

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**"COMPARACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS EN LA
ELABORACION DE PASTA DE PESCADO TIPO SURIMI
A PARTIR DE CARPA (Cyprinus carpio) Y MOJARRA
TILAPIA (Tilapia mossambica)"**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA

GUILLERMO CAZARES LEON

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1992

181335
C. 2



1080061081

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"COMPARACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS EN LA
ELABORACION DE PASTA DE PESCADO TIPO SURIMI
A PARTIR DE CARPA (Cyprinus carpio) Y MOJARRA
TILAPIA (Tilapia mossambica)"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
PRESENTA

GUILLERMO CAZARES LEON

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1992

11122

M

T
SH335
C3



Biblioteca Central
Magna Solidaria

F. Tesis



040-664
FA 4
1992
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

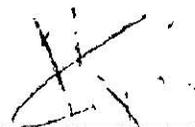
" COMPARACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS
EN LA ELABORACION DE PASTA DE PESCADO TIPO SURIMI
A PARTIR DE CARPA (Cyprinus carpio) Y MOJARRA
TILAPIA (Tilapia mossambica) "

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
PRESENTA

GUILLERMO CAZARES LEON

COMISION REVISORA



Ing. Carlos C. Rodríguez A.



Biól. Jaime F. Treviño N.



Ing. Roberto Villarreal Ch.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



" COMPARACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS
EN LA ELABORACION DE PASTA DE PESCADO TIPO SURIMI
A PARTIR DE CARPA (Cyprinus carpio) Y MOJARRA
TILAPIA (Tilapia mossambica) "

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
PRESENTA

GUILLERMO CAZARES LEON

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	iv
INDICE DE FIGURAS	iv
AGRADECIMIENTOS	v
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	9
MATERIAL Y METODOS	14
RESULTADOS	18
DISCUSIONES	28
CONCLUSIONES	32
RESUMEN	33
BIBLIOGRAFIA CITADA	34

INDICE DE TABLAS

1. Volumen de la captura de mojarra y carpa en peso desembarcado a nivel nacional durante 1984-1988.	3
2. Rendimiento porcentual en la elaboración de surimi de mojarra <u>Tilapia mossambica</u>	20
3. Rendimiento porcentual en la elaboración de surimi de carpa <u>Cyprinus carpio</u>	24

INDICE DE FIGURAS

1. Diagrama de bloques para el proceso de elaboración de surimi empleado.	17
2. Balance promedio de materia del proceso de elaboración de surimi de mojarra.	21
3. Rendimiento medio de presurimi para la mojarra.	22
4. Rendimiento medio de presurimi comparado con el promedio de surimi obtenido a partir de mojarra... ..	23
5. Balance promedio de materia del proceso de elaboración de surimi de carpa.	25
6. Rendimiento medio de presurimi para la carpa.	26
7. Rendimiento medio de presurimi comparado con el promedio de surimi obtenido a partir de carpa. ...	27

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar en estas líneas mi gratitud a las siguientes personas por haber participado en la materialización de este trabajo de investigación:

Ing. José Fco. Uresti Salazar, por el acceso al equipo Kjeldhal del Laboratorio de Bromatología (FA-UANL).

Ing. Alfredo Ortega, de Arancia Comercial, S.A. por la muestra sin costo de sorbitol.

Ing. Carlos C. Rodríguez Acevedo; Biól. Jaime Treviño Neáves e Ing. Roberto Villarreal Chapa, Catedráticos de la Facultad de Agronomía UANL, por la revisión crítica del escrito.

Y por último, a toda aquella persona que en forma directa o indirecta, haya contribuido de buen agrado al desarrollo de esta tesis. A todos ellos mil gracias.

Esta Tesis esta Dedicada:

A Santiago y Natalia, mis padres... ejemplos a seguir y mis más preciados tesoros; a Natalia, mi hermana... por cuidar siempre de ellos; a Felix, mi tio... por compartir conmigo su sabiduría de la vida... y a Mirella por su amistad.

INTRODUCCION

La investigación referente a esta tesis se planteó y realizó para comparar los rendimientos y costos de la elaboración de pasta de pescado tipo surimi a partir de la carpa (Cyprinus carpio) y mojarra tilapia (Tilapia mossambicus) así como - determinar el valor nutritivo proteínico de ambas pastas y - ofrecer una alternativa más para el consumidor en cuanto a productos pesqueros se refiere.

La mojarra tilapia y la carpa son dos especies dulceacuí--colas consideradas como de amplia disponibilidad y bajo costo (Montejano, 1989). El volumen de captura de mojarra durante 1984-1988 en México (Tabla 1) se registró en 317,326 toneladas, esto fue un 64.39 % del total de especies capturadas; mientras que para la carpa y durante el mismo período de ti--empo se registraron 99,324 toneladas para un 19.65 % del total de especies capturadas, de acuerdo a datos para varios años obtenidos de Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Pesca (INEGI 1991). Además, se sabe que los surimis de estas especies son de buena calidad, pudiendo utilizarse como in--gredientes funcionales y nutricios para desarrollar productos alimenticios nuevos o análogos (Montejano, 1989). Se han reportado porcentajes proteicos discrepantes para el caso de la carpa: 16 % y 18 % (Williams, 1977; Pennington, 1985), y un 19 % de proteína para la mojarra (Williams, 1977).

Surimi es un término japonés ("carne picada") para la --carne de pescado mecánicamente obtenida, que ha sido lavada

con agua y mezclada con crioprotectores para una buena vida - de anaquel congelada. Se le usa como producto intermedio de - una variedad de platillos marinos texturizados (Lee, 1984).

El surimi y derivados son conceptos que datan de alrededor del año 1100 D.C. cuando pescadores japoneses desarrollaron la técnica de elaboración y conservación del surimi vía el lavado, picado, mezclado con sal y cocción al vapor o por - asado. Tradicionalmente, el surimi japonés se preparaba de - pescado fresco y se procesaba de inmediato en productos kama- boko; término genérico que designa a una variedad de productos preparados a partir de surimi (Lee, 1984). El término kama- boko es aplicado de dos maneras: como término genérico a un - pastel japonés o gel homogéneo proteico de pescado de consis- tencia elástica y como término específico a distintos tipos de pasteles de pescado (Berumen, 1986). El término se presta a confusión pues si bien a todos los productos hechos a partir - de surimi se les llama, por lo general, kamaboko, en forma ka- maboko son aquellos montados sobre una charola de madera y - cocidos al vapor o asados a la parrilla (Lee, 1984)

La producción tradicional de surimi se efectuaba sobre una base diaria que dependía del suministro de pescado fresco. Esto limitó la capacidad industrial del surimi a un nivel de pequeña escala hasta 1959, cuando investigadores japoneses descubrieron la técnica para estabilizar al surimi congelado. Este resultado derivó del hallazgo fortuito de un crioprotec- tor que conservó al surimi de la desnaturalización por conge- lación durante almacenado. Lo anterior permitió a los fabri-

cantes almacenar surimi para épocas de escasez y producirlo en buques factorías en alta mar (Lee, 1984).

Se da el caso de que en la literatura se cite con frecuencia el término " pescado picado congelado ", como sinónimo de surimi, lo cual es incorrecto, ya que dicho término hace referencia a la carne de pescado obtenida mecánicamente y que no ha sido lavada y que carece de estabilidad en congelación (Berumen, 1986).

Tabla 1. Volumen de la captura de mojarra y carpa en peso desembarcado a nivel nacional durante 1984 - 1988 (Toneladas y por ciento participativo).

Año	Mojarra	Carpa	Total Nacional
1984	59,515 (69.70)	9,580 (11.22)	85,390
1985	51,844 (63.25)	16,394 (20.00)	81,965
1986	63,595 (64.26)	20,645 (20.86)	98,961
1987	70,595 (63.38)	25,885 (23.18)	111,387
1988	71,777 (61.38)	26,880 (22.99)	116,937
TOTAL	317,326 (64.39)	99,324 (19.65)	494,640

INEGI, 1991: El Sector Alimentario en México.

En los Estados Unidos de Norteamérica, donde primero se introdujo este alimento y que por razones de adaptación y aceptación por el consumidor resultó un desarrollo de este tipo de productos; el uso de sinónimos de surimi con términos tecnificados creó la necesidad de una nomenclatura de identidad normalizada, por lo que la Administración de Drogas y Ali-

mentos (FDA) de aquel país, designó la siguiente definición al surimi " Carne de pescado picada que ha sido lavada para remover materiales indeseables (sangre, pigmentos y sustancias de odor) y mezclada con crioprotectores (azúcar y/o sorbitol) para estabilizarla en congelación ". Agregando que " En la formulación de alimentos marinos terminados, el surimi se descongela y mezcla con otros ingredientes y aditivos tales como saborizantes naturales de carne de molusco, sal, agua y almidón y/o clara de huevo y es procesado con calor para elaborar productos fibrosos, laminados, troceados o moldeados para su consumo final. Se comercializaran congelados o frescos y pueden ser empanizados" (Berumen, 1986).

