

Evaluación física y química de filetes de bagre (*Pseudoplatystoma sp.*) salados en salmuera empacados al vacío y almacenados en refrigeración

Diana Rodríguez, Marinela Barrero, Makie Kodaira

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

RESUMEN. El salado es un proceso artesanal que incluye la adición de sal al músculo de pescado (seco-salado) y almacenado hasta su venta. Uno de los factores que limita la calidad del pescado salado es la oxidación de los lípidos por el contacto con el oxígeno y en consecuencia el oscurecimiento de la carne, por lo que una alternativa para mejorar la calidad de dichos productos sería el salado en soluciones de salmuera saturada. El propósito del presente estudio fue evaluar la conservación de filetes de bagre en una solución de salmuera al 36% empacado al vacío, almacenados a temperatura ambiente (27°C), y de refrigeración como una alternativa para mantener la calidad y aumentar el tiempo de vida útil de estas especies de pescado con alta demanda al sur de Venezuela. Las muestras fueron obtenidas en San Fernando de Apure, Edo. Apure; fileteados y sometidos a un ensalmuerado con una solución de cloruro de sodio (NaCl) al 36% en una relación 1:2 pescado:salmuera durante nueve días. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los parámetros de humedad, concentración de sal, y AW. Los filetes que fueron empacados al vacío y almacenados a 4°C resultaron significativamente diferentes ($P < 0,05$) al resto de los tratamientos ambiente y atmosfera sin modificar; no observándose diferencias significativas debido a la temperatura de almacenamiento a los 3 meses. La condición más favorable para conservar el pescado salado en salmuera con un empacado al vacío y refrigerado a 4°C.

Palabras clave: Salado, bagre, empaque, salmuera, *Pseudoplatystoma*.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha obtenido un creciente interés en el bagre como especie potencialmente cultivable; siendo distribuidos en su mayoría como producto salado. Esto se debe al hecho de ser una de las variedades dulceacuícolas con alto valor nutricional y buen precio de venta en los mercados (1) y

SUMMARY. Physical and chemical evaluation during refrigeration storage of salted catfish (*Pseudoplatystoma sp.*) in brine solution, and packed under vacuum. Salting fish in the south Venezuelan towns are still the main method of preserving fish including cutt, and salting fish process, storage and commercialization. As the result, salted-dried fish is particularly susceptible to spoilage by number factors, including lipid oxidation, browning meat. Packing salted fish product is an alternative increasing storage life time reducing lost of quality and enhancing the storage time. The present study evaluated the physic, chemist, and sensory quality of fish fillet from cat fish (*Pseudoplatystoma sp.*) from Apure state, Venezuela. Fillet fish were placed in brine solution at 36% of sodium chloride 1:2 fillet: brine solution; after, they were packed under followed conditions: vacuum, vacuum and storage under refrigeration condition, and room temperature. The results showed significant differences ($p < 0.01$) for moisture, salt content, and Aw. The fillets packed at vacuum and storage at 4 °C were significant different from the resting treatments; not significant differences were presented at room and refrigeration temperature after three months. The best conditions treatment was vacuum packing and refrigeration at 4°C.

Key words: Salty, catfish, brine solution, packing, *Pseudoplatystoma*.

(2). Los Bagres están representados por gran cantidad de especies. El genero *Pseudoplatystoma* es el mas comercializado siendo las especies *Pseudoplatystoma corruscans*, *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* las mas destacadas. Su habitat natural es el amazonía y se le encuentra preferentemente en lagunas y quebradas. Estas especies se cultivan en la selva baja y alta (Venezuela, Brasil, Colombia, Perú) a una temperatura de 25 - 35°C. El bagre, al igual que cualquier otro tipo de pescado, está compuesto básicamente por agua, proteína, grasa y cenizas; así como también de un contenido de vitaminas y minerales. En los pescados grasos, el contenido de grasa es muy variable según la edad y el tamaño del pescado y la estación y es considerado rico en vitamina D (18).

Estudio enmarcado dentro del Proyecto de investigación titulado "Aprovechamiento de recursos pesqueros de aguas continentales y estuarinas: Desarrollo y evaluación de productos con valor agregado" FONACIT N° S1-2001000745

El salado es probablemente una de las más antiguas técnicas de preservación y constituye una opción importante en la preservación de pescado. Esta tecnología dirigida a preservar el pescado en sal común está compuesta por un conjunto de procesos físico-químicos mediante los cuales la sal en altas concentraciones penetra en el pescado y el contenido de agua de éste último es forzado a salir de los tejidos. Este proceso está condicionado por dos factores: (a) la tasa a la cual la sal es disuelta formando salmuera (retardado si la sal se disuelve muy lentamente debido al tamaño de partícula), y (b) la tasa a la cual la sal penetra el músculo del pescado y el agua es extraída (3,2). Aparte de la acción preservativa, el primer cambio notable por el consumidor habitual de pescado salado, es la alteración de la textura, la cual es compensada al desarrollarse un sabor a curado. Si el pescado se sumerge en soluciones de salmuera de NaCl de baja concentración se produce una ganancia de agua en el músculo de pescado; a concentraciones de sal más altas el músculo del pescado pierde agua y experimenta un descenso en el contenido de humedad y consecuentemente en el peso, además de sufrir desnaturalización proteica. Si la concentración de sal se incrementa, una mayor cantidad de proteínas son saturadas de sal lo que explica porque el pescado fuertemente curado es de textura dura (4-6). En consecuencia existe una concentración de sal crítica, en la cual ocurre absorción de agua por debajo, y por encima de ésta ocurre pérdida de agua.

