

# ELABORACION DE BLOQUES CONGELADOS DE PULPA DE PESCADO Y SU EVALUACION DURANTE EL ALMACENAMIENTO<sup>1</sup>

*Luisa Rodríguez G.<sup>2</sup> y Rafael A. Bello<sup>2</sup>*

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos  
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela

## RESUMEN

Se elaboraron cuatro tipos de bloques congelados de carne deshuesada obtenida a partir de una mezcla de especies de pescado pertenecientes a la fauna de acompañamiento del camarón, de acuerdo a las siguientes especificaciones: a) Lavado de la carne deshuesada durante 10 minutos con agitación continua (proporción agua:pescado 3:1). b) Mezclado de la carne deshuesada con tripolifosfato de sodio (TPP) y sal a concentraciones de 0.5<sup>o</sup>/o y 1<sup>o</sup>/o, respectivamente. c) Mezclado de la carne deshuesada con 0.5<sup>o</sup>/o de TPP, 1<sup>o</sup>/o de sal y 7.5<sup>o</sup>/o de almidón de maíz, y d) Bloque control preparado con carne deshuesada sin ningún tratamiento.

Los bloques fueron congelados a -40°C y almacenados a temperaturas de congelación de -10°C y -30°C durante un período de seis meses, durante el cual se realizaron evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas. Los resultados obtenidos permiten concluir que los bloques almacenados a -10°C presentaron mayor deterioro en cuanto a calidad, que los almacenados a -30°C. Los tratamientos con TPP, sal y almidón, no mostraron ser muy efectivos en lo que a reducir la desnaturalización de las proteínas se refiere, pero sí en el aumento de la capacidad de retención de agua.

## INTRODUCCION

En el presente trabajo, se sugiere una alternativa en cuanto al uso de carne deshuesada proveniente de especies sub-utilizadas de pescado, específicamente de la fauna de acompañamiento del camarón. Integran la fauna de acompañamiento del camarón todas aquellas especies marinas

---

Manuscrito modificado recibido: 14-4-87.

<sup>1</sup> Este trabajo fue subvencionado a través del CONICIT, Proyecto S1-1308.

<sup>2</sup> Miembros del Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097, Caracas 1041-A, Venezuela.

que son capturadas junto con el camarón en el momento del arrastre (peces, crustáceos, moluscos, equinodermos). A excepción de las especies con valor comercial, la fauna de acompañamiento del camarón ha sido considerada como basura (broza), por lo que esta fuente de proteína animal ha sido sub-utilizada. En los momentos actuales, las naciones camaroneras están interesadas en aprovechar este recurso, pero su utilización eficiente todavía es casi insignificante (1).

Debido a las características de tamaño y peso de las especies de pescado que conforman la broza, se hace imposible su comercialización directa, por lo que es necesario utilizar vías no convencionales para transformar este recurso en uno más manipulable a nivel industrial. Con este objetivo, se han utilizado deshuesadoras mecánicas que permiten la obtención de pulpa de pescado, la cual se puede usar en la elaboración de gran variedad de productos, entre ellos los bloques congelados de carne deshuesada de pescado. Otra ventaja importante del proceso de deshuesado, es el alto rendimiento de carne. Así, durante el fileteado se recupera cerca de 30% del peso del pescado, mientras que con las máquinas deshuesadoras se incrementa hasta cerca del 45% (2).

La producción de bloques congelados de pescado, tanto en filetes como de carne deshuesada, ha sido un éxito en los países en los que se manufacturan. Se han realizado numerosas investigaciones con el propósito de producir bloques congelados a partir de especies sub-utilizadas. En este sentido, Teeny y Miyauchi (3), desarrollaron bloques congelados de carne deshuesada de "Black Rockfish". Miyauchi, Patashnik y Kudo desarrollaron bloques similares, utilizando la misma especie, pero tratando de mejorar la calidad de los mismos mediante el lavado con agua fría, para eliminar la sangre, otros constituyentes solubles en agua y la grasa. Licciardello y Hill (5) y Licciardello, Ravasi y Allsup (6) prepararon bloques congelados de ciertas especies de pescado del Atlántico Norte, y las compararon con bloques importados de "Alaska Pollock". Debido al éxito mundial que alcanzaron estos bloques, se ha sugerido la posibilidad de desarrollar bloques similares a partir de carne deshuesada obtenida de la fauna de acompañamiento del camarón (7,8).