De los varios métodos existentes para producir alimentos pesqueros no tradicionales para consumo humano, el surimi tiene la ventaja sobre los hidrolizados y concentrados proteicos de pescado, de retener en mayor grado, aún tras meses de congelación, las propiedades funcionales de la carne del pescado: capacidad de formación de gel, capacidad de emulsificación y de retención de agua, entre otras. Además, presenta un alto valor nutritivo y la característica, en los de buena calidad, de no conservar ni el color ni el olor del pescado utilizado, lo que puede aprovecharse para elaborar una gran variedad de imitaciones o productos alimenticios de nueva creación (Berumen, 1986).

La materia prima disponible para elaborar surimi fresco es abundante y variada; se pueden utilizar más de 60 especies diferentes de peces, entre ellas atún, macarela, grufidores, ti-

burón y hasta anguilas (Hsu, 1990). Cada especie exige técnicas de procesado ligeramente diferentes y debido a que el diseño de estos surimis no contempla el almacenamiento congelado se procesan de inmediato a productos kamaboko. La única especie procesada en volumen comercial para la producción del surimi congelado es la llamada " Pescadilla de Alaska " (Alaskan pollock Theragra charcogramma), debido a sus propiedades químicas adecuadas y a su abundancia (Lee, 1984). En nuestro país se ha investigado la factibilidad de elaborar surimi congelado a partir de especies dulceacuícolas de bajo costo y de poca demanda (Montejano, 1989).

A un proceso básico para elaborar surimi lo integran las operaciones siguientes: Lavado del pescado, descabezado y el eviscerado, separación de la carne, lavados agitados, eliminación de agua excedente, tamizado, mezclado con ingredientes y empacado y congelado.

En el proceso comercial típico de surimi, se descabeza, se eviscera y limpia el pescado; se le coloca en un separador mecánico que separa a la carne de las espinas y piel. El tambor de esta máquina tiene perforaciones no mayores a 3 - 4 mm de diámetro para prevenir que la piel pase a través de ellas. Básicamente, el surimi se elabora por un lavado agitado repetido de la carne con agua fría (5 - 10°C), hasta volverla incolora e inodora, debido a que la mayoría de las proteínas hidrosolubles son removidas. En un proceso manual por lotes el volumen de agua para cada lavado debe ser de 5 a 10 veces el -

del pescado, con al menos 3 ciclos de lavado. El número de ciclos de lavado y el volumen de agua dependerán de la especie del pez, la condición inicial del pescado y la calidad deseada del surimi. La producción comercial de surimi implica un lavado en continuo con agitación mecánica en una serie de tanques. Los lavados repetidos y agitados remueven mucha de la proteína hidrosoluble, junto con sustancias indeseables y enzimas, aumentando el nivel de la actomiosina. Durante la última lavada con frecuencia se aplica NaCl 0.01 a 0.3 % para facilitar la remoción de agua. Se recomienda usar agua blanda con un nivel mínimo de Ca/Mg y Fe/Mn pues agua dura causa alteraciones en color y textura durante el almacenado congelado (Lee, 1986).

Al lavado le sigue un escurrido del agua excedente con una prensa de tornillo. La pasta resultante se transfiere a un colador para remover piel residual oscura, huesos y escamas, -- que se obtenga una carne blanca, inolora y libre de residuos.

Mediante una cortadora silenciosa o un agitador de listones se incorporan azúcar (4%), sorbitol (4%) y polifosfatos (0.2%). Los niveles de los dos primeros pueden ajustarse al tipo de producto y dulzura deseados. Finalmente, se moldea, y se envuelve en plástico congelando por debajo de -10°C (Lee, 1984). La habilidad gelante del surimi elaborado de pescado fresco (1 - 2 días de captura) y en buenas condiciones, no se altera significativamente durante más de un año, cuando se conserva a temperatura constante inferior a -20°C , pero si se mantiene a -10°C , la habilidad gelante se reduce gradualmente hasta volverse inservible después de 3 meses (Lee, 1984).

La adición de crioprotectores al surimi tiene la finalidad de anular la agregación - desnaturalización proteica debida a la congelación, con la simultánea pérdida de capacidad de formación de gel, que determina la vialidad del surimi y kamaboko (Berumen, 1986). La prevención de la desnaturalización proteica por adición de azúcares puede ser explicada por su habilidad para aumentar la tensión superficial del agua y por el aumento de agua atada, previniendo el acarreo de moléculas --- desde la proteína y estabilizando a la misma (Lee, 1984).

Los crioprotectores de mayor uso son la glucosa, sucrosa y sorbitol a niveles de 4 % cada uno. Otros compuestos que han sido ensayados como crioprotectores para surimi han sido algunos aminoácidos, polialcoholes, almidones y polifosfatos entre otros (Sych y col. 1990a y b; Yoon y Lee, 1990). Se sabe que los azúcares y alcoholes derivados tienden a oscurecer al surimi (Lanier, 1986). Propiedades funcionales como la capacidad emulsionante, la de retención de agua y la de formación de geles de pescado congelado son muy inferiores a las observadas en los pescados frescos. Estas alteraciones en la calidad de la carne se deben principalmente a la desnaturalización proteica miofibrilar. La proteína miofibrilar de los peces es más labil que la de animales terrestres. La gelificación en kamaboko se dificultará en pescados congelados con desnaturalización avanzada, con un descenso significativo en la solubilidad proteica miofibrilar. El componente principal de la -- proteína miofibrilar solubilizada en solución salina es la

actomiosina (Berumen, 1986).

El mecanismo de la desnaturalización proteica miofibrilar - no esta del todo entendido y de entre las hipótesis propuestas destaca, la que lo atribuye a una elevación en la concentración de solutos y los cambios acompañantes en fuerza iónica y en pH, debido a que las sales afectan a las fuerzas secundarias no covalentes estabilizadoras de la estructura terciaria y cuaternaria de las macromoléculas proteínicas. Lo anterior se apoya por el efecto inhibitor de los lavados del surimi que causan una reducción de la concentración salina en la carne procesada (Berumen, 1986).

Por otra parte, el agua de lavado resultante contiene una cantidad significativa de icteoproteínas solubles, que podemos reincorporarlas al proceso o bien secarlas para darles otra aplicación alimentaria (Martin, 1992).

LITERATURA REVISADA

Nakayama y Yamamoto (1977) examinaron cambios en valores - del ATB, textura, color, sabor y olor ocurridos durante el almacenado en congelación de la pulpa obtenida de pescadilla de Alaska (Theragra chalcogrammus) y otras especies subutilizadas que conservaron a -20°C de temperatura durante seis meses.

Wong y col. (1978) analizaron la influencia sobre la textura y contenido de espinas del tamaño de los orificios del tambor de un separador de carne y espinas mecánico para la pescadilla de Alaska (Theragra chalcogrammus). Encontraron que la textura más alta luego de cocción, correspondía a la pulpa obtenida de los tambores de orificios mayores (7 mm) - y que el contenido de espinas y escamas fue considerablemente menor en la pulpa obtenida de tambores con los orificios más estrechos (2 mm).

Cheng y col. (1979a) estudiaron los efectos sobre la textura de ictiogeles de la velocidad de calentamiento y las temperaturas internas finales usando ictiotejidos mecánicamente des-huesados. Encontraron que, por lo general, el calentamiento rápido a 85°C de temperatura interna produjo ictiogeles con textura más firme y elástica que aquellos calentados de forma lenta a 70°C de temperatura interna.

Cheng y col. (1979b) estudiaron las funcionalidades proteicas de ictiogeles molidos de cuatro especies deshuesadas por medios mecánicos y almacenados a -29°C durante 12 meses. Se halló que las propiedades de textura y capacidad de retención de agua de los ictiogeles cocidos varió mucho entre especies debido quizá al grado de proteodegradación en el proceso térmico.

Kim y col. (1986) investigaron en surimi de pescadilla de Alaska (Theragra chalcogrammus), los efectos del congelado y deshielo cíclicos, sobre la calidad del surimi en cuanto a viscosidad y cambios en la rigidez del sol, durante el tratamiento térmico y fallas en las propiedades estructurales del gel cocido. Una prueba de torsión que usaron para determinar la fuerza de los geles a diferentes condiciones térmicas, reveló una relación inversa entre el número de ciclos de congelado - deshielo y la fuerza y deformabilidad del surimi.