Por otro lado, el empaçado al vacío para el almacenamiento de pescados salados puede evitar la oxidación de los lípidos a su vez que retardar la descomposición microbiana en el pescado. Dependiendo de la especie, el contenido de grasa, la carga bacteriana inicial, el tipo de material de empaque y, lo que es particularmente importante, la temperatura de almacenamiento dependerá el tiempo de vida útil del pescado (4,9).

Una técnica de preservación muy utilizada en los productos de mar, es la disminución de la temperatura en su almacenamiento. Esta variable actúa sobre la actividad enzimática y la acción microbiana. En el rango de 0-25°C la actividad microbiana es más importante; por lo que el tiempo de vida útil del pescado se encuentra estrechamente relacionado con la temperatura de almacenamiento, encontrándose que a medida que se disminuye la temperatura de almacenamiento aumenta el tiempo de vida útil. Varias investigaciones han señalado la acción preservativa que se obtiene sobre este producto a medida que la temperatura de almacenamiento disminuye (8,7). El propósito del presente estudio fue evaluar la conservación de filetes de bagre en una solución de salmuera al 36% empaçados al vacío, almacenados a temperatura ambiente (27°C), y de refrigeración como una alternativa para aumentar la calidad y tiempo de vida útil de estas especies de pescado con alta demanda al sur de Venezuela.

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se utilizaron ejemplares de bagre (*Pseudoplatystoma* sp.) provenientes de los pescadores artesanales de San Fernando de Apure, Venezuela. Fueron capturados en el mes de enero en el río Payara. Se colectaron 36 ejemplares para un total de 81 kg de bagre eviscerado con una talla promedio de 2.5 kg. Dichas muestras se filetearon obteniéndose filetes de aproximadamente 350g y de 32 cm de longitud. Se evaluaron tres lotes de filetes en salmueras de Cloruro de sodio al 36%. Las muestras de filetes de bagre se sumergieron en la salmuera por nueve días a temperatura ambiente; luego se dividieron en lotes y se les aplicaron los siguientes tratamientos: a.- Empaçado sin vacío (normal) y almacenado a 4°C; b.- Empaçado normal (sin vacío) y almacenado a temperatura ambiente (27°C); c.- Empaçado al vacío y almacenado a temperatura a 4°C; y d.- Empaçado al vacío y almacenado a temperatura ambiente (27°C). Los análisis a las muestras, por triplicado, se realizaron cada 30 días por un período de 90 días. En la figura 1 se presenta un diagrama de flujo del proceso.

Métodos

Humedad, cenizas, proteína cruda, grasa cruda: Se procedió según la metodología señalada por A.O.A.C.(10) (1980) Nros 24003, 18025, 47022, y 94302 respectivamente.

El contenido de sal se determinó mediante un salinómetro marca MERBABU, model NS-3P el cual consta de un electrodo. Se tomaron 10 g de muestra y se homogenizaron con 100 ml de agua destilada.

Actividad de agua (Aw): Se determinó en un equipo Decagon modelo CX-I marca Agua Lab, (Decagon Devices Inc. Pullman, Washington)

Rancidez oxidativa: Según el método señalado por Tarladgis y col (1960) (11). Se homogenizaron 10 g. de muestras y se destilaron con una solución de EDTA+PG 2,5%. Un alícuota del destilado se mezcló con una solución 2TBA y se midió la absorbancia a 538 nm con un espectrofotómetro marca spectro modelo 22R de LaboMed, Inc. C.A. EUA.

Bases volátiles: Según la metodología señalada por Pearson (12). Se homogenizaron 10 g de muestra y se destilaron con MgO. El destilado colectado en ácido bórico se tituló con ácido sulfúrico utilizando rojo de metilo al 2% como indicador.