## MATERIAL Y METODOS

### *Material*

Se obtuvieron muestras frescas de pescado pertenecientes a la fauna de acompañamiento del camarón, de barcos camaroneros que realizan sus capturas en la zona del Golfo Triste en Puerto Cabello, Estado Carabobo (Venezuela). Posteriormente, se almacenaron y transportaron en hielo hasta su procesamiento inmediato. Después del lavado y clasificación se escogieron las siete especies más predominantes. Estas eran: *Eucinostomus melanoptereus* (española), *Gymnothorax nigromarginatus* (morena), *Trachinocephalus myops* (guaripete), *Rhomboplites aurorubens* (cunaro), *Priacanthus arenatus* (catalana), *Alpeus parvus* (salmonete de charco) y *Chloroscombrus chrysurus* (chicharra). Se lavó cada una de las especies, luego se les eliminó la cabeza y vísceras, y seguidamente se sometieron a deshuesado mecánico, utilizando una deshuesadora japonesa marca

Yanagiya tipo S. Se mezcló entonces la carne deshuesada perteneciente a todas las especies entre sí, y posteriormente, ésta fue utilizada en la preparación de bloques para ser congelados.

### *Elaboración de los Bloques*

Se prepararon cuatro tipos de bloques de carne deshuesada (56 en total), según las especificaciones siguientes:

a) *Bloque control* - Constituido por carne deshuesada exenta de tratamiento.

b) *Bloque de carne deshuesada lavada* - La carne deshuesada fue sumergida en agua fría (4°C) con una relación de agua-pescado de 3:1, y se mantuvo bajo agitación manual continua por un lapso de 10 minutos. Posteriormente se drenó el agua, y la carne deshuesada se filtró y presó manualmente utilizando una tela de algodón.

c) *Bloque con tripolifosfato de sodio (TPP) y sal* - A la carne deshuesada se le agregó TPP y sal en cantidad suficiente para alcanzar concentraciones de 0.5% y 1%, respectivamente.

d) *Bloque con TPP, sal y almidón* - Se trató de manera similar a la anterior (c), y se hizo la mezcla de aditivos con la carne deshuesada de pescado, pero esta vez incluyendo almidón de maíz hasta alcanzar una concentración de 7.5%.

La carne deshuesada, preparada según los tratamientos indicados, fue envasada en recipientes plásticos con capacidad de 250 g y congelados en un congelador de placas de doble contacto marca Dole, Modelo Freeze-cell (EUA) por 4 hr a -40°C. Una vez congelados, los bloques de cada una de las cuatro condiciones señaladas se almacenaron a dos temperaturas: -10°C y -30°C. Luego, cada condición se sometió mensualmente a análisis microbiológicos y fisicoquímicos durante el período de almacenamiento, que fue de seis meses.

### *Métodos Analíticos*

*pH* - Este fue determinado potenciométricamente en el producto homogeneizado y diluido con una relación de agua-pescado de 2:1.

*Capacidad de retención de agua* - Se centrifugaron 20 g de muestra previamente homogeneizada durante 20 minutos, a 18,000 rpm y a la temperatura de 2°C en una centrifuga refrigerada marca Sorvall RC-2B. Los resultados se informan como ml de agua exudados/g de muestra.

*Proteínas extraíbles* - Se utilizó el método de Dyer, French y Snow (9) para su extracción, y se cuantificaron mediante el método del micro-Kjeldahl (10).

*Análisis de rancidez* - Este se llevó a cabo según el ensayo del ácido tiobarbitúrico (TBA) sugerido por Tarladgis, Watts y Younathan (11), con la modificación introducida por Rhee (12).

*Determinación del nitrógeno de trimetilamina (TMA)* - Para el propósito se aplicó el procedimiento de microdifusión sugerido por Murray y Gibson (13), y la *determinación de nitrógeno básico volátil (NBV)* se hizo de acuerdo a la técnica de microdifusión de Conway y Byrne (14).

*Análisis proximal* - Se llevó a cabo por los métodos de la AOAC (10), como sigue: las proteínas se analizaron por el método del micro-Kjeldahl,

utilizando el factor 6.25 para transformar porcentaje de nitrógeno a porcentaje de preteínas; grasa cruda, mediante el método de extracción continua, utilizando éter de petróleo en un equipo de extracción de Goldfisch; humedad, por deshidratación de la muestra en una estufa de aire seco; y cenizas, mediante incineración en mufla a 550°C. Los carbohidratos fueron determinador por diferencia.

*Rcuento de aerobios totales*—El recuento fue realizado valiéndose del método de recuento en placa, con siembra en profundidad, utilizando agar estándar con la adición de 0.5% de NaCl, según las recomendaciones de la American Public Health Association (APHA) (15). Las placas de aerobios mesófilos se incubaron durante  $48 \pm 2$  horas, y las de los psicotrofos, a  $7 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 10 días. Los resultados se notifican como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