Berumen (1986) desarrolló la metodología y determinó la factibilidad de preparar surimi a partir de sardina Monterrey (Sardinops sagax caerulea). Evaluó su calidad reológica, microbiana y nutricional y propuso su uso como materia prima de productos terminados.

Montejano (1989) desarrolló la metodología y determinó la factibilidad de preparar surimi a partir de diversas especies ícticas, evaluando su calidad vía composición química, análisis microbiológico y características reológicas de fuerza y -

deformabilidad del gel en los diversos surimis. Encontró que todos los surimis fueron de buena calidad para desarrollar productos alimenticios nuevos o análogos.

Pacheco-Aguilar y col. (1989) evaluaron procedimientos para el lavado eficiente de pulpa molida de merluza del Pacífico Merluccius productus para la producción de surimi. Probaron intercambios de agua de bajo volumen y lavados a pH 4.9 - 6.7 como medios de reducción del agua usada en el proceso de surimi. Un lavado simple de proporción agua:pulpa de 3:1 y con pH 5.0 - 5.3 fueron señalados los procedimientos más eficientes. Los requerimientos de agua fueron reducidos un 80 % y el rendimiento incrementado hasta 34 % respecto al procedimiento convencional.

Chang y col. (1990) elaboraron surimi a partir de pulpa de merluza del Pacífico (Merluccius productus) con rendimientos del 21.4 % de surimi y estudiaron el efecto de varios aditivos proteicos sobre la fuerza del gel, encontrando que la clara de huevo produjo los geles con mayor dureza y elasticidad.

Hollingworth y col. (1990) estudiaron los indicadores químicos de la descomposición para surimi crudo y hojuelas de cangrejo imitado a partir de pescadilla de Alaska (Theragra chalcogrammus). Ambos productos se almacenaron a 4°C, 10°C y 22 °C hasta descomposición avanzada, permaneciendo aceptable su calidad al menos 13 días en las muestras de 4 °C.

Park y col. (1990) investigaron los efectos del rigor mortis sobre las propiedades gelantes del surimi obtenido a partir de tilapia (Arcochromis aureus) y asociaron un rendimiento y contenido proteico significativamente mayores, así como extractibilidad proteica y habilidad de formación de gel mejoradas en el surimi de peces en pre-rigor.

Sych y col. (1990a) estudiaron los efectos protectores de varios compuestos comerciales en surimi de bacalao (Gadus morhua) comparándolos a una mezcla de control de sucrosa - sorbitol (1:1). Encontraron en base a resultados de proteínas extraíbles con sal y desnaturalización térmica, que los 3 crioprotectores examinados estabilizaban a las proteínas miofibrilares adecuadamente como la mezcla de control.

Hau (1990) determinó el efecto del almaceamiento congelado sobre la blancura y fuerza del gel en productos de surimi y las interacciones entre el congelamiento y otras operaciones unitarias del proceso. Halló que la blancura es afectada en forma significativa por el almacenamiento y sus interacciones con las demás operaciones y que las condiciones de almacenado deben ser incluidas en la optimización.

Yoon y Lee (1990) evaluaron los efectos crioprotectores relativos de dos compuestos químicos y sus mezclas y los compararon contra otros tres. No hallaron diferencia significativa en efectividad entre sorbitol cristalino solo, mezclado con sucrosa y sorbitol líquido y sucrosa, siendo señaladas las 2

últimas mezclas como demasiado dulces y reemplazables enteramente por sorbitol líquido (8 % peso), reduciendo costos, dulzura y sin perder efectividad.

Sych y col. (1990b) estudiaron los efectos crioprotectores de varios compuestos químicos sobre las proteínas del surimi de bacalao (Gadus morhua) durante el almacenamiento en congelación. Encontraron el mejor efecto crioprotector en sorbitol, jarabe glucosado, sucrosa y sorbitol/sucrosa al 8 % p/p.

MATERIAL Y METODOS

La totalidad de los procesos de elaboración de surimi realizados en este trabajo de tesis se efectuaron en las instalaciones del Taller de Cárnicos, perteneciente a la Facultad de Agronomía (U. A. N. L.) y que se localiza en Marín, N.L.

Las especies de pescado estudiadas fueron dos: mojarra tilapia (Tilapia mossambica) y carpa (Cyprinus carpio); ambas especies se adquirieron enteras y parcialmente evisceradas en una conocida cadena de supermercados locales.

Para los objetivos y limitaciones del presente trabajo se decidió por manejar lotes de 10 ejemplares por especie. Las especies seleccionadas se caracterizaron por su amplia disponibilidad, bajo costo comparado a otras especies y poca demanda como producto fresco en el mercado (Montejano, 1989).

Para desarrollar el proceso general de elaboración de surimi congelado a partir de las especies antes citadas, se adoptó un método base descrito por Berumen (1986), al que se aplicaron ciertas modificaciones particulares (Fig. 1)

Cada espécimen fue lavado cuidadosamente, se registró su peso, se limpió todo resto de las vísceras lavando nuevamente con agua corriente, se removieron las escamas con el borde de un cuchillo, raspando en dirección de la cola hacia la cabeza evitando dañar la piel, luego se descabezó, se eliminaron las aletas y lavó, se fileteó y en seguida se separó la carne en forma manual y se registró su peso. La pulpa entera se pasó por un molino de carne manual con un cedazo de orifi-

cios de 4 mm de diámetro. La pulpa molida se pesó y sometió a una serie de 3 lavados con agua potable fría mantenida a menos de 5 grados centígrados con hielo potable; la proporción entre carne y agua fue de 1:4 (p/p) y durante los lavados la mezcla de agua y pulpa se mantuvo en movimiento durante 10 minutos con un agitador electromagnético de laboratorio, luego de lo cual la pulpa lavada se pasó a través de una media de nylon removiendo el agua de cada lavado, incluyendo el final que es donde la remoción de agua es mayor mediante presión con las manos. A continuación se registró el peso de la pulpa lavada y escurrida para determinar las cantidades de los aditivos acompañantes, los cuales fueron incorporados a la pulpa lavada mezclándolos en forma manual. Los ingredientes crioprotectores añadidos fueron sacarosa (azúcar de mesa) y el sorbitol (70 %) en una mezcla con 8 % de una combinación de partes iguales de los agentes citados. Finalmente la pulpa lavada y con aditivos (surimi) se pesó, se empacó en bolsa doble de polietileno, fue moldeada en forma rectangular y almacenada en congelación a - 18 C. por 1 mes.

El rendimiento de cada corrida se calculó obteniendo el cociente que resulta de dividir el peso del surimi entre el peso del pescado entero eviscerado; se multiplicó por 100 para expresarlo en porcentaje.

Se aceptó o rechazó que el rendimiento de una especie es menor que el de la otra vía el siguiente estadístico de prueba:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

para pruebas unilaterales de muestras pequeñas en pruebas de hipótesis para diferenciar entre dos medias y que se basa en la suposición de que ambas poblaciones tienen una distribución normal y varianzas iguales (Mendenhall, 1982:302).

El valor nutritivo en porciento proteico se determinó de manera proximal vía método Kjeldahl que se fundamenta en la transformación del nitrógeno proteico a sulfato de amonio vía digestión con ácido sulfúrico a ebullición; el amonio es desprendido, destilado y recibido en una solución de ácido bórico al 4 % que se titula con solución estandar de ácido clorhídrico 0.1 N en presencia de rojo de metilo (0.1 %). Se efectuaron determinaciones en tejido crudo y en surimi.

El costo estimado de producción se calculó en base al rendimiento promedio aportado por cada especie y a los precios de las materias primas en el momento de las pruebas.