Textura: Utilizando un analizador de textura tipo Texture Analyzer TA.XT2 (Stable Micro system Haslemere, Surrey, K). La fuerza fue registrada durante la compresión en una curva de textura con una célula de carga de 5 kg; un disparador de fuerza 0,01 N a una tasa de compresión de 1 mm s⁻¹

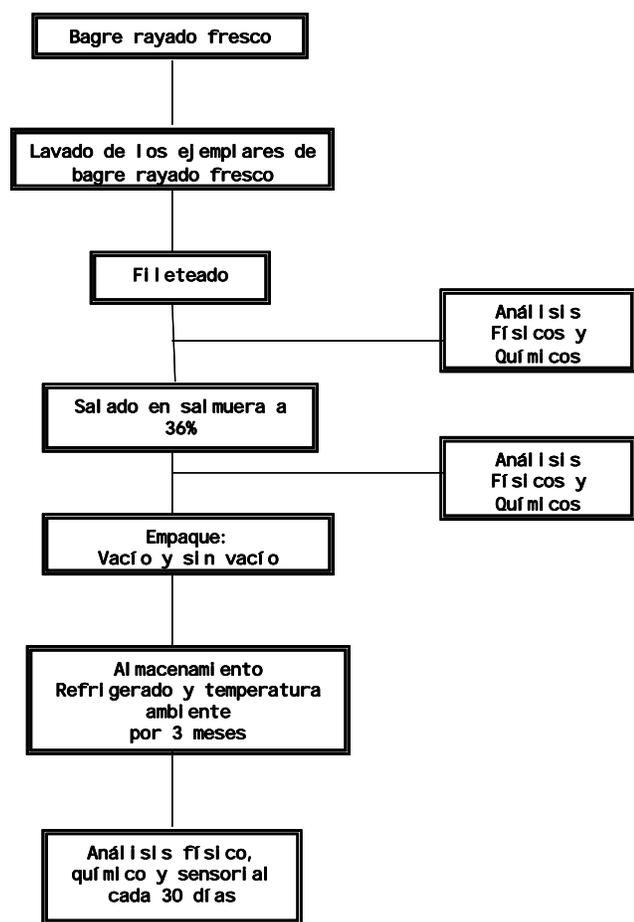
pH: Según norma COVENIN Nro. 1315-79 (13); Mediante un potenciómetro marca HANNA modelo HI 8417. Una muestra de 5 g se homogenizó en 50 ml de agua destilada.

Evaluación sensorial: Para el análisis sensorial se utilizaron muestras desaladas en un período de 24 horas, luego cocinadas al vapor hasta su completa cocción. Se utilizó un panel semientrenado de 12 personas que consume regularmente pescado. Las muestras se presentaron de forma conjunta y balanceada. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, siendo la escala en forma decreciente de rechazo.

Análisis estadístico: Se realizó un análisis de varianza de dos vías, con un nivel de significancia 5% utilizando un programa Statgraphic plus 5.1.

FIGURA 1

Esquema de procesamiento de bagre rayado en una solución de salmuera al 36%



RESULTADOS

En las Figuras 2 y 3 se muestran los resultados obtenidos para la humedad, cenizas, proteína y grasa. Se observa que el contenido de humedad disminuye desde 59,92 hasta 56,59% a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento. Las muestras empacadas al vacío y almacenadas en refrigeración (VR) presentaron un contenido de humedad significativamente mayor (58,04%) que en los otros tratamientos (Figura.2A). El contenido de proteínas en las diferentes muestras evaluadas sólo se vio afectada por el tiempo de almacenamiento y no por los diferentes tratamientos evaluados, encontrándose un aumento significativo (15,60 a 17,59%) del contenido de proteína a los 60 días de almacenamiento (Figura 3B). En el contenido de grasa, se observó que la muestra empacada al vacío y almacenada a temperatura ambiente (VA) presentaron un significativamente mayor (3,37%) contenido de grasa cruda (Figura 3A). Adicionalmente se observó que las muestras VR presentaron un mayor contenido de sal, pero no significativo, con respecto a las otras muestras evaluadas (Figura. 4A). El pH aumentó a medida que transcurre los días de almacenamiento (Figura 4B), siendo este aumento significativamente mayor a los 60 días (18,85 hasta 19,60). La muestra SVR resultó con un valor de pH (5,97) menor a la muestra SVA (6,19) pero no significativo, sin embargo la muestra VR presentó un valor de pH (6,16) significativamente mayor a la SVR.

FIGURA 2

Contenido de: A. humedad (%) y B. cenizas (%) de los filetes de bagre rayado salados en salmuera al 36% y almacenados durante 90 días. (SVR) Sin Vacío Refrigerado, (SVA) Sin Vacío temperatura Ambiente, (VR) Vacío Refrigerado, (VA) Vacío temperatura Ambiente

