

Estabilidad de filetes de bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*) ahumados artesanalmente almacenados en refrigeración

Tomé Elisabetta¹; Kodaira Makie²

RESUMEN. En este estudio se investigó la estabilidad de filetes de *P. fasciatum* ahumados, durante 25 días de almacenamiento refrigerado (7°C; 70% HR). Para ello filetes de esta especie, inmersos en salmuera saturada al 80% durante 30 min y ahumados de manera artesanal por 6 horas (4 hs entre 30°C-50°C y 2 hs entre 80°C-100°C), se dividieron en mitades y almacenaron en refrigeración por 25 días; una mitad fue cubierta con una película flexible de cloruro de polivinilo "Envoplast" (c/e) mientras que la otra fue almacenada sin empaque (s/e). Se tomaron muestras cada 5 días para determinaciones físicas (contenido de humedad, actividad de agua), químicas (concentración de cloruro de sodio, ácido tiobarbitúrico, pH, bases volátiles totales) microbiológicas (contajes de mesófilos, psicrófilos, coliformes fecales, halotolerantes, mohos y levaduras) y sensoriales. De acuerdo con la aceptación final de los filetes ahumados almacenados con y sin empaque, el tiempo de vida útil es cercano al 20^{vo} día de almacenamiento refrigerado. Este tiempo se corresponde, aproximadamente, con un 47% de humedad, concentración de cloruro de sodio de 8,9%, Aw de 0,816, 40 mgN%, y contajes de psicrófilos, halotolerantes, mohos y levaduras, principales microorganismos deteriorativos en estos productos, en el orden de 1 05 U FC/g. An Venez Nutr 2000; 13(1):175-180

Palabras clave: Pescado Ahumado, Bagre, *Pseudoplatystoma fasciatum*, Maduración de alimentos.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela la producción fluvial pesquera experimentó un crecimiento de un 64,3% en los últimos años, pasando de 23.015 Tm en 1989 a 37.816 Tm en 1994 (1); sin embargo su comercialización se caracteriza por una escasa capacidad de almacenamiento y refrigeración así como dificultades de transporte causando pérdidas considerables del pescado capturado. En tal sentido el ahumado artesanal permitiría que especies como los bagres, cuya producción en 1994 superó las 5.400 Tm, pudieran ser aprovechadas para ser transformadas, mediante el uso de una tecnología sencilla y económica, en productos de buena calidad, mayor vida útil y de valor agregado lo que redundaría en beneficio de la población de pescadores artesanales y en una diversificación de los productos de aguas continentales. Entre las especies de bagre, *Pseudoplatystoma fasciatum* "rayado" está entre las especies comercialmente más importantes en las pesquerías del río Orinoco⁽²⁾; el elevado volumen de sus capturas⁽¹⁾ muy bien justifica su aprovechamiento en productos de mayor valor agregado.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la estabilidad de filetes de pescado ahumados artesanalmente, almacenados en refrigeración, con y sin empaque, durante 25 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pescado

Ejemplares eviscerados de *pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado), procedentes de Cabruta, estado Guárico, fueron transportados en contenedores con hielo al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela. El pescado fue recibido con un tiempo máximo de captura de 72 horas.