### *Métodos Estadísticos*

Los resultados obtenidos después del período de almacenamiento se sometieron a tratamiento estadístico mediante un análisis de varianza de dos vías, y también a análisis de correlación (16).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se exponen los resultados del análisis proximal realizado a los cuatro tipos de bloques preparados. En general, los valores obtenidos para la carne deshuesada son los que usualmente se encuentran para pescado. Sin embargo, resalta bastante el bajo contenido de grasa del producto, hecho que no es de extrañar si se toma en cuenta que en una gran proporción, los peces de la broza son de poco peso y de talla pequeña, por lo que pueden caracterizarse como especies magras. Este bajo contenido de grasa permite predecir poco deterioro por efecto de rancidez oxidativa durante el almacenamiento bajo congelación. A su vez, el contenido proteínico hace al producto bastante atractivo como fuente potencial de proteína animal, especialmente para los países que poseen este recurso. La comparación del porcentaje de humedad de los bloques de carne deshuesada lavada, con el control, sugiere que el prensado manual no fue lo suficientemente eficiente para eliminar toda el agua del tejido incorporada por efecto del lavado. Ese efecto que el lavado tiene en la disminución del contenido de grasa y de pigmentos hemoproteínicos, se ve atenuado por las características iniciales de la materia prima (bajo contenido de grasa y blancura de la carne), aun cuando los bloques preparados con carne deshuesada, lavada, acusaron un aspecto más blanquecino que los bloques control (de acuerdo a datos objetivos de color, no publicados en este trabajo).

El método de proteínas extraíbles o de proteínas solubles en soluciones salinas con fuerza iónica de 0.5, permite conocer las variaciones que durante el almacenamiento en congelación sufren las proteínas miofibrilares. Estas constituyen cerca del 75% de las proteínas totales del pescado, las que —como cualquier otra proteína— se ven afectadas por agentes desnaturizantes tales como la velocidad de congelación y la temperatura de almacenamiento. Las Figuras 1 y 2 ilustran gráficamente

TABLA 1

ANÁLISIS PROXIMAL DE CUATRO TIPOS DE BLOQUES PREPARADOS CON CARNE DESHUESADA DE UNA MEZCLA DE ESPECIES PERTENECIENTES A LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARÓN

Bloque	Humedad °/o	Grasa °/o	Cenizas °/o	Proteínas °/o	Carbo- hidratos °/o
Carne deshuesada	80.4 ± 0.49	0.33 ± 0.13	0.976 ± 0.45	17.22 ± 1.13	—
Carne deshuesada lavada	83.02 ± 0.7	0.278 ± 0.19	0.568 ± 0.037	15.23 ± 0.46	—
Carne deshuesada con 1°/o sal y 0.5°/o TPP*	79.27 ± 0.6	0.33 ± 0.07	2.486 ± 0.14	16.57 ± 0.53	—
Carne deshuesada con 1°/o sal, 0.5°/o TPP y 7.5°/o almidón	73.99 ± 0.37	0.19 ± 0.062	2.246 ± 0.1	15.55 ± 0.72	7.5

\* TPP = Tripolifosfato de sodio.

los cambios en el porcentaje de proteínas extraíbles de los cuatro tipos de bloques de carne deshuesada, almacenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$ . Estos resultados demuestran que a la temperatura de almacenamiento de  $-10^{\circ}\text{C}$  se presenta una disminución del porcentaje de proteínas extraíbles en el tiempo, y que ese grado de disminución con 95°/o de confiabilidad, depende del tratamiento aplicado. Por su parte, las muestras que se almacenaron a  $-30^{\circ}\text{C}$  no presentan disminución estadísticamente significativa para ninguno de los tratamientos estudiados. El declive de la curva en el sexto mes no fue lo suficientemente grande para que el tratamiento estadístico detectara diferencias, pero sería interesante realizar estudios más prolongados al respecto. De estos resultados se puede concluir que al menos durante un período de almacenamiento de seis meses a  $-30^{\circ}\text{C}$ , no ocurren cambios en el sistema proteínico del músculo de pescado, lo que hace innecesaria la adición de agentes crioprotectores.

Por el contrario, a  $-10^{\circ}\text{C}$  se presenta una desnaturalización progresiva de las proteínas, y aun cuando el agregado de TPP disminuyó en pequeño grado ese proceso deteriorativo, no lo evitó. La desnaturalización de las proteínas ha sido definida como un cambio en la estructura (cuaternaria, terciaria y en algunos casos secundaria) que conlleva a la pérdida de sus propiedades funcionales, entre ellas la solubilidad. Dyer y Dingle (17), indican que la desnaturalización de las proteínas ocurre más rápidamente a temperaturas más altas de almacenamiento; diversos autores (18-20) informan conclusiones similares, confirmadas en este trabajo.