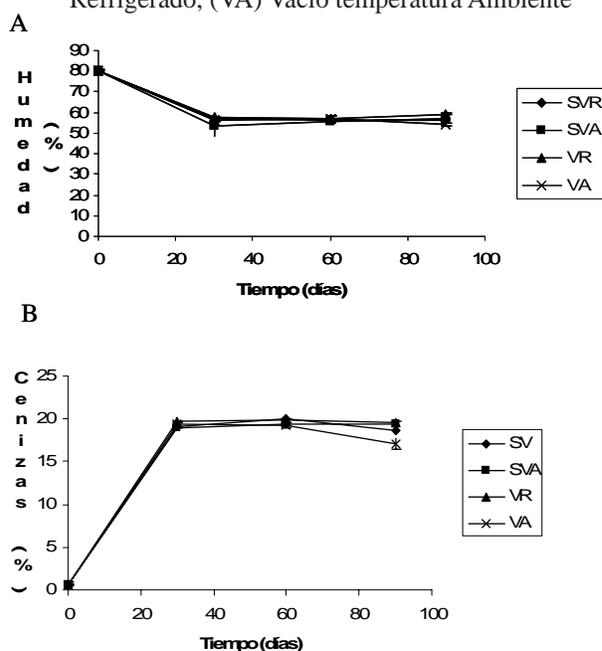
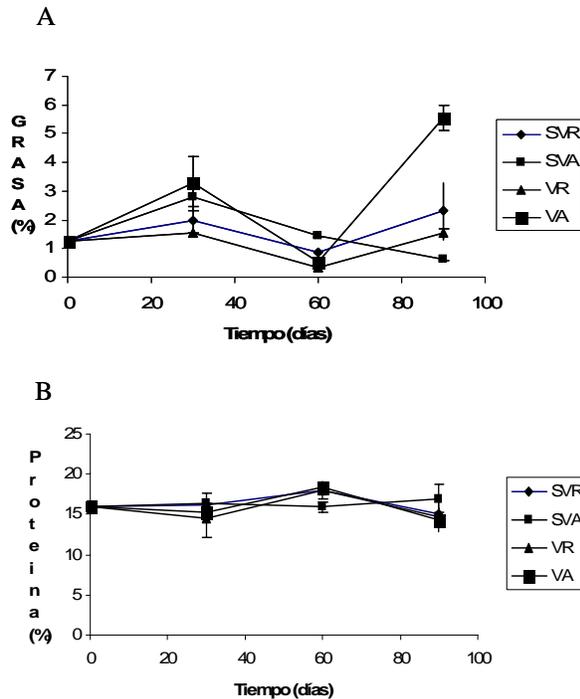


FIGURA 3

Contenido de: A. grasa (%), y B. proteína (%) de los filetes de bagre rayado salados en salmuera al 36% y almacenados durante 90 días. (SVR) Sin Vacío Refrigerado, (SVA) Sin Vacío temperatura Ambiente, (VR) Vacío Refrigerado, (VA) Vacío temperatura Ambiente



Con respecto a la aw, (Figura 4C) se observó que ésta aumenta significativamente a los 90 días de almacenamiento. Así también se obtuvo un aumento de la aw por efecto de la refrigeración, encontrándose que las muestras refrigeradas (VR y SVR) presentaron una significativamente mayor actividad de agua ($p < 0,05$) con respecto a las muestras no refrigeradas (VA y SVA).

En este estudio las bases volátiles totales (BVT) permanecieron dentro de los límites de aceptabilidad. En el almacenamiento, las muestras evaluadas presentaron un aumento significativo del contenido de BVT a los 90 días de almacenamiento (Figura 5A) desde 21,39 hasta 24,99 mgN/100g respectivamente.

La textura (Figura 5B) es uno de los parámetros que no presentó variación significativa durante el período de almacenamiento. Sin embargo se observó que la muestra VA presentó un valor de textura (dureza) significativamente ($p < 0,05$) alto (4955 hasta 6722) con respecto a las otras muestras. En la figura 6 se muestra un aumento significativo ($p < 0,05$) del índice de TBA a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento desde 4,28 hasta 4,99 a los 90 días de almacenamiento.

La evaluación sensorial, (Tabla1), de las muestras evaluadas en este estudio no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo durante el período de almacenamiento el sabor salado y la textura fueron significativamente mayores a los 60 y 90 días de almacenamiento.

FIGURA 4

Contenido de A. sal (%), B. pH, y C. AW de los filetes de bagre rayado salados en salmuera al 36% y almacenados durante 90 días. (SVR) Sin Vacío Refrigerado, (SVA) Sin Vacío temperatura Ambiente, (VR) Vacío Refrigerado, (VA) Vacío temperatura Ambiente

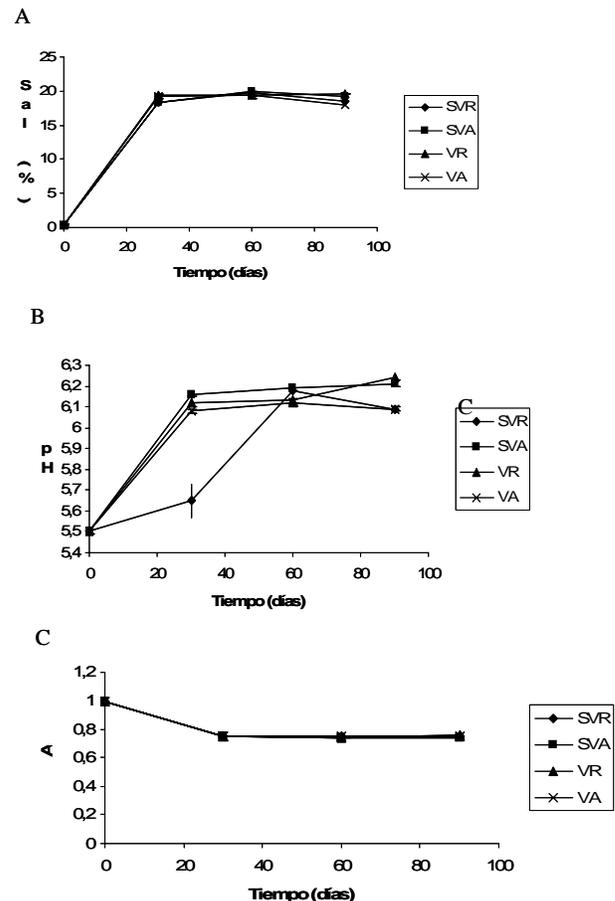
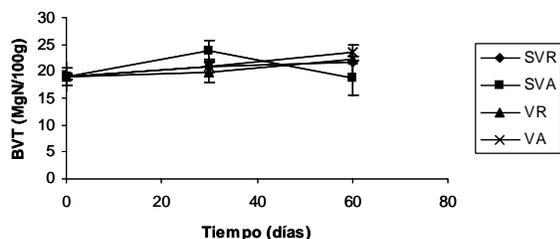