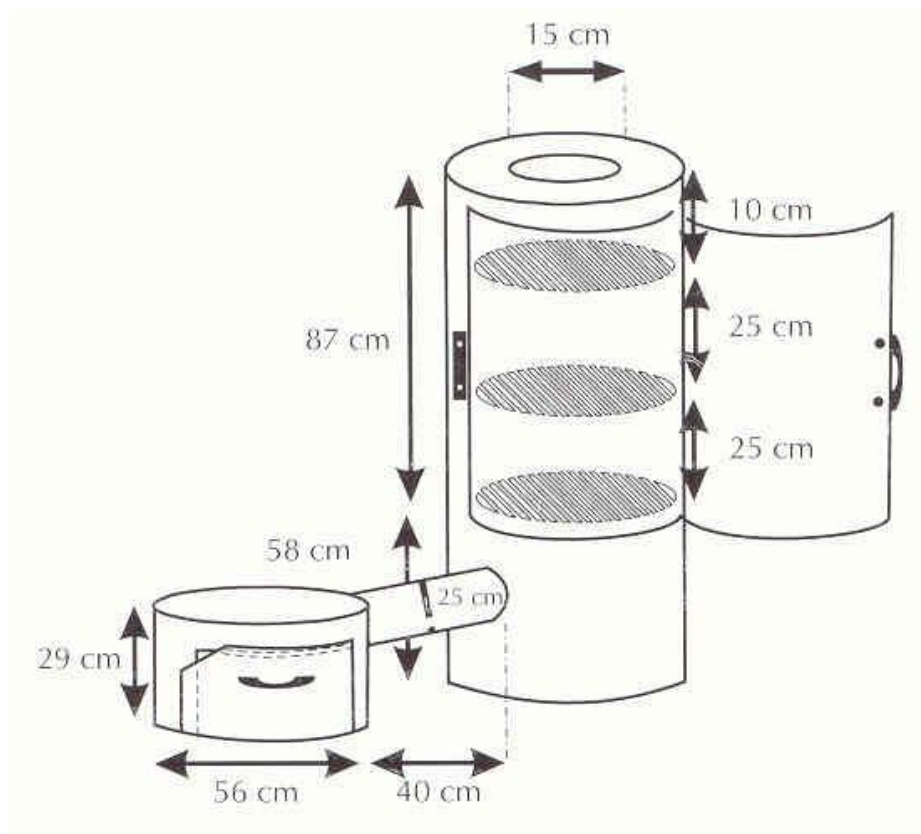
Ahumador

Se diseñó y construyó un ahumador cilíndrico en lámina de hierro provisto de un generador de humo ubicado a una cierta distancia de la cámara de ahumado para controlar la temperatura del proceso (Figura 1). La curva de calentamiento característica de dicho ahumador cargado con 5 Kg de filetes de bagre, se muestra en la (Figura 2).

Proceso de Ahumado

El pescado fue lavado, descabezado, fileteado con piel (aprox. 2 cm de espesor; 200g - 220g) e inmerso en salmuera saturada al 80% a temperatura ambiente ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) por 30 min (pescado: salmuera 1:1). Transcurrido este tiempo el pescado se enjuagó por 5 seg con agua en escorrentía y se colocó en un refrigerador de aire estático a $7^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 70% HR, durante 18 h.

Figura 1
Dimensiones y diseño del ahumador artesanal utilizado en el ahumado de bagre