Los resultados del volumen exudado de los cuatro tipos de bloques se dan a conocer en las Figuras 3 y 4, y muestran que en todos los bloques almacenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  se produjo un aumento significativo del volumen exudado, dependiendo ese aumento del tratamiento aplicado. Así, los

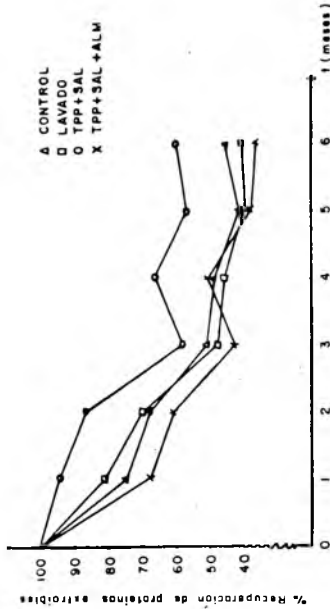


Figura 1. Cambio en el % de proteínas extraíbles de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

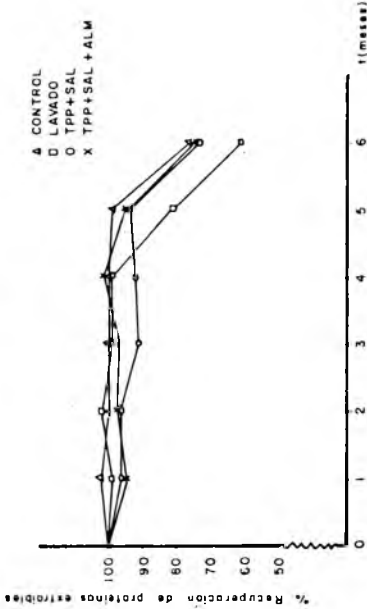


Figura 2. Cambio en el % de proteínas extraíbles de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

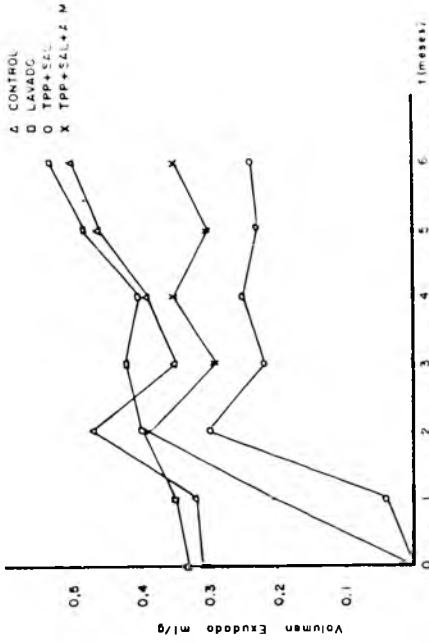


Figura 3. Cambio en el volumen exudado de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

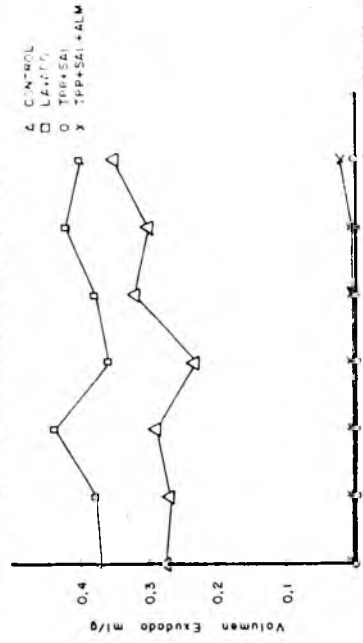


Figura 4. Cambio en el volumen exudado de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

bloques con TPP, cloruro de sodio y almidón, presentaron los menores aumentos. A tiempo cero, los bloques con agentes crioprotectores no exudaron ningún volumen, lo que permite concluir que ellos no sólo mantienen la capacidad de retención de agua de las proteínas del pescado, sino que la aumentan. La disminución de la capacidad de retención de agua de la carne deshuesada está íntimamente ligada con el grado de desnaturalización de las proteínas durante el almacenamiento, y los agentes crioprotectores (TPP y NaCl) mejoraron significativamente esta propiedad. Dichos agentes tienen la particularidad de afectar la estructura de las proteínas mediante tres vías: incrementando el pH, la fuerza iónica, y a través de su interacción con las proteínas (21). La capacidad de retención de agua es una de las características más importantes del músculo de pescado y, en general, la pérdida de fluidos de la carne rinde un producto seco y duro con poca cohesividad, por lo que las propiedades de los agentes crioprotectores son de vital importancia para la industria alimentaria.

Los bloques almacenados a  $-30^{\circ}\text{C}$  no presentaron cambios significativos en la capacidad de retención de agua durante el almacenamiento, lo que sugiere que esta temperatura de almacenamiento ocasiona un deterioro mínimo al sistema proteínico de la carne deshuesada. Asimismo, los agentes crioprotectores aumentaron la capacidad de retención de agua de la misma. Aun cuando la adición de almidón se realizó con el propósito de mejorar la textura de la carne, como quedó evidenciado, no mejoró la capacidad de retención del producto.