FIGURA 5

Contenido de: A. BVT (mgN/100g) y B. textura de los filetes de bagre rayado salados en salmuera al 36% y almacenados durante 90 días. (SVR) Sin Vacío Refrigerado, (SVA) Sin Vacío temperatura Ambiente, (VR) Vacío Refrigerado, (VA) Vacío temperatura Ambiente.

A



B

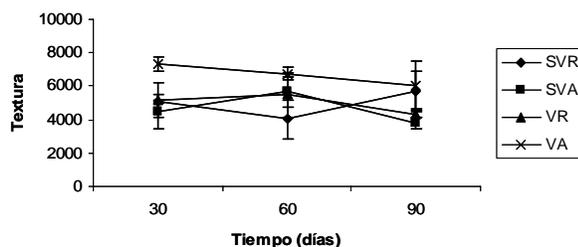


FIGURA 6

Resultados de rancidez oxidativa TBA (mgMA/Kg.) en los filetes de bagre salados en salmuera al 36% y almacenados durante 90 días. (SVR) Sin Vacío Refrigerado, (SVA) Sin Vacío temperatura Ambiente, (VR) Vacío Refrigerado, (VA) Vacío temperatura Ambiente

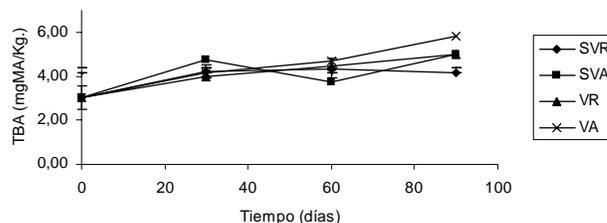


TABLA 1

Evaluación Sensorial de los filetes de bagre rayado salado en salmuera al 36%, durante 90 días de almacenamiento. (SVR) Sin Vacío Refrigerado, (SVA) Sin Vacío temperatura Ambiente, (VR) Vacío Refrigerado, (VA) Vacío temperatura Ambiente

Condición de almacenamiento	TIEMPO (días)											
	30				60				90			
	Color	Olor	Textura	Sabor de sal	Color	Olor	Textura	Sabor de sal	Color	Olor	Textura	Sabor de sal
SVR	6,92 (1,16) ^a	6,58 (1,44) ^a	6,58 (1,16) ^a	4,92 (1,62) ^a	6,75 (1,66) a	7,42 (1, ^a	7,33 (0,98) ^b	6,83 (1,40) ^b	6,08 (2,09) ^a	6,85 (1,71) ^b	6,85 (1,38) ^b	7,08 (1,44)
SVA	6,42 (1,51) ^a	6,67 (1,97) ^a	6,67 (1,48) ^a	4,83 (1,56) ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
VR	7,17 (1,27) ^a	6,83 (1,47) ^a	6,83 (1,51) ^a	4,92 (1,24) ^a	7,00 (1,41) a	6,75 (1,66) ^a	7,83 (0,94) ^b	6,92 (1,83) ^b	6,00 (1,95) ^a	6,77 (1,50) ^b	7,08 (1,04) ^b	7,08 (1,60)
VA	6,33 (1,67) ^a	6,50 (1,57) ^a	6,42 (1,31) ^a	4,17 (1,70) ^a	7,17 (1,80) a	6,33 (1,83) ^a	7,50 (1,00) ^b	7,08 (1,00) ^b	6,69 (1,73) ^a	6,54 (1,24) ^b	7,62 (1,00) ^b	7,15 (1,44)

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar. Las muestras con tratamiento SVA no fueron aceptadas microbiológicamente a los 60 y 90 días por lo que no fueron evaluadas sensorialmente.