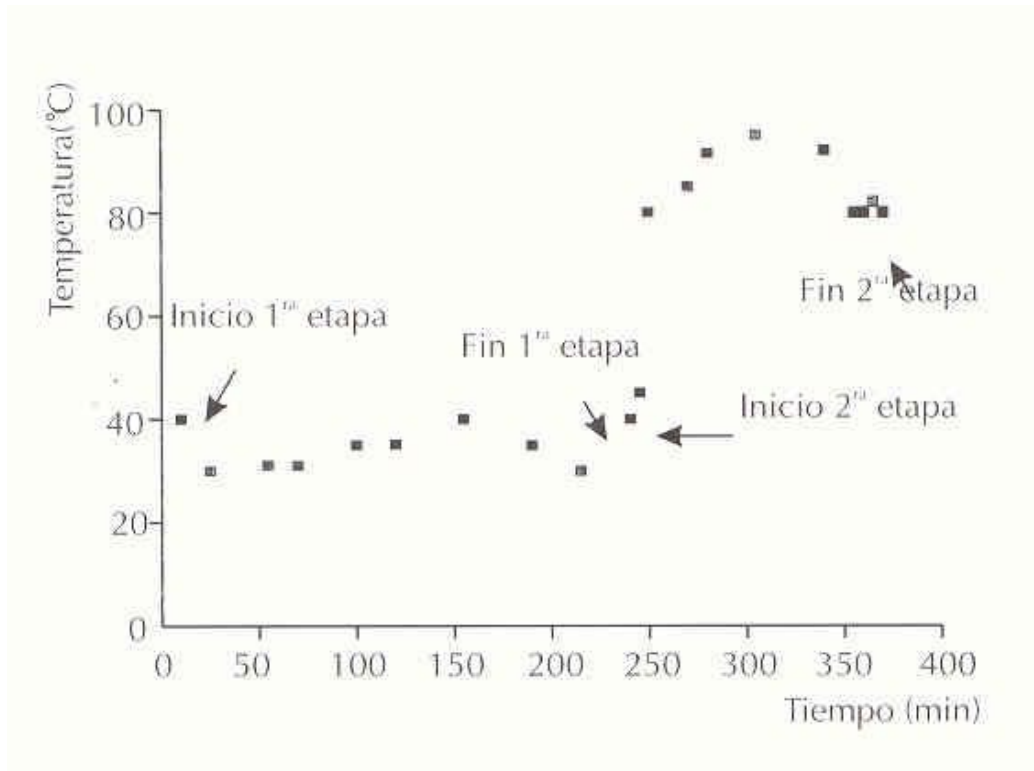


El ahumado consistió de dos etapas. La primera o de secado, se realizó a una temperatura entre 30°C-50°C y alta densidad de humo; la segunda o de cocción, fue a temperaturas comprendidas entre 80°C-100 C regulándose la cantidad de humo en relación al color deseado.

Diseño experimental y preparación de muestras

Los filetes ahumados fueron divididos en mitades y almacenados en refrigeración a 7°C ± 2°C y 70% de HR durante 25 días; una mitad fue colocada en bandejas y cubierta con una película flexible de cloruro de polivinilo, marca comercial Envoplast (c/e) mientras que la otra fue almacenada sin empaque (s/e). Se tomaron muestras cada 5 días para determinaciones físicas, químicas, microbiológicas y evaluación sensorial.

Figura 2
Curva de calentamiento característica del ahumador.



Análisis Físicos y Químicos

Todos los análisis fueron realizados por triplicado a partir de filetes sin piel, cortados en trozos y homogeneizados en un homogeneizador ACE, Mod. AM-3, Nihonseiki Kaisha, LTD. Japón.

Humedad y pH: según métodos AOAC⁽⁴⁾.

Contenido de Cloruro de Sodio: según McNerney⁽⁵⁾. La concentración de sal en la fase acuosa del tejido del pescado se calculó mediante la fórmula:

$$C = 100 S / (S + W) \text{ donde}$$

C Concentración de sal, %;

S Contenido de sal, %;

W Contenido de humedad, %.

Actividad de Agua: se determinó con equipo psicrométrico marca Aqualab, modelo CX-2 (Decagon Devices Inc., Pullman, WA).

Bases Volátiles Totales (BVT): según método de Stanby⁽⁶⁾.

Rancidez Oxidativa: según método del ácido tiobarbitúrico (TBA) descrito por Rhee⁽⁷⁾.

Análisis Microbiológicos

Recuento de aeróbios mesófilos, psicrófilos, coliformes fecales y microorganismos halotolerantes:

según método APHA⁽⁸⁾.

Recuento de mohos y levaduras: según Alviarez⁽⁹⁾.

Identificación de Hongos: según la técnica de Samson⁽¹⁰⁾.

Evaluación Sensorial

Fue llevada a cabo por un panel experimentado sobre una escala hedónica del 1 al 9 (donde 9= "me gusta extremadamente" y 1 = "me disgusta extremadamente").

Análisis Estadístico

Los resultados se evaluaron mediante ANOVA y prueba de la Menor Diferencia Significativa (MDS) adoptando un nivel de significancia de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de humedad, concentración de cloruro de sodio y actividad de agua.

No hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) entre el contenido de humedad de los filetes almacenados s/e y c/e, pero si respecto al tiempo de almacenamiento comenzando al 5^{to} día una pérdida de humedad en los filetes como consecuencia de la baja humedad relativa en el ambiente, hasta alcanzar un valor cercano al 40% al final del almacenamiento (Cuadro 1). El empaque no se comportó como una buena barrera a la pérdida de humedad en las condiciones de temperatura y humedad relativa estudiadas.

En lo concerniente a la concentración de cloruro de sodio, se incrementó progresivamente durante el período de almacenamiento, independientemente de la presencia o no de empaque, desde 3,49%, al inicio del período, hasta valores próximos a 13% al final de los 25 días de almacenamiento, propiciando estas concentraciones el crecimiento de microorganismos halotolerantes.