Los resultados del recuento de aerobios totales y psicrotrofos se aprecian en las Figuras 5, 6, 7 y 8. El análisis estadístico aplicado a estos resultados, demostró que tanto para los bloques almacenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  como a  $-30^{\circ}\text{C}$ , con el tiempo se produjo una disminución significativa del número de microorganismos, pero no se constataron diferencias entre los tratamientos, lo que indica que ni el lavado ni la adición de aditivos afectó la calidad microbiológica de los mismos. Así, si se quiere disminuir la carga bacteriana de la carne deshuesada por acción del lavado, es necesario incrementar el número de éstos. A pesar de que tanto para los aerobios mesófilos como los psicrotrofos se produjo un descenso significativo durante el período de almacenamiento, es bastante evidente que el grado de supervivencia de ambos tipos de microorganismos fue mayor en los bloques almacenados a  $-30^{\circ}\text{C}$ . Los microorganismos que no mueren en la congelación, sobreviven por largo tiempo en la conservación, y el porcentaje de muertes está en relación inversa al descenso de la temperatura (22).

Un rasgo importante en la alteración de muchos pescados marinos es la acumulación de trimetilamina producida por la flora bacteriana en su acción sobre el óxido de trimetilamina. También se producen otras bases volátiles nitrogenadas como la monometilamina, dimetilamina y el amoníaco en el curso de la alteración, las que pueden ser medidas junto con la trimetilamina mediante la determinación de las bases volátiles totales.

En las Figuras 9 a 12 se dan a conocer los resultados de bases volátiles totales (NBV) y nitrógeno de trimetilamina. A la temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  ambos índices suministran la misma información, siendo lógicamente NBV mayor que TMA. El análisis de varianza practicado permite concluir que para ambos índices se produce aumento significativo en el

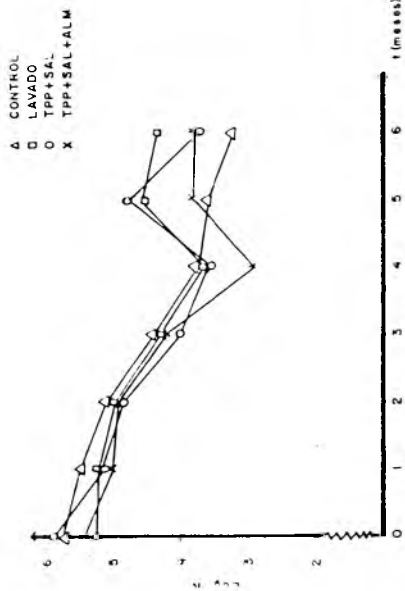


FIGURA 5. Cambio en el logaritmo del número de aerobios mesófilos de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C

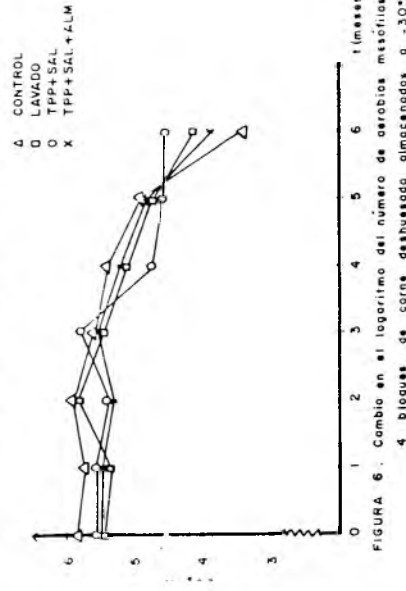


FIGURA 6. Cambio en el logaritmo del número de aerobios mesófilos de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C

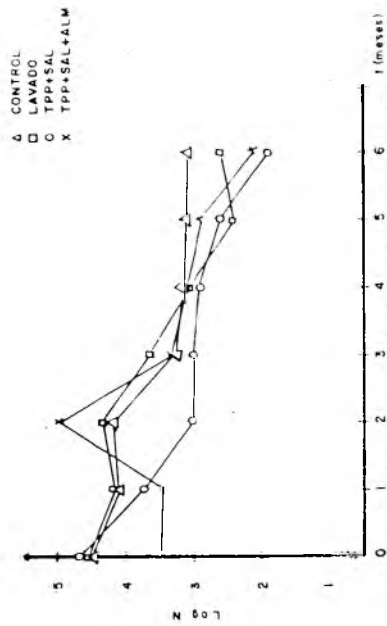


FIGURA 7. Cambio en el logaritmo del número de psicrotrofos de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C