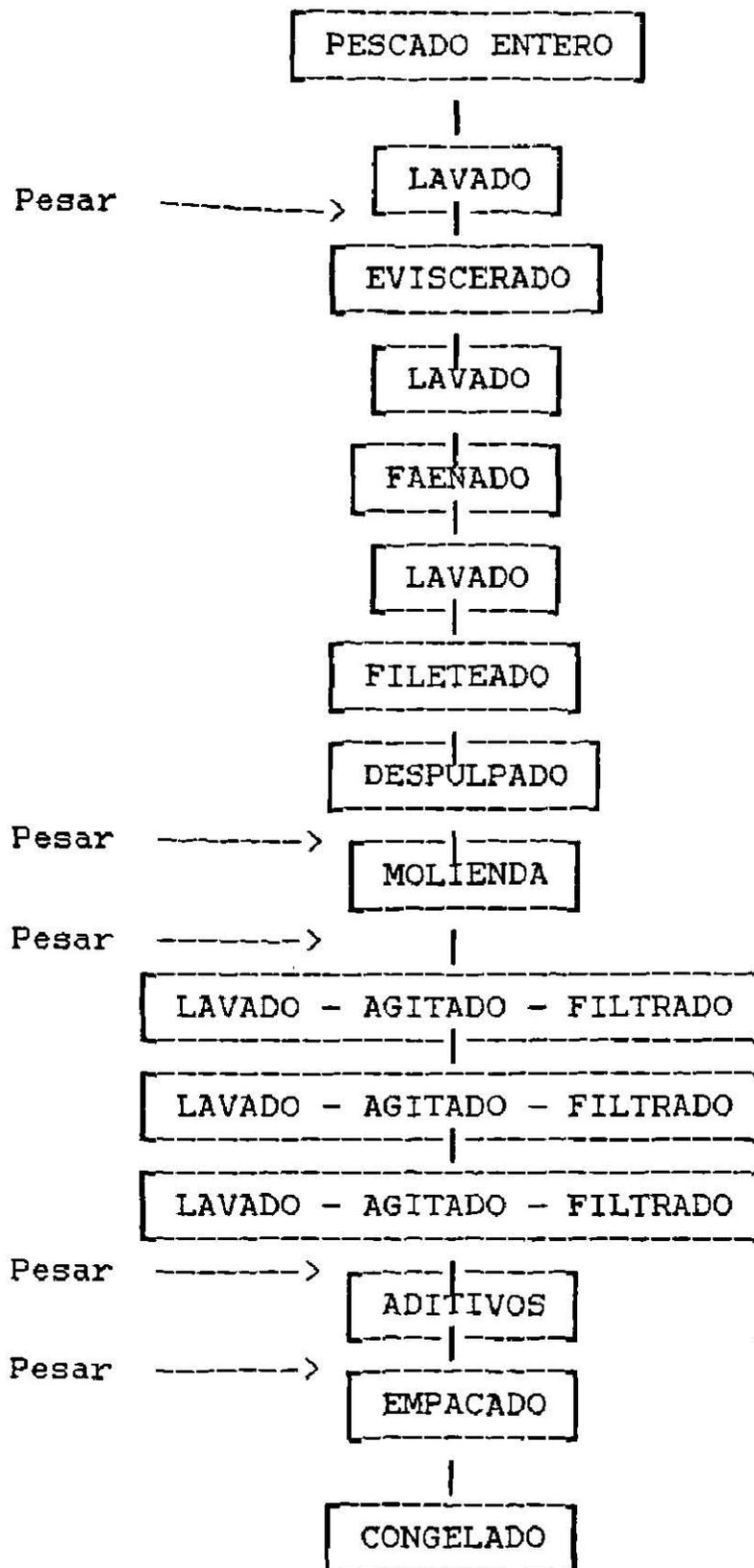


Fig. 1. Diagrama de bloques para el proceso de elaboración de surimi empleado en este trabajo y modificado de Berumen (1986).

RESULTADOS

Los resultados sumarizados de los 20 rendimientos obtenidos (incluyendo promedios) en las distintas repeticiones del proceso de elaboración de surimi de mojarra y carpa, se presentan en las Tablas 2 y 3 de manera respectiva.

En la Figura 2 se ilustra el balance promedio de materia del proceso de surimi de mojarra; en la Figura 3 el rendimiento porcentual medio de la pulpa (presurimi) lavada obtenida de la mojarra y la Figura 4 el rendimiento porcentual medio de surimi obtenido de la pulpa lavada de mojarra.

Para la carpa, se sigue el mismo orden de presentación que para la especie anterior pero en las Figuras 5 a 7.

Los resultados arrojados por el estadístico de prueba para diferenciar entre dos medias de muestras pequeñas son los siguientes:

- a) Las varianzas muestrales son estadísticamente iguales para nivel de confianza de 10 % ($\alpha = 0.1$).
- b) El rendimiento promedio de la carpa (21.26 %) es menor que el de la mojarra (32.86 %) a un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0.05$). Se decidió excluir en las operaciones estadísticas a los valores extremos de los rendimientos experimentales para ambas especies.

Los resultados promedios de la determinación proximal del contenido de proteína son los siguientes:

Mojarra: 19.18 % (tejido crudo) y 9.50 % en surimi

Carpa : 18.22 % (tejido crudo) y 8.00 % en surimi

Para estimar el costo de producción por especie se utilizaron los siguientes precios:

Mojarra: \$ 5,000.00 kg

Carpa: \$ 2,000.00 kg

Sorbitol \$ 2,338.00 kg

Azúcar: \$ 1,400.00 kg

y los resultados se enlistan a continuación:

<u>Especie</u>	<u>Rendimiento (%)</u>	<u>Costo de producción (\$/ kg)</u>
Mojarra	32.86	15,349.50
Carpa	21.26	9,549.50

Tabla 2. Rendimiento porcentual en la elaboración de surimi de mojarra Tilapia mossambica y el promedio (%).

MATERIAL	R E P E T I C I O N E S				
	1	2	3	4	5
PESCADO ENTERO	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FAENADO	63.40	64.80	60.83	60.28	66.03
PERDIDA EN MOLINO	4.59	3.66	6.53	3.30	2.54
PERDIDA EN LAVADOS	0.49	3.86	2.05	0.12	0.19
PULPA ENTERA	36.60	35.20	39.17	39.72	33.97
PULPA MOLIDA	32.02	31.55	32.64	36.42	31.43
PULPA LAVADA	31.52	27.68	30.59	36.30	31.24
SURIMI	34.27	29.73	32.09	39.22	33.90

Tabla 2. Continuación...

MATERIAL	R E P E T I C I O N E S					PROMEDIO
	6	7	8	9	10	
P. E.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
F.	60.88	63.81	64.43	65.53	61.74	63.33
P.M.	3.69	3.75	2.92	1.98	1.75	3.47
P. L.	5.01	3.49	3.17	5.04	3.43	2.86
P. ENT.	39.12	36.19	35.57	34.47	38.26	36.67
P. MOL.	35.44	32.44	32.65	32.49	36.51	33.20
P. LAV.	30.43	28.95	29.48	27.45	33.09	30.34
SURIMI	32.64	31.45	32.21	30.16	36.16	32.86