DISCUSION

El proceso de salado trae consigo un cambio en la composición proximal de los filetes de bagre rayado, obteniéndose una disminución del contenido de humedad por la deshidratación osmótica, lo que conlleva a la concentración de la materia seca (ceniza, proteína, y grasa) (Figuras 2 y 3). Sin embargo el aumento del contenido de cenizas es debido al aumento en el contenido de sal en el músculo del pescado, debido a que el NaCl, compuesto inorgánico, se ve cuantificado en el proceso de obtención de cenizas. Esto coincide con lo reportado por Martínez- Alvarez y Gómez-Guillen (14).

La disminución del contenido de grasas y proteínas también fue afectado por el proceso de salado en salmuera ya que estos componentes pueden solubilizarse (proteínas) o ser arrastrados con la salmuera (lípidos) (15,16). Martínez-Alvarez y Gómez-Guillen (17) señalaron que la cantidad de proteína que se pierde por disolución en la salmuera esta condicionada por el pH; la calidad funcional del producto salado es menor con la salmuera a pH 8,5 que a pH 6,5 ya que existe una notable pérdida de proteínas solubles del músculo por osmosis en salmuera. Según Birkeland y Bjerkeng (19) se obtiene una pérdida mayor de proteínas con salmueras a concentraciones de 1,0-3,0 M que con concentraciones de sal de 4,0-6,0 M y a un valor de pH de 6,5; siendo una de las principales proteínas solubles en agua la albúmina, la cual es altamente soluble a pH neutro. Por otro lado la composición proximal de las muestras bajo los diferentes tratamientos evaluados muestran diferencias durante el período de almacenamiento lo cual puede deberse al efecto del almacenamiento a baja temperatura (4°C), ya que la solubilidad de la sal se ve disminuida a bajas temperaturas dejando así agua disponible en el músculo reflejándose un mayor contenido de humedad (8,2). El empaque al vacío ejerce un efecto en la humedad ya que se ha reportado que proporciona una mejor interacción entre los iones y las proteínas, reduciendo la disponibilidad de los iones cloruro y sodio para formar salmuera, reflejándose en un mayor contenido de humedad (20, 21).

El contenido de proteínas en las diferentes muestras evaluadas solo se vio afectada por el tiempo de almacenamiento pudiendo ser debido a una menor solubilización de las proteínas en la salmuera por la interacción entre la sal y las proteínas; sin embargo se esperaría una disminución progresiva del contenido de proteína a lo largo del período de almacenamiento por proteólisis enzimática o acción microbiana. En relación a este resultado Barrero y col.(16) encontraron que la ausencia de solubilidad en las proteínas de la pulpa de sardina durante el almacenamiento en congelación a -30°C a los 60 y 90 días de almacenamiento fue debido a la agregación de las proteínas miofibrilares de alto peso molecular, señalando que el efecto protector en las proteínas durante el almacenamiento en congelación puede ser debido a una

interacción entre los lípidos y proteínas formando así agregados de lipoproteínas evitando la solubilización y degradación de las proteínas. Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos para el contenido de grasa durante el periodo de almacenamiento en las muestras evaluadas. De igual modo Lauritzsen y col (24) reportaron, en el salado de filetes de bacalao, una mayor pérdida de agua y absorción de NaCl en el músculo durante el almacenamiento lo cual podría ser debido a un incremento en la cantidad de iones cloruro y sodio interactuando con las proteínas.

El mayor contenido de sal en las muestras empacadas al vacío puede ser debido a que éste proporciona una mejor interacción entre las proteínas y la sal, ello puede promover el flujo hacia fuera del gas o líquido interno, mejorando así la ganancia de solutos externos (8,23), sumado a la disminución de la solubilidad de la sal a bajas temperaturas (4°C). Ofter y Trinick (22) señalaron que la acción de las enzimas proteolíticas sobre las proteínas del músculo de bacalao salado, contribuyeron a incrementar la superficie a ser susceptible a interactuar con los iones cloruro y sodio lo que conllevó a un aumento en el contenido de sal en el músculo de bacalao salado.

La medición de pH o acidez iónica es un parámetro tomado en cuenta para evaluar el grado de deterioro del pescado. Los cambios observados pudiendo ser por el desarrollo de bases volátiles y rancidez en las muestras. Valls y col. (25), encontraron que durante el almacenamiento de filetes de sardina en condiciones de vacío a -18°C, los valores de pH aumentan en el último mes del almacenamiento con respecto al tiempo 0, indicando que a pesar de la baja temperatura empleada se siguen produciendo sustancias básicas.

Con respecto a la aw, (Figura 4C) se observó que ésta aumenta considerablemente a los 90 días de almacenamiento, pudiendo ser esto a causa de la degradación de las proteínas, y su solubilización en la salmuera circundante con un arrastre de los iones cloruro y sodio provocando un aumento en el agua disponible en el filete salado. Resultados similares fueron reportados por Gallart-Jornet y col (4), los cuales concluyeron que la actividad de agua disminuye simultáneamente con la pérdida de agua y aumento del contenido de sal y que se alcanza una menor aw en las muestras de salmón del atlántico.