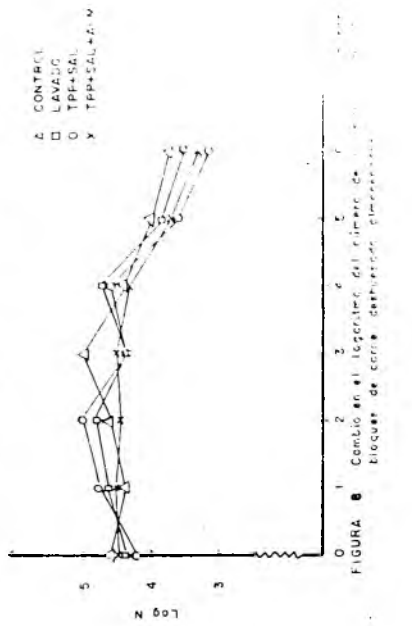


FIGURA 8. Cambio en el logaritmo del número de psicrotrofos de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C

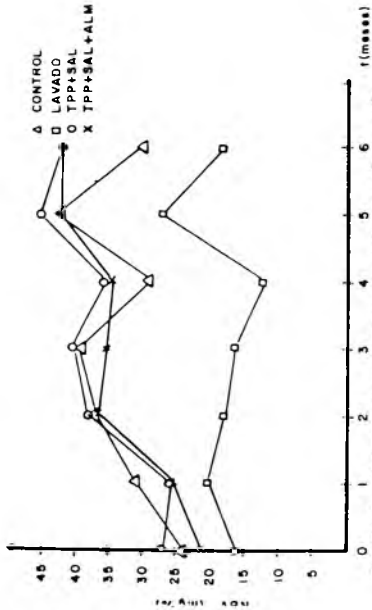


FIGURA 9 . Variación en los niveles de nitrógeno básico volátil de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

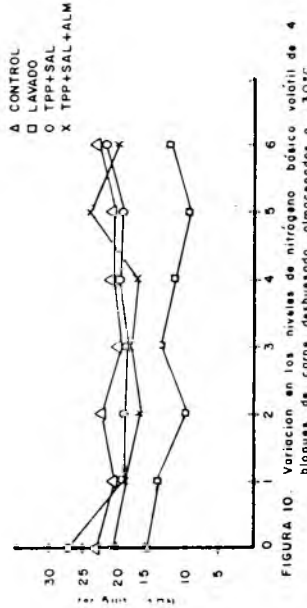


FIGURA 10 . Variación en los niveles de nitrógeno básico volátil de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

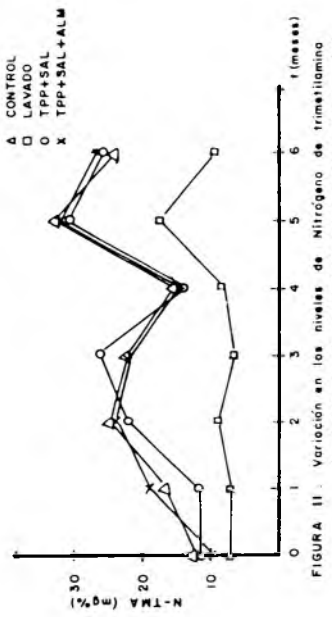


FIGURA 11 . Variación en los niveles de Nitrógeno de trimetilamina de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

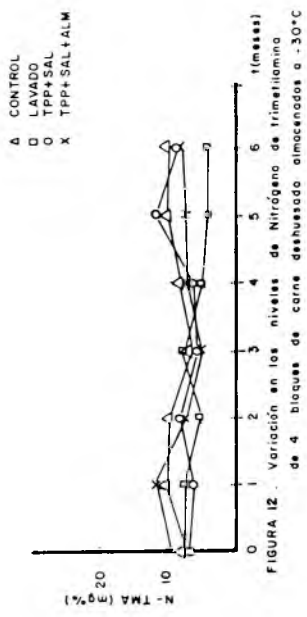


FIGURA 12 . Variación en los niveles de Nitrógeno de trimetilamina de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

tiempo, así como también por efecto de los tratamientos. Por el contrario, para los bloques almacenados a  $-30^{\circ}\text{C}$  sólo se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, y no en el tiempo. Las correlaciones efectuadas entre TMA y NBV con los aerobios totales y psicrotrofos se tradujeron en coeficientes bajos. Estos hallazgos pueden ocasionar confusión, principalmente porque en el pescado los niveles de TMA y NBV son considerados como índices de frescura. Se han constatado resultados similares en filetes congelados de bacalao, lo que sugiere la modificación de la idea de que la producción de TMA es únicamente el resultado de alteración bacteriana (23). En este sentido, se hace necesario estudiar en especies tropicales, los cambios del óxido de trimetilamina durante almacenamiento en congelación, a fin de poder utilizar estos índices de frescura con mayor seguridad. En cuanto al efecto de los tratamientos tanto a  $-10^{\circ}\text{C}$  como a  $-30^{\circ}\text{C}$ , los bloques preparados con carne deshuesada lavada fueron los que acusaron los menores niveles de ambos tipos de compuestos. Es muy probable, por lo tanto, que durante el proceso de lavado se produjera una disminución de los niveles normales de óxido de trimetilamina, y otras bases solubles en agua.