La actividad de agua disminuyó en forma progresiva a lo largo del almacenamiento alcanzando al término del mismo valores de 0,850 y 0,856 para los filetes s/e y c/e, respectivamente. El comportamiento en la concentración de cloruro de sodio y en la actividad de agua de los filetes durante el almacenamiento fue dependiente de las variaciones en el contenido de humedad, existiendo correlación significativa ($p < 0,05$) entre estos 3 parámetros (humedad vs. NaCl, $r = -0,88$; humedad vs. A_w , $r = 0,93$; NaCl vs. A_w , $r = 0,90$).

Rancidez oxidativa, pH y Bases Volátiles Totales

Los valores TBA para ambos filetes, expresados como mg malonaldehído por 1000 g de muestra, (Cuadro 2) mostraron un ligero incremento durante el almacenamiento, no excediendo de 1,21 mg malonaldehído/1000 g; probablemente el bajo contenido de grasa presente en el pescado así como la ausencia de músculo rojo, eliminado durante la limpieza de los filetes, fueron factores determinantes en los bajos valores de TBA. Adicionalmente, la ausencia de diferencias significativas ($p > 0,05$) en los valores de TBA de los filetes empacados respecto a los de aquellos no empacados sugiere que la permeabilidad del empaque al oxígeno y su transparencia no son propiedades relevantes en el diseño y selección del empaque a emplear para el almacenamiento de los filetes ahumados de *P. fasciatum*.

Los niveles de pH de los filetes s/e y c/e se incrementaron al 5^{to} y al 20^{vo} día de almacenamiento. Este comportamiento puede ser atribuido al aumento sufrido en las BVT ($p < 0,05$; $r = 0,98$; $r = 0,93$, para los filetes s/e y c/e, respectivamente), tal vez como consecuencia de la actividad de los hongos y levaduras ($r = 0,94$; $r = 0,93$, s/e y c/e, respectivamente) y de los microorganismos psicrófilos ($r = 0,85$; $r = 0,94$, s/e y c/e, respectivamente).

Aún cuando no están establecidos los valores de nitrógeno básico volátil como índice de calidad del pescado ahumado, haciendo una analogía con la escala descrita por Anacopoulos⁽¹¹⁾, alrededor del 15^{vo} día de almacenamiento el producto estaría ALTERADO pues los niveles superan los 40 mg NI 1 00 g. Sin embargo los valores de BVT no mostraron relación con la evaluación sensorial al establecer el límite de rechazo. Tomé *et al.*⁽¹²⁾ señalan que el contenido de BVT varía según la especie por lo que los criterios adoptados para su aceptación o rechazo son característicos de la misma.

Microbiología

En la (Figura 3) se muestra el comportamiento de la población microbiana en los filetes ahumados almacenados en refrigeración. En ambas condiciones (A y B) el conteo de aerobios mesófilos se incrementó al comienzo del almacenamiento, al cabo del décimo día disminuyó y luego permaneció prácticamente constante hasta el final del almacenamiento, tal vez inhibidos por la temperatura de almacenamiento y por el crecimiento exponencial de los aerobios psicrófilos ($r = -0,86$; $r = -0,83$; s/e y c/e, respectivamente) los cuales, luego de una fase de adaptación, experimentaron un crecimiento constante hasta el final del almacenamiento, alcanzando al término del mismo contajes de 106 UFC/g. Alexander y Austin⁽¹³⁾ atribuyen el incremento en estos contajes a la presencia de un gran número de *Pseudomonas*.

Cuadro 1

Contenido de humedad, concentración de cloruro de sodio y actividad de agua en filetes de *P. Fasciatum* ahumados, almacenados en refrigeración (7°C±2°C)

Días	Contenido de humedad (%)		Concentración de cloruro de sodio (%)		Actividad de agua	
	s/e	c/e	s/e	c/e	s/e	c/e
0	67,67 ^a ±0,02	67,67 ^a ±0,02	3,49 ^a ±0,00	3,49 ^a ±0,00	0,939 ^a ±0,01	0,939 ^a ±0,01
5	51,18b±0,01	46,84b±0,01	4,88a±0,02	4,63a±0,05	0,924b±0,00	0,929b±0,00
10	46,84b±0,01	48,24b±0,01	8,32b±0,06	8,52b±0,02	0,917c±0,01	0,921c±0,00
15	46,29bc±0,03	47,90bc±0,01	8,40bc±0,05	8,72bc±0,02	0,890d±0,01	0,901d±0,02
20	47,46c±0,01	47,60c±0,07	8,90c±0,04	8,93c±0,02	0,916c±0,02	0,916c±0,00
25	39,61d±0,01	40,12d±0,02	12,78d±0,02	13,10c±0,02	0,856e±0,03	0,850e±0,02

s/e sin empaque

c/e con empaque

Los resultados son valores promedios de cinco filetes.