En este estudio las bases volátiles totales (BVT) se encontraron dentro del valor aceptable para el consumo (30-35 mg N/100g). El aumento de BVT en el pescado salado se debe principalmente a la degradación de proteínas y aminoácidos libres en el músculo. En el presente estudio se obtuvieron valores de BVT mas altos en el tratamiento VA en comparación con el tratamiento SVR esto puede ser debido a la diferencia de temperatura de almacenamiento, ya que es muy conocido que la velocidad de las reacciones químicas disminuye con la disminución de la temperatura. Asimismo Gallart-Jornet y col (4), reportaron que a los 63 días de

almacenamiento el valor de BVT en caballa salada fue menor en muestras refrigeradas que en muestras a temperatura ambiente correlacionándolo a un aumento de las bacterias halofílicas. El empacado al vacío también afectó el contenido de BVT, ya que reduce la formación de reacciones químicas que tienen como principal promotor al oxígeno. Gutiérrez (15) realizó estudios en sardinas saladas y maduras determinaron que tanto el pH, como las bases volátiles (BVT) se incrementan en las muestras almacenadas en atmósfera de aire durante el almacenamiento y las muestras sumergidas en solución de cloruro de sodio tienen un tiempo más largo de vida útil (17).

Los lípidos son unos de los componentes del pescado que afectan considerablemente las características sensoriales del pescado. La rancidez que desarrollan los pescados salados está condicionada por la cantidad de grasa en el mismo. El bagre rayado es considerado una especie de bajo contenido graso (magro) de lo cual puede deducirse que este pescado conservado en salmuera desarrollaría un bajo nivel de oxidación de lípidos. Debido a la presencia de oxígeno, que es el que desencadena una serie de reacciones que producen compuestos que proporcionan el olor y sabor a rancio se esperaría encontrar un mayor índice de TBA en las muestras empacadas sin vacío, sin embargo estos no fueron los resultados; las muestras SVR contienen un menor índice de oxidación que las muestras VR, pudiendo inferirse que para obtener una disminución satisfactoria de la oxidación de los lípidos en los filetes de bagre rayado salados en salmuera es más favorable la disminución de la temperatura que la eliminación del oxígeno del empaque. También puede atribuirse a la interacción de los productos de descomposición con el malonaldehído para dar productos terciarios y de esta forma no se cuantifican dentro del índice de TBA (27,8). Por otro lado se tiene que un aumento progresivo del índice de TBA a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, siendo significativamente mayor a los 90 días lo cual puede deberse a que los lípidos se encuentran menos disponibles a los 60 días de almacenamiento por la supuesta formación de agregados de proteínas y lipoproteínas.

La textura (Figura 4B) es una de los parámetros que no presentó variación significativa durante el período de almacenamiento, pudiendo ser esto por decrecimiento de la actividad proteolítica de las enzimas (catepsinas) (8,28). Por otro lado se obtuvo que la muestra VA presentó un valor de textura (dureza) alto con respecto a las otras muestras, lo cual puede deberse a una mejor interacción proteína-sal en el músculo de pescado, lo cual ocasiona la precipitación de las proteínas lo que se refleja en la dureza del filete salado.

La evaluación sensorial, no presentaron diferencias entre los tratamientos. Es necesario tener en cuenta que este tipo de evaluación fue subjetiva, pudiendo ser ésta una de las causas de la obtención de tales resultados, ya que se obtuvieron diferencias en otros parámetros físicos y químicos medidos

que reflejan las características sensoriales de las muestras. Sin embargo se obtuvo una buena aceptabilidad de las muestras en las 3 evaluaciones realizadas durante el período de almacenamiento encontrándose observaciones por parte de los evaluadores sobre un ligero sabor a rancio a los 90 días de almacenamiento en la muestra empacada al vacío y sin refrigerar (VR) así como de un contenido de sal mayor en las muestras empacadas al vacío, lo cual se correlaciona con los resultados de las determinaciones de índice de TBA y % sal en el filete. Comparando los resultados obtenidos por (8), que encontró que el límite de aceptabilidad de las muestras saladas en salmuera al 18% y empacadas al vacío fue hasta 17 días en la evaluación del sabor, mientras que en la textura el límite fue cerca de los 36 días, se puede inferir que un aumento en la concentración de la salmuera puede extender la vida útil del producto salado.

CONCLUSIONES

El almacenamiento en refrigeración disminuye la formación de bases volátiles y el proceso de oxidación de lípidos en las muestras de bagre rayado salado en salmuera al 36%, en comparación a las muestras almacenadas a temperatura ambiente. Sensorialmente no se observó diferencias entre los tratamientos evaluados. La condición de empacado al vacío y almacenamiento a 4°C, proporcionó las mejores características de preservación en los filetes de bagre rayado salado, según los resultados físicos y químicos. Se recomienda evaluar otras especies pesqueras de interés comercial en el país para su mejor aprovechamiento.