En lo que respecta al pH, durante todo el período de almacenamiento no se produjeron cambios significativos de este parámetro para ninguno de los bloques almacenados a las dos temperaturas de congelación, a pesar de que a  $-10^{\circ}\text{C}$  se produjo acumulación de bases, hecho demostrativo de la capacidad tampón del sistema proteínico del músculo de pescado.

Los cambios en los valores de ácido tiobarbitúrico (TBA) pueden observarse en las Figuras 13 y 14. Este ensayo ha sido utilizado ampliamente para la estimación objetiva del grado de rancidez oxidativa en una gran cantidad de productos de origen pesquero. Es de esperar que a medida que la rancidez oxidativa sea más acentuada, los valores de TBA aumenten. En este trabajo, por el contrario, se encontró una disminución progresiva de la densidad óptica a 540, que puede interpretarse como una reducción de los valores de TBA durante los seis meses de almacenamiento. Investigaciones similares (24, 25), atribuyen este hecho a que el malonaldehído, que es un producto de la oxidación de ácidos grasos insaturados, detectado mediante reacción con el TBA, se hace inextraíble, presumiblemente debido a su reacción con las proteínas. De cualquier forma, y en virtud de los bajos contenidos de grasa cruda de la carne deshuesada y de los bloques preparados con ésta, la rancidez oxidativa no constituyó un factor deteriorativo de la calidad del producto.

### CONCLUSIONES

- Es innegable el potencial de la fauna de acompañamiento del camarón como fuente de proteína animal. El deshuesado mecánico permite la utilización eficiente de este recurso, por lo que puede ser utilizado en la elaboración de una gran variedad de productos a nivel industrial, destacándose los bloques congelados de carne deshuesada por su versatilidad y facilidad de manipulación.
- El mayor efecto deteriorativo de la carne deshuesada durante el almacenamiento en congelación se relacionó con la desnaturalización de las proteínas y la disminución de la capacidad de retención de agua. Estos cambios deteriorativos se minimizan cuando la carne se almacena a  $-30^{\circ}\text{C}$ .

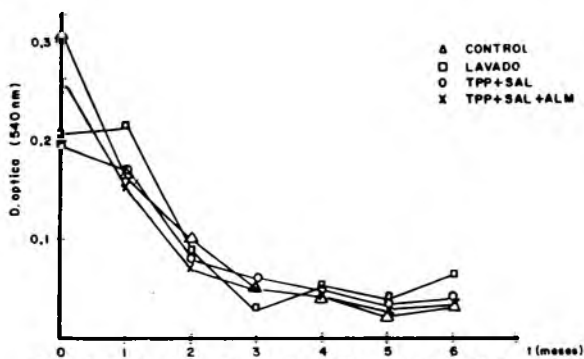


FIGURA 13. Cambio en los valores de TBA de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a  $-10^{\circ}\text{C}$

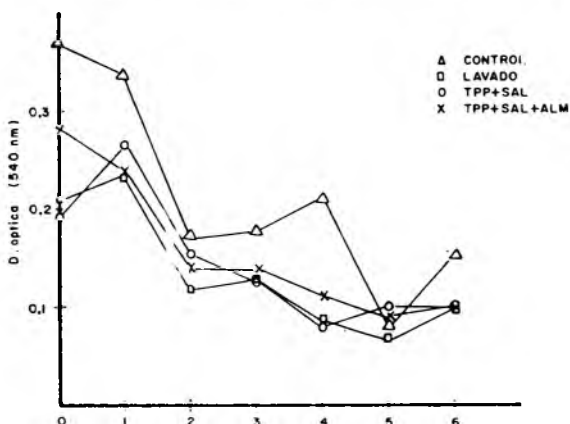


FIGURA 14. Cambio en los valores de TBA de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a  $-30^{\circ}\text{C}$

— La adición de agentes crioprotectores indujo sólo un pequeño efecto protector sobre el sistema proteínico de la carne deshuesada de pescado. Sin embargo, mejoró de manera evidente la capacidad de retención de agua de la misma.

## SUMMARY

### PREPARATION OF FROZEN BLOCKS OF MINCED FISH FLESH AND EVALUATION DURING STORAGE

Minced fish flesh from shrimp by-catch was used as raw material to prepare four frozen blocks under different conditions, as follows: a) Minced fish flesh washed in cool water for 10 minutes with continuous stirring (water-fish proportion, 3:1). b) Minced fish flesh mixed with sodium tripolyphosphate (TPP) (0.5%), and sodium chloride (1%), respectively. c) Minced fish flesh mixed with 0.5% sodium tripoly-

phosphate, 1% sodium chloride and 7.5% corn starch, and c) Minced fish flesh without any treatment, which was used as control.