Las medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas por la prueba de MDS (P<0,05).

Cuadro 2

Contenido de malonaldehído, valores de pH y contenido de Bases Volátiles Totales en filetes. de *P. Fasciatum* ahumados, almacenados en refrigeración (7°C ± 2°C)

Día	Mg. Malonaldehído/1000 g pescado		pH		BVT (mgN%)	
	s/e	c/e	s/e	c/e	s/e	c/e
0	098 ^a ±0,01	0,98 ^a ±0,01	6,46 ^a ±0,01	6,46 ^a ±0,05	26,77 ^a ±0,25	26,77 ^a ±0,20
5	0,98a±0,02	0,99a±0,05	6,72b±0,00	6,66b±0,02	35,89b±0,13	32,41b±0,33
10					n/d	
15	0,99a±0,00	1,05a±0,01	6,77b±0,02	6,71b±0,01	41,17c±0,42	33,24b±0,01
20	1,05a±0,03	1,05a±0,04	6,76bc±0,01	6,73b±0,03	38,79c±0,19	40,28c±0,04
25	1,21b±0,00	1,20b±0,01	6,77b±0,01	6,73b±0,01	47,06d±0,16	40,90c±0,02
	1,19b±0,04	1,11b±0,01	6,92c±0,03	6,89c±0,02		46,64d±0,06

s/e sin empaque

c/e con empaque

Los resultados son valores promedios de cinco filetes.

Las medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas por la prueba de MDS (P<0,05).

Los coliformes fecales desaparecieron por completo debido a su incapacidad de crecer a bajas temperaturas⁽¹⁴⁾. Los contajes de microorganismos halotolerantes se incrementaron hasta valores de 105 UFC/g; su crecimiento se vio favorecido por el metabolismo de los hongos el cual conlleva la liberación de agua, causando un aumento localizado de la actividad de agua alrededor de las partes afectadas, lo que permitió el crecimiento de los microorganismos halotolerantes que por ser menos xerotolerantes estaban inhibidos al comienzo del almacenamiento⁽¹⁵⁾.

Los hongos y las levaduras se hicieron visibles en la superficie de los filetes al 25vo día de almacenamiento; los bajos valores de actividad de agua en los filetes (r= -0,92; r= -0,90, s/e y c/e, respectivamente) propiciaron su crecimiento.

Entre las especies identificadas se encuentran *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium glabrum*, *Cladosporium cladosporoides* y

Wallemia sebi, considerado el principal hongo contaminante en pescado curado debido a sus propiedades xerofílicas.

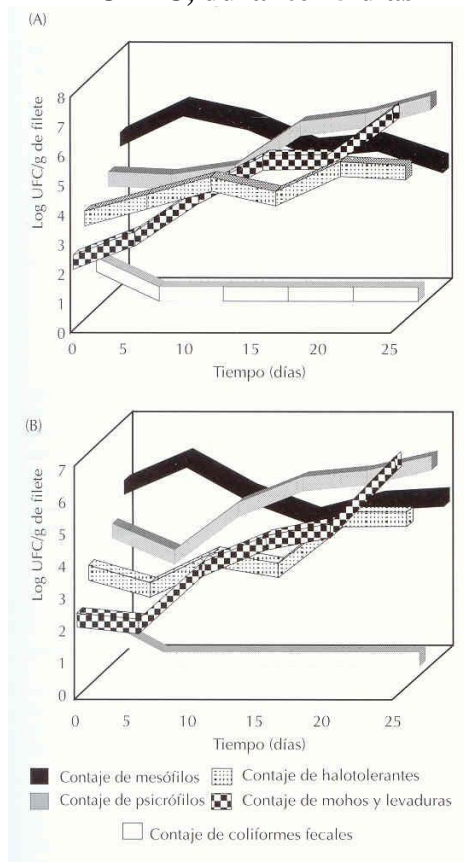
Cuadro 3
Promedios de las puntuaciones de la evaluación sensorial de filetes de P.fasciatum ahumados, almacenados durante 25 días en refrigeración (7°C±2°C)