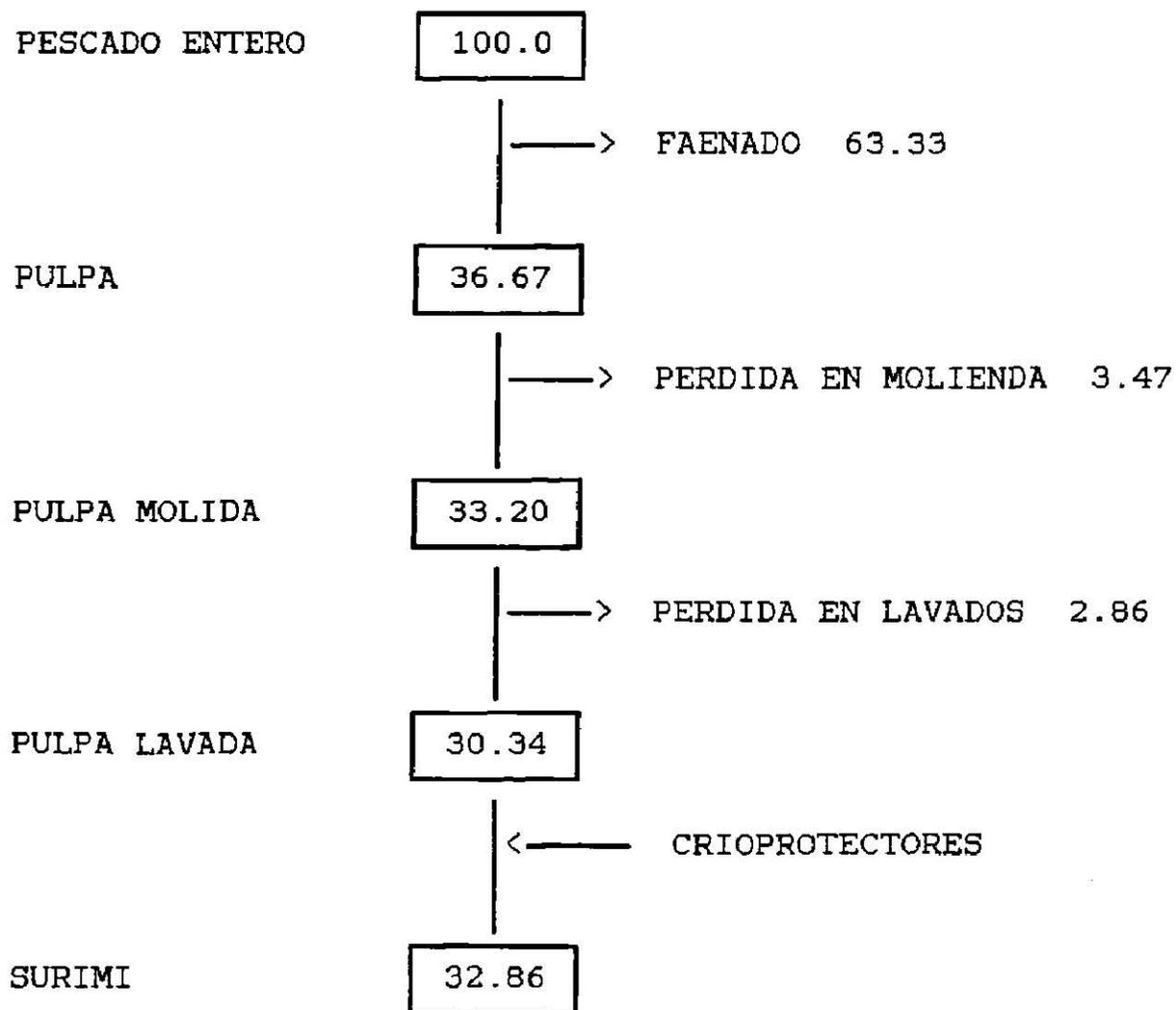


Fig. 2. Balance Promedio de Materia del Proceso de Elaboración de Surimi de Mojarra.

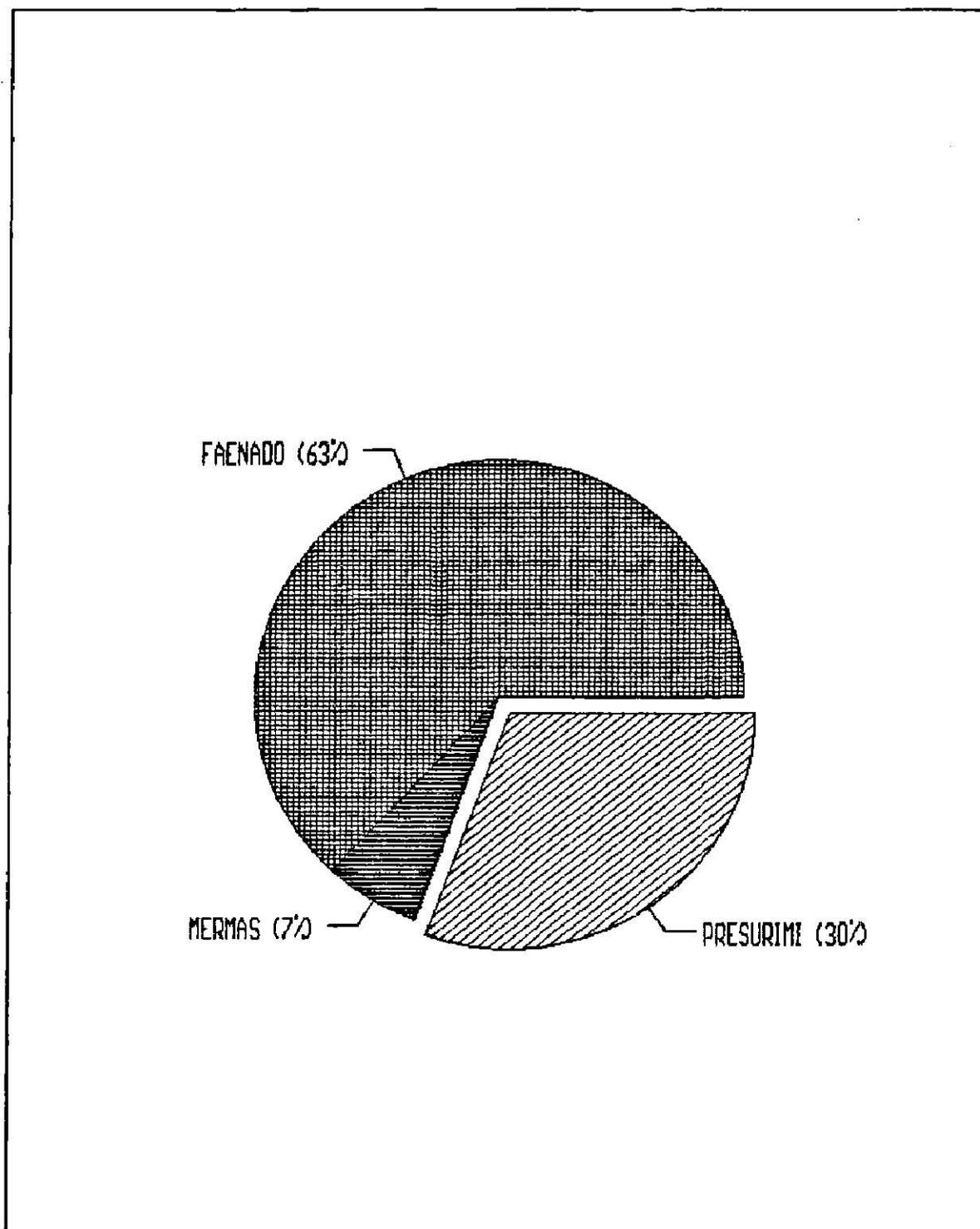


Fig. 3. Rendimiento medio de presurimi (pulpa lavada) obtenido a partir de mojarra.

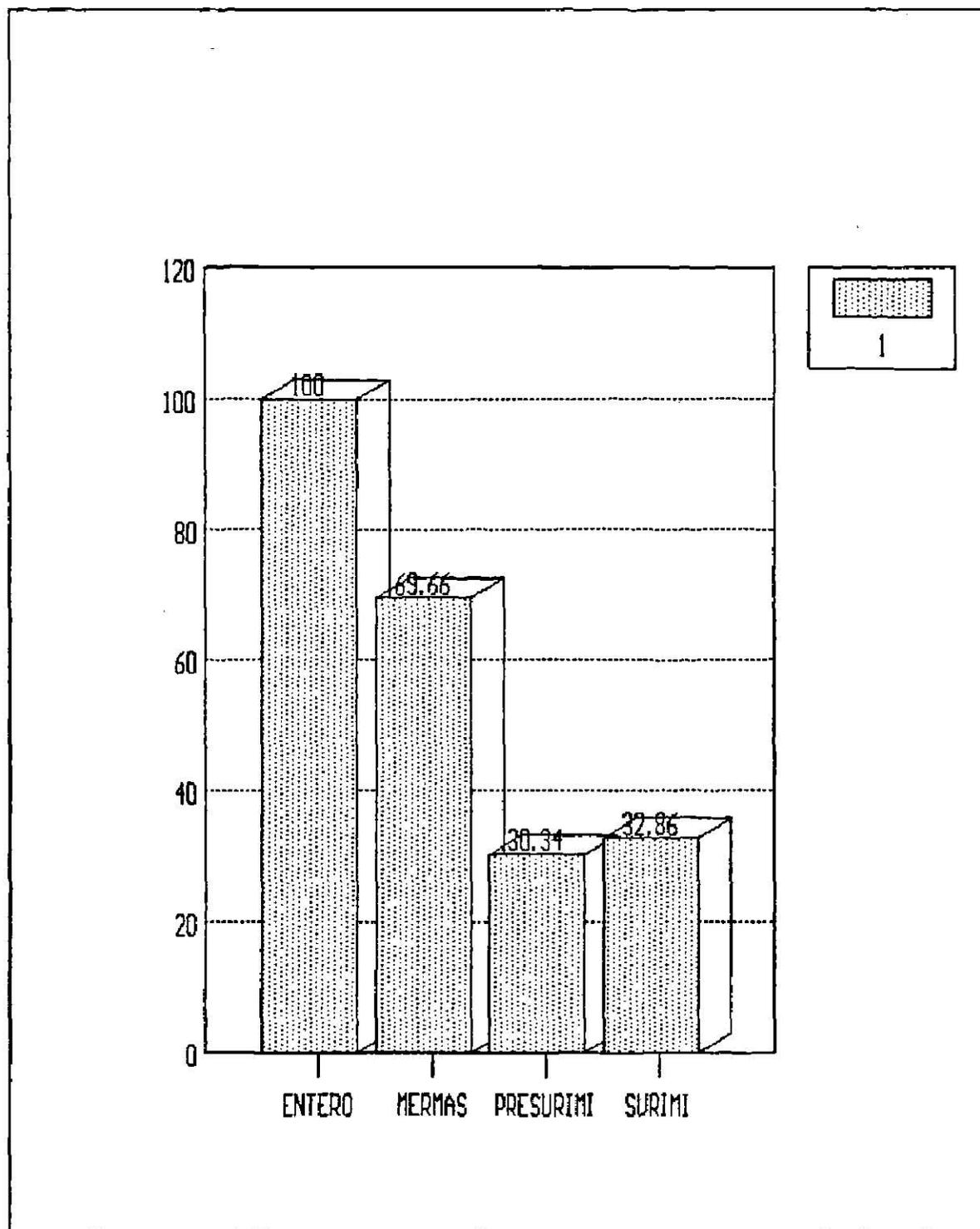


Fig. 4. Rendimiento medio de presurimi comparado con el promedio de surimi obtenido a partir de mojarra.

