponibilidad.

Desde el punto de vista de textura objetiva (instrumental), los camarones de imitación, en general, tuvieron menor fuerza estructural que camarones naturales del Golfo empleados como muestras testigo. La única excepción a lo anterior la presentaron los camarones de imitación empanizados elaborados a partir de Tilapia que presentaron valores de fuerza máxima a la fractura que no fueron estadísticamente diferentes de los observados en los camarones naturales del Golfo. La evaluación sensorial del atributo textura para estos camarones de imitación, sin embargo, presentó los valores más bajos en comparación con los demás camarones de imitación. Puede concluirse, por lo tanto, que para obtener una mayor aceptación de los camarones de imitación es mejor que su fuerza estructural, evaluada como fuerza máxima al corte, sea aproximadamente 50% menor que la observada en los camarones naturales.

En general, puede concluirse que la operación de blanqueo para la obtención de surimi a partir de dos especies diferentes de pescado cumplió sus objetivos de resultar en una pasta proteinica con una reducida concentración de pigmentos y sustancias responsables de color, olor y sabor característico a pescado. Las propiedades de gelación térmica del surimi de Carpa o Tilapia fueron las adecuadas para permitir la obtención de los camarones de imitación con una buena aceptabilidad. La metodología desarrollada en el presente trabajo puede ser aplicada a diversas especies de pescado, en particular aquellas de bajo costo y poca aceptabilidad comercial, permitiendo que sus nutrientes sean aprovechados.

VII. B I B L I O G R A F I A

A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C., U.S.A.

Holmquist, J.F., E.M. Buck y H.O. Hultin. 1984. Properties of kamaboko made from red hake fillets, mince or surimi. *J. Food Sci.* 49:192.

John, P.M.W. 1971. Statistical Design and Analysis of Experiments. The Macmillan Co. New York, N.Y., U.S.A.

Lanier, T.C. 1986. Functional properties of surimi. *Food Technol.* 40(3):107.

Lee, C.M. 1984. Surimi process technology. *Food Technol.* 38(11):69.

Lee, C.M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. *Food Technol.* 40(3):115.

Martin, R.E. 1980. Third National Technical Seminar on Mechanical Recovery and Utilization of Fish Flesh. National Fisheries Institute. Washington, D.C., U.S.A.

Mohsenin, N.N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Sci. Publ., Inc. New York, N.Y., U.S.A.

Montejano, J.G. 1987. Elaboracion de surimi a partir de diversas especies de pescado. *Tecnol. Alim. (En Prensa)*.

Montejano, J.G., D.D. Hamann y T.C. Lanier. 1983. Final strengths and rheological changes during processing of thermally induced fish muscle gels. *J. Rheology* 27:557.

Montejano, J.G., D.D. Hamann y T.C. Lanier. 1985. Comparison of two instrumental methods with sensory texture of protein gels. *J. Texture Studies* 16:403.

Montejano, J.G., L. Vega y M.T. Reta. 1986. Desarrollo de productos de pescado tipo embutido con sabor camarón o condimentado a partir de una pasta blanqueada de carpa (*Cyprinus carpio specularis*). Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1986.

Montes Avila, J.A. 1986. Expandir la pesca, reto de nuestro tiempo. *Memorias del Foro de Pesca, Dia Mundial de la Alimentacion*. San Luis Potosí, S.L.P., Mexico.

Ramirez, G.R. 1975. Tecnologia Pesquera. Estudios y Difusion Maritimos, A.C. Mexico.

Reta Alvarado, M.T. y L. Vega Roque. 1985. Elaboracion de un Embutido de Pescado Sabor Camaron a Partir de Especies Subutilizadas de Bajo Costo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Quimicas de la Universidad Autonoma de San Luis Potosi - San Luis Potosi, S.L.P., Mexico.

Secretaria de Pesca. 1985. Anuario Estadistico de Pesca 1984. SEPESCA. Mexico.

Speck, M.L. 1978. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Washington, D.C., U.S.A.