REFERENCIAS

1. Bellagha S, Sahli A, Glenza A, Kechaou N. Isohalic sorption isotherm of sardine (*Sardinella aurita*): experimental determination and modeling J Fd Eng. 2005;68:105-111.
2. Bellagha S, Sahli A, Farhat A, Kechaou N, Glenza A. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*): Experimental kinetics and modeling. J Fd Eng. 2007;78:947-952.
3. Barrero M y Bello R. "Efecto de la congelación a -40°C en los ácidos grasos de la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con una solución de bicarbonato de sodio al 0,5%. Revista Científica. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. 2001;11(3):230-239.
4. Gallart-Jornet L, Barat JM, Rustad T, Erikson U, Escriche I, Fito P. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. J Fd Eng. 2006;80 (1): 267-275.
5. Barat JM, Rodríguez-Barona Sneyder, Andrés Ana, Visquert M. Mass transfer analysis during the cod desalting process. Fd. Research Int. 2004;37:203-208.
6. Barat JM, Rodríguez-Barona S, Castelló M, Andrés A, Fito P. Cod desalting process as affected by water management. J Fd Eng. 2004;61:353-357.

7. Andrés A, Rodríguez-Barona S, Barat JM. (2005b). Analyses of some cod-desalting process variables. *J Fd Eng.* 2005;70: 67-72.
8. Chouliara I, Savvaidis IN, Panagiotakis N, Kontominas MG. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *Fd Microbiology.* 2004;21: 351-359.
9. Andrés A, Rodríguez-Barona S, Barat JM, Fito P. Salted cod manufacturing: influence of salting procedure on process yield and product characteristics. *J Fd Eng.* 2005;69:467-471.
10. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists. 13th Ed. Mowists, W. (Ed)., Washington D.C. 1980.
11. Tarladgis B, Watts B, Younatha M. "A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food". *J Am Oil Chem Soc.* 1960;37(1):44-48.
12. Pearson D. The Chemical Analysis of Foods, 6th Edition. Churchill Livingstone, London. 1970.
13. COVENIN. Norma Venezolana N°1315. Alimentos. Determinación de pH, acidez iónica. Ministerio de Fomento, Caracas, Venezuela. 1979.
14. Martínez-Álvarez O., Gómez-Guillén. Effect of brine salting at different pHs on the functional properties of cod muscle proteins after subsequent dry salting. *Fd Chem.* 2006;94:123-129.
15. Gutiérrez C. Variaciones Físico-Químicas de la Sardina (*Sardinella aurita*) durante el proceso de salado-madurado en seco. Fundación la Salle de Ciencias Naturales. Estación de Investigaciones Marinas de Margarita EDIMAR. 2003.
16. Barrero M, Castillo Y, Kodaira M. Influence of washing and frozen storage on the myofibrillar protein fraction in sardine mince flash. *Revista científica, FCV-LUZ* 2007;Vol. XVII, (4):405-411.
17. Martínez-Álvarez O., Gómez-Guillén. The effect of brine composition and pH on the yield and nature of water-soluble proteins extractable from brined muscle of cod (*Gadus morhua*). *Fd Chem.* 2005;92:71-77.
18. Novoa D. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure. Presente y Futuro. INAPESCA. 2002;72,73.
19. Sveinung B, Bjørn B. Extractabilities of astaxanthin and protein from muscle tissue of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by brine concentration and pH. *Fd Chem.* 2004;85:559-568.
20. Barat JM, Rodríguez-Barona S, Andrés A, Fito P. Cod salting manufacturing analysis. *Fd Research Int.* 2003;36:447-453.
21. Gallart-Jornet L. A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J Fd Eng.* 2007;79:261-270.
22. Barat JM, Gallart-Jornet L, Andrés A, Akse L, Carlehog M, Skjerdal OT. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *J Fd Eng.* 2006;73:9-19.
23. Gallart-Jornet L., Rustad T., Barat JM, Fito P, Escriche I. Effect of superchilled storage on the freshness and salting behaviour of atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Fd. Chem.* Available from doi:10.1016/j.foodchem.2006;10.040.
24. Lauritzsen K, Akse L, Johansen A, Joensen S, Sørensen NK, Olsen Ragnar L. Physical and quality attributes of salted cod (*Gadus morhua L.*) as affected by the state of rigor and freezing prior to salting. *F. Research Int.* 2004 ;(37):677-688.
25. Valls J, Paredes A, González D, González A. Evaluación física, química, microbiológica y sensorial de filetes de sardina (*Sardinella aurita v.*) empacados al vacío y congelados a -18°C. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Estación de Investigaciones Marinas de Margarita, EDIMAR. 2006.
26. Goulas AE, Kontominas MG. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Fd Chem.* 2005;93:511-520.
27. Wang D, Tang J, Correia LR. Salt diffusivities and salt diffusion in farmed Atlantic salmon muscle as influenced by rigor mortis. *J Fd Eng.* 2000;43:115-123.
28. Iriarte RMM, Romero GG del V. Efecto del tiempo de almacenamiento a -18°C sobre las características bacteriológicas y físico-químicas de filetes de pez volador (*Dactylopterus volitans*). *Revista Científica, FCV-LUZ.* 2006;Vol. XVI, N°2, 195-201.

Recibido: 29-09-2008

Aceptado: 05-03-2009