Tabla 3. Rendimiento porcentual en la elaboración de surimi de carpa Cyprinus carpio y el promedio (%).

MATERIAL	R E P E T I C I O N E S				
	1	2	3	4	5
PESCADO ENTERO	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FAENADO	59.83	59.59	62.69	60.75	64.46
PERDIDA EN MOLINO	4.43	3.65	3.18	3.95	12.17
PERDIDA EN LAVADOS	13.87	2.61	15.61	8.96	8.96
PULPA ENTERA	40.17	40.41	37.31	39.25	35.54
PULPA MOLIDA	35.74	36.77	34.13	35.30	23.27
PULPA LAVADA	21.86	34.15	18.52	26.34	14.41
SURIMI	23.08	38.43	20.05	25.10	15.58

Tabla 3. Continuación...

MATERIAL	R E P E T I C I O N E S					PROMEDIO
	6	7	8	9	10	
P. E.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
F.	65.90	71.29	67.06	65.50	69.00	64.93
P.M.	6.47	6.38	8.91	5.79	5.74	6.01
P. L.	4.10	4.01	12.83	5.68	6.72	8.49
P. ENT.	34.10	28.71	32.94	34.5	31.00	35.07
P. MOL.	27.63	22.33	24.03	28.72	25.26	29.17
P. LAV.	23.52	18.32	11.20	23.03	18.53	20.57
SURIMI	25.55	19.91	12.18	20.41	20.36	21.26

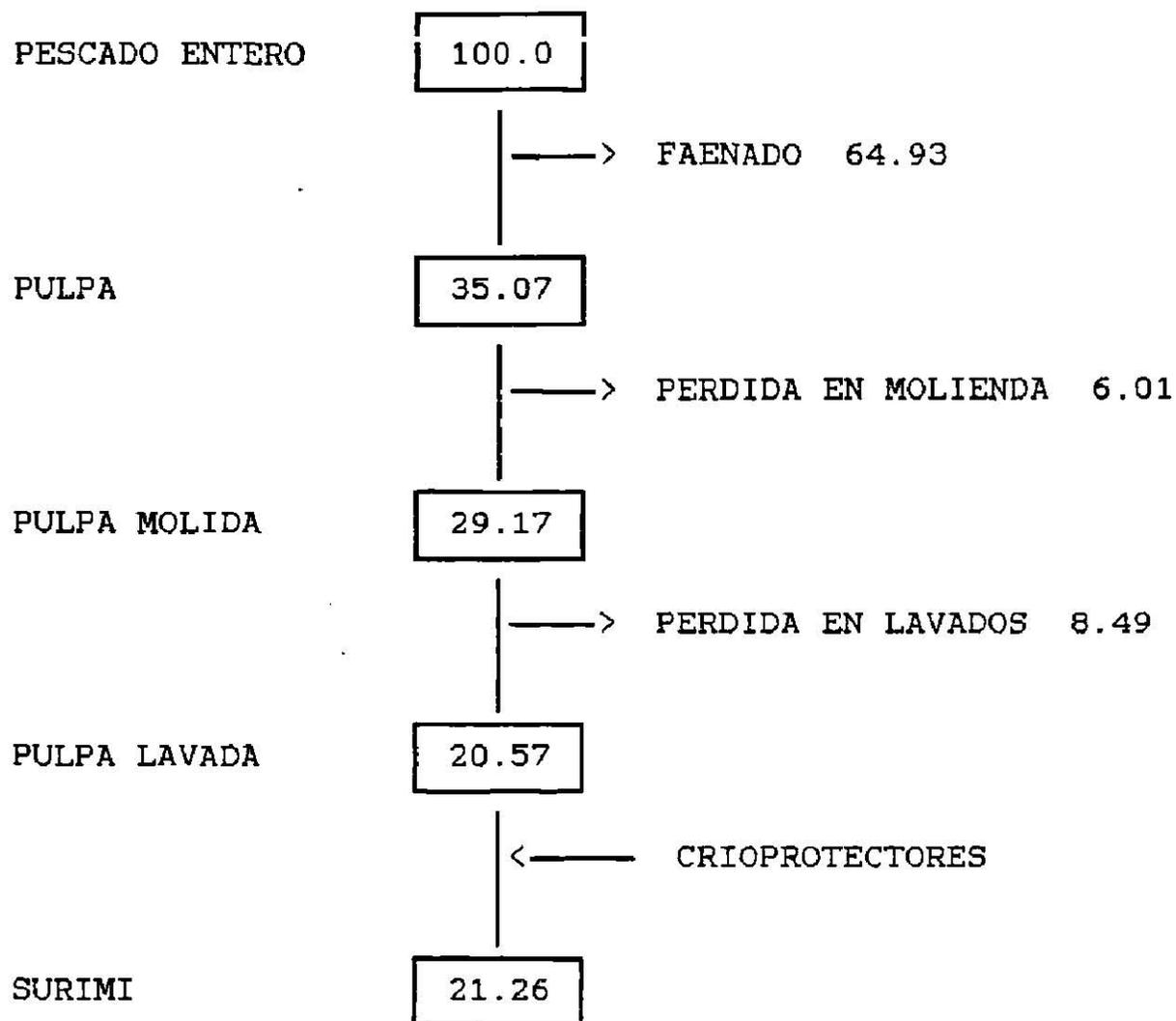


Fig. 5. Balance Promedio de Materia del Proceso de Elaboración de Surimi de Carpa.