Fish blocks were frozen at -40°C and stored at -10°C and -30°C freezing points during a six-month period. Physical, chemical and microbiological tests were performed during the storage period. The results obtained indicate that frozen fish blocks stored at -10°C deteriorate faster than those stored at -30°C. The TPP, sodium chloride and corn starch treatments were not effective in reducing protein denaturation, but they do increase the water retention capacity of the blocks.

### BIBLIOGRAFIA

1. Young, R. Shrimp by-catch utilization in Mexico: Potencial and problems. Conferencia presentada en: **First International Symposium on Fishery Education, Fish Processing and Marketing Systems**. México, Departamento de Pesca, 1979.
2. Miyauchi, D. Minced fish products. **Fish. News. Int.**, **12**(12):31, 1973.
3. Teeny, F. & D. Miyauchi. Preparation and utilization of frozen blocks of minced black rockfish muscle. **J. Milk Fd Tech.**, **35**(7):414-417, 1973.
4. Miyauchi, D., M. Patashnik & G. Kudo. Frozen storage keeping quality of minced black rockfish (*Sebastes spp*) improved by cold water washing and use of fish binder. **J. Fd Sci.**, **40**(3):592-594, 1975.
5. Licciardello, J. & W. Hill. Microbial quality of commercial frozen minced fish blocks. **J. Fd Protection**, **41**(12):948-952, 1978.
6. Licciardello, J., E. Ravesi & M. Allsup. Quality aspects of commercial frozen minced fish blocks. **J. Fd Protection**, **42**(1):23-26, 1979.
7. Tan, S., T. Fujiwara, M. Ng & C. Tan. Processing of by-catch into frozen minced blocks (surimi) and fish jelly products. **Technical Consultation on Shrimp By-Catch Utilization**. Georgetown, Guyana, FAO, 1981.
8. Productos Pesqueros Mexicanos. **Pepepez, un Nuevo Producto de Pulpa de Pescado, sin Espinas y Congelado**. México, Baja California, 1981.
9. Dyer, W., H. French & J. Snow. Protein in fish muscle. I. Extraction of protein fractions in flesh fish. **J. Fish. Res. Bd Can.** **7**(10):585-593, 1950.
10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. W. Horwitz (Ed.). Washington, D.C., The Association, 1980.
11. Tarladgis, B., B. Watts & M. Younathan. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. Am. Oil. Chem. Soc.**, **37**:44-48, 1960.
12. Rhee, K. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thio-barbituric acid tests of fish and meat. **J. Fd Sci.**, **43**:1776-1778, 1978.
13. Conway, E. & A. Byrne. LXI. An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances. **Biochem. J.**, **27**:419-429, 1933.
14. Murray, C. & D. Gibson. An investigation of the method of determining trimethylamine in fish muscle extracts by the formation of its picrate salt. Part I. **J. Fd Tech.**, **7**:35-46, 1972.
15. APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Marvin and Speck (Eds.). Washington, D.C., American Public Health Association, 1976.
16. Sokal, R. & F. Rohlf. **Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica**. Madrid, España, H. Blume Ediciones, 1969.
17. Dyer, W. & J. Dingle. Fish proteins with special reference to freezing. In: **Fish as**

- Food**. Vol. 1. Borgstrom (Ed.). New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 275-327.
18. Cowie, W. & I. Mackie. Examination of the protein extractability method for determining cold-storage protein denaturation in cod. **J. Sci. Fd Agric.**, **19**:696-700, 1968.
  19. Rodger, G., R. Weddle & P. Craig. Effect of time, temperature, raw material type, processing and use of cryoprotective agents on mince quality. In: **Advances in Fish Science and Technology**. J. Connel (Ed.). England, Fishing News (Books), 1977, p. 199-217.
  20. Dingle, J., R. Keith & B. Lall. Protein instability in frozen storage induced in minced muscle of flat fishes by mixture with muscle of red hake. **Can. Inst. Food Tech. J.**, **10**(3):143-146, 1977.
  21. Brotsky, E. & E. Swartz. Use of polyphosphates in minced fish. En: **Third National Seminar on Mechanical Recovery and Utilization of Fish Flesh**. R. Martin (Ed.). Washington, D.C., National Fisheries Institute, 1980.
  22. Noskowa, G. **Microbiología de las Carnes Conservadas por el Frío**. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1972.
  23. Castell, C., D. Bishop & W. Neal. Production of trimethylamine in frozen cod muscle. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, **25**(5):921-933, 1968.
  24. Bremmer, A. Storage trials on the mechanically separated flesh of three Australian mid-water fish species. Analytical tests. **Fd. Tech. Aust.**, **29**:89-93, 1977.
  25. Botta, J., J. Richards & N. Tomlinson. Thiobarbituric acid value, total log chain free fatty acids, and flavor of Pacific Halibut (*Hippogloous stenolepis*) and Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) frozen at sea. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, **22**(1):53-67, 1973.