Días	Sin Empaque (s/e)					Con Empaque (c/e)				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Acceptación global	Color	Olor	Sabor	Textura	Acceptación global
0	8,43 ^a	8,50a	8,29a	5,57a	7,71a	8,43a	8,50a	8,29a	5,57a	7,71a
5	8,01 ^a	8,01a	8,00a	5,09a	7,39a	8,15a	8,23a	8,05a	5,38a	7,60a
10	7,27 ^b	7,40b	7,23b	4,24b	6,40b	7,70b	7,10b	7,39b	4,61b	6,30b
15	7,30 ^b	7,70b	7,05bc	4,63b	5,49c	7,32b	7,10b	7,10bc	4,72b	5,10b
20	7,56 ^b	7,14b	6,50c	4,80b	4,10d	7,40b	7,14b	6,71c	4,20b	4,01d
25	6,27 ^c	5,01c	n/d	n/d	n/d	6,86c	5,22c	n/d	n/d	n/d

Los resultados son valores promedios de cinco filetes evaluados por ocho panelistas con una escala hedónica de 9 puntos (9 me gusta extremadamente; 1 me disgusta extremadamente).

Las medias seguidas de la misma letra en una misma columna no presentan diferencias estadísticamente significativas por la prueba de MDS ($p < 0,05$). n/d no determinado

Figura 3
Efecto del tiempo de almacenamiento en la población microbiana de filetes de P.fasciatum ahumados, almacenados (A) sin empaque y (B) con empaque, a 7°C±2°C, durante 25 días



Evaluación Sensorial

La aceptación del color y el olor de los filetes fue decreciendo durante el almacenamiento (Tabla 3), alcanzando sus niveles más bajos a partir del 20^{vo} día de almacenamiento independientemente de la presencia o no del empaque. La aparición en la superficie de hongos y levaduras en algunas muestras fue la causa de las bajas puntuaciones asignadas por el panel sensorial. La intensidad del olor a humo característico de los productos ahumados se pierde durante el almacenamiento en refrigeración a consecuencia de la evaporación de los compuestos responsables del flavor⁽¹⁶⁾ y, en el caso de los filetes empacados, el empaque no constituyó una barrera efectiva para evitar la pérdida de estos vapores al medio.

El sabor de los filetes mantuvo buena aceptación hasta el 20^{vo} día de almacenamiento, independientemente de la presencia o no del empaque luego, la elevada concentración de sal en el producto fue responsable de las puntuaciones más bajas asignadas al sabor, al final del período de almacenamiento (sabor vs. cloruro de sodio, $r = -0,96$; $r = -0,95$ para las muestras s/e y c/e, respectivamente).

La textura del producto fue tornándose más dura a consecuencia de los bajos niveles en el contenido de humedad ($r = 0,87$; $r = 0,81$; para las muestras s/e y c/e, respectivamente).

La pérdida de humedad de ambos filetes también afectó su apariencia; de acuerdo con el análisis estadístico al comienzo del almacenamiento los filetes tuvieron mayor aceptación mientras que entre los días 15 y 20 el panel catalogó la apariencia del producto como - No me gusta ligeramente- en la escala hedónica empleada.

La aceptación global de los filetes ahumados fue disminuyendo durante el período de almacenamiento mostrando cambios significativos cada día evaluado, siendo el sabor y la apariencia de ambos filetes los atributos sensoriales más influyentes de la aceptación global de los mismos.

El tiempo de vida útil de los filetes de *P. fasciatum* ahumados, refrigerados, sin y con empaque es cercano al 20^{vo} día de almacenamiento refrigerado y se corresponde aproximadamente con un 47% de humedad, 8,9% de cloruro de sodio, A_w de 0,816, 40 mgN% y contajes de microorganismos psicrófilos, halotolerantes, mohos y levaduras cercanos a 10^5 UFC/