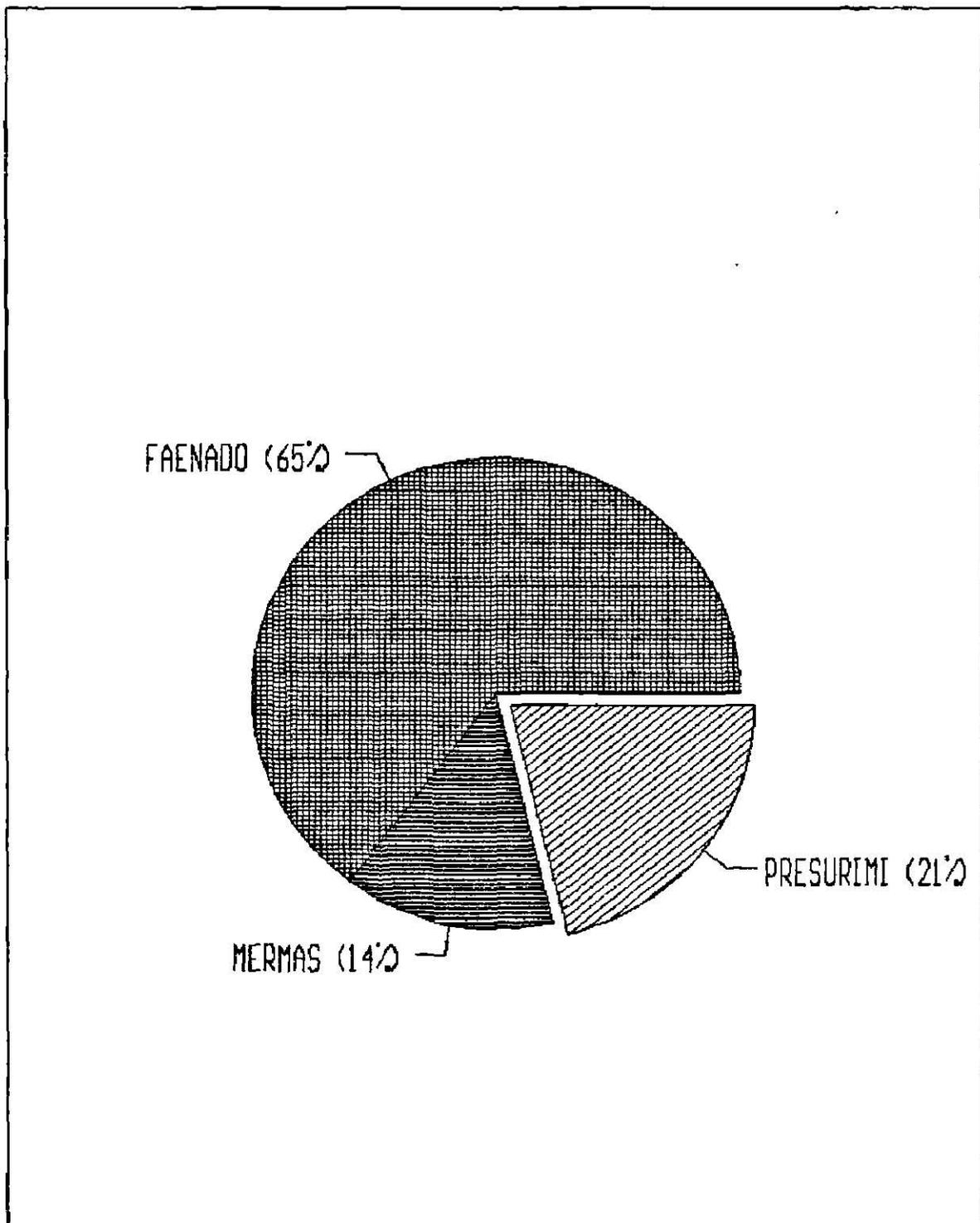


Fig. 6. Rendimiento medio de presurimi (pulpa lavada) obtenido a partir de carpa.

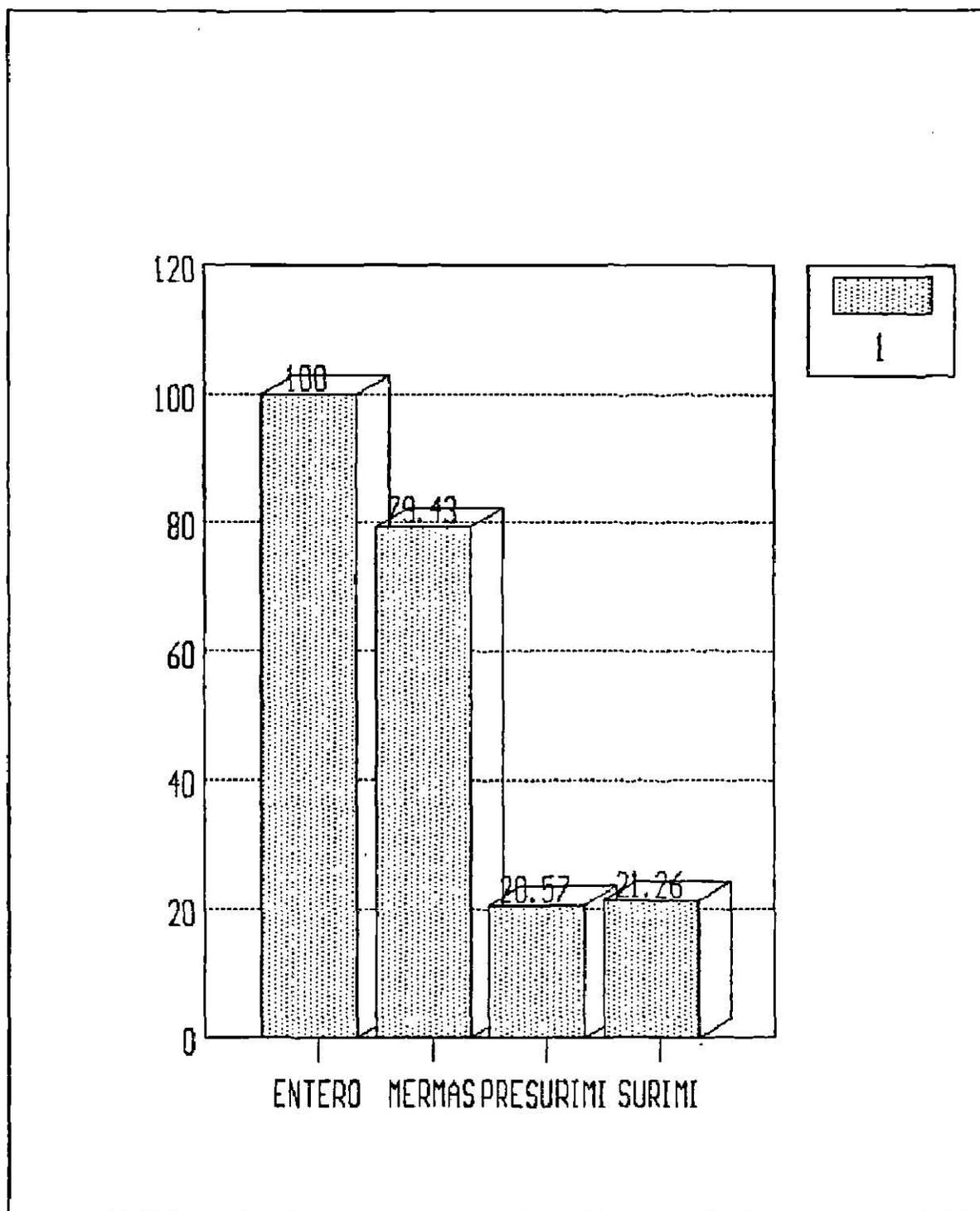


Fig. 7. Rendimiento medio de presurimi comparado con el promedio de surimi obtenido a partir de carpa.

DISCUSIONES

El rendimiento promedio del surimi obtenido a partir de la mojarra tilapia (*Tilapia mossambica*) fue de 32.86 % y el registrado para la carpa (*Cyprinus carpio*) de un 21.26 % (Tablas 2 y 3). La diferencia en rendimientos fue del orden de 11.60 % y representó el 35.30 % del rendimiento del surimi de mojarra y un 54.56 % del de la carpa.

El dato de rendimiento obtenido para el surimi de carpa (32.86 %) se aproximó mucho al señalado para el mismo producto por Montejano (1989), quién obtuvo un 30 % de rendimiento. Cabe aclarar que de haberse utilizado pescado entero y no parcialmente eviscerado, el rendimiento se hubiese acercado más al 30 %. En cuanto al rendimiento del surimi de carpa (21.26 %), la discrepancia es notoria respecto a los resultados del citado investigador, pues señaló un 30 % para el surimi de carpa.

Lo anterior pudo deberse a diferencias en el método de obtención de surimi, específicamente en la etapa de los lavados con agitación, pues a pesar de haberse aplicado igual número de lavados (3 en ambos trabajos), en esta tesis se usó una mayor proporción de agua y un mayor tiempo de agitado que en el trabajo de Montejano (1989), por lo que la lixiviación se presumió mayor con el correspondiente descenso en el peso de la pulpa lavada (presurimi) y por ende del rendimiento global. Otra causa posible de esta diferencia pudo ser la que se relaciona con la textura del surimi de carpa y la natura--

leza del material empleado para filtrar el agua residual generada en cada lavado. Así, se pudo observar durante los lavados que la pasta de carpa, a diferencia de la de mojarra, se tornó de consistencia muy blanda y muy finamente particulada, por lo que al pasarla por el elemento filtrante (una media de nylon), se registró una pobre retención con respecto a lo ocurrido en el trabajo de Montejano (1989), y quién empleó como filtro un saco formado de 4 capas de una tela llamada manta de cielo.

La validez estadística de un menor rendimiento del surimi de carpa respecto al de mojarra, se respaldó a un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0.05$), en un estadístico de prueba que diferencia entre dos medias de muestras pequeñas, esto es cuando $n \leq 30$ (Mendenhall, 1982:302).

El contenido proteico registrado en esta tesis, para los surimis de mojarra tilapia y de carpa fue de 9.5 % y 8.0 % respectivamente. Esto significó una reducción del orden de un 50.47 % del contenido original en mojarra y de un 56.09 % para la carpa. Montejano (1989) reportó un contenido de las proteínas en surimi de 16.04 % y 12.5 % para dos especies de mojarra tilapia (T. aureus y T. nilotica) y un 13.11 % para el de carpa. estos valores mayores a los obtenidos en esta tesis reflejaron el efecto producido por la diferencia en la duración de los distintos lavados con agitación.

Los costos de producción de los dos surimis son muy distintos entre sí. Considerando solo los materiales se estimó que elaborar un (1) kilogramo de surimi de mojarra costaría -

la suma de \$ 15,349.50 y \$ 9,549.50 el de carpa, lo que significaría la suma de \$ 5,800.00 de diferencia o un 37.8 %. De lo anterior podría pensarse que la carpa es la mejor alternativa, no siendo muy marcada la diferencia en los contenidos proteicos entre ambas especies (1.5 %), pero si en lo referente al costo de producción. Sin embargo, se ha determinado en estudios reológicos aplicados a surimis de varios peces dulceacuícolas, que los valores de esfuerzo y deformación estructural de los geles de las distintas especies son determinantes en la aplicación a que se va a destinar ese surimi. Así, Montejano (1989) encontró que la tilapia tuvo los mayores valores de esfuerzo y deformación a la fractura, mientras que los surimis de carpa y bagre dieron valores de esfuerzo estadísticamente no diferentes de aquellos propios del gel de res (muy quebradizo), por lo que sugirió su empleo directo sin problemas de textura, en la formulación de análogos cárnicos, mientras que a la tilapia la recomendó para elaborar análogos marinos por sus mayores valores de esfuerzo y deformación, comunes de encontrar en cangrejos y camarones.

Respecto a las características organolépticas presentes en los distintos surimis elaborados en esta tesis, y aún cuando no es de injerencia directa en los objetivos planteados, se observó un oscurecimiento durante el almacenamiento en congelación en ambos surimis, esta alteración en el color puede atribuirse a la tendencia de los azúcares a producir un oscurecimiento no enzimático (Maillard), de acuerdo con Lanier (1986). En cuanto al olor se pudo apreciar la persistencia

de olores que recordaron la procedencia de la materia prima - con la que se elaboraron los distintos surimis. Esto puede -- deberse a la falta de un centrifugado en los lavados agitados que redujera al mínimo posible toda sustancia de olor, las -- trimetilaminas. No se realizaron degustaciones de los surimis por considerarse riesgoso dadas las deficiencias sanitarias observadas durante el proceso de elaboración y que se presentaron por circunstancias ajenas a los intereses del autor.

Los resultados derivados de este trabajo coinciden de ma-- nera razonable con los obtenidos por Montejano (1989), en -- lo referente a rendimientos y se establece un precedente para futuros trabajos de investigación encaminados al desarrollo -- de análogos cárnicos y marinos, a partir de surimis de carpa y mojarra, respectivamente.

CONCLUSIONES

En base a los resultados antes discutidos se derivaron las siguientes conclusiones:

- 1.- El rendimiento del surimi de mojarra fue mayor que el de carpa para las condiciones de trabajo del proceso aplicado en esta tesis. El rendimiento depende de la calidad final deseada para el producto.
- 2.- El contenido proteico de los surimis de mojarra y carpa osciló en el 50 % del registrado en tejidos crudos de los pescados originales. Esta concentración varía con la calidad elegida para el producto terminado.
- 3.- El costo de producir un kilogramo de surimi de mojarra, - considerando solo las materias primas, fue un 38 % superior al de la carpa. Esta diferencia se debió a la mayor cotización (40 %) de la mojarra frente a la carpa.
- 4.- El mayor rendimiento del surimi de mojarra compensó su - mayor costo de producción y el menor costo del de carpa su menor rendimiento. No obstante, la elección de la especie se regirá por el tipo de análogo o imitación a elaborar, dadas las características texturales de cada especie.
- 5.- Es viable la aplicación de estos surimis para elaborar productos kamaboko variados e incluso incursionar en el - desarrollo de análogos cárnicos vía el surimi de carpa.

RESUMEN

Se realizó una comparación de rendimientos, valores proteicos y costos de elaboración de pastas de pescados tipo surimis, a partir de carpa (Cyprinus carpio) y también de mojarra tilapia (Tilapia mossambica).

El proceso de elaboración se modificó del utilizado en un estudio de factibilidad de preparación de surimi de sardina monterrey (Sardinops sagax). Los resultados señalaron un mayor rendimiento en el surimi de mojarra y un mayor costo de producción, frente al de carpa.

El contenido proteínico original sufrió una merma durante el proceso calculada en un 50 % para ambas especies, y debido a limitantes en la elaboración del surimi, el color y olor de los productos terminados no fueron los adecuados, sin embargo si se optimiza el proceso es factible obtener surimis de una buena calidad.

Se propone el desarrollo de posteriores investigaciones dirigidas a la elaboración y evaluación de productos tipo kamaboko a partir del surimi de mojarra y de análogos cárnicos utilizando el surimi de carpa, ya que son las características reológicas de esfuerzo y deformación propias de cada especie las que determinan la aplicación más adecuada del surimi en el desarrollo de variados análogos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Berumen, S.E. 1986. Elaboración de pasta de pescado tipo surimi a partir de sardina monterrey (Sardinops sagax caerulea). Escuela de Ciencias Marítimas y Alimentarias, ITESM. Tesis de maestría.
- Chang-Lee, M.V. y col. 1990. Yield and composition of surimi from pacific whiting (Merluccius productus) and the effect of various protein additives on gel strength. *Journal of Food Science*, 55 (1): 83-86.
- Cheng, C.S. y col. 1979a. Effect of thermal processing on the minced fish gel texture. *Journal of Food Science*, 44: 1080-1086.
- Cheng, C.S. y col. 1979b. Effects of species and storage time on minced fish gel texture. *Journal of Food Science*, 44: 1087-1092.
- Hollingworth, A.T. y col. 1990. Chemical indicators of the decomposition of raw surimi and flaked artificial crab. *Journal of Food Science*, 55 (2): 349-352.
- Hsu, Y.S. 1990. Effect of frozen storage and other processing factors on the quality of surimi. *Journal of Food Science*, 55 (3): 661-664.
- I.N.E.G.I., 1991. El Sector alimentario en México. Ed. 1991 Instituto Nal. de Estad. Geog. e Inform.- Comisión Nal. de Alimentación, México, pp. 180-182.
- Kim, Y.B. y col. 1986. Effects of freeze-thaw abuse on the viscosity and gel-forming properties of surimi from two species. *Journal of Food Science*, 51 (4):951-956.
- Lanier, T.C. 1986. Functional properties of surimi. *Food Technology*. 40 (3): 107-111.
- Lee, C.M. 1984. Surimi process technology. *Food Technology*, 38 (11): 69-75.
- Lee, C.M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. *Food Technology*, 40 (3): 115-124.
- Martin, R.E. 1992. Seafood waste issues in the 1990's. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1 (1): 13.

- Mendenhall, W. 1982. Introducción a la probabilidad y la estadística. 1a. Edic. Wadsworth Int./ Iberoamerica. p.302
- Montejano, J.G. 1989. Obtención de una pasta proteica refinada (surimi) a partir de diversas especies de pescado y evaluación de su calidad. Acta Científica Potosina. Ed. Universitaria Potosina, 9 (2): 5-18.
- Nakayama, T. y M. Yamamoto. 1977. Physical, chemical and sensory evaluations of frozen-stored deboned (minced) -- fish flesh. Journal of Food Science, 42 (4): 900-905.
- Pacheco, R.A. y col. 1989. Procedures for the efficient washing of minced whiting (Merluccius productus) flesh for surimi production. Journal of Food Science, 54 (2): 248-252.
- Park, J.W. y col. 1990. Effects of rigor-mortis on gel forming properties of surimi and unwashed mince prepared from tilapia. Journal of Food Science, 55(2):352-355.
- Pennington, J.T. y H.N. Church. 1985. Food values of portions commonly used. 14th. Edition. Harper & Row Publishers New York, p. 64.
- Sych, C. y col. 1990a. Cryoprotective effects of Lactitol, -- Palatinit and Polydextrose on cod surimi proteins during frozen storage. Journal of food Science, 55 (2): 356-360.
- Sych, C. y col. 1990b. Cryoprotective effects of some materials on cod-surimi proteins during frozen storage. - Journal of Food Science, 55 (5): 1222-1227.
- Williams, S.R. 1977. Manual práctico de nutrición. 1a. Edic. Editorial Pax, México, p. 252.
- Wong, J. y col. 1978. Mechanical fish deboners: influence of various perforation sizes on bone content and texture on minced fish flesh. Journal of Food Sc. 43:807-809.
- Yoon, K.S. y C.M. Lee. 1990. Cryoprotectant effects in surimi and surimi/mince-based extruded products. Journal of Food Science, 55 (5): 1210-1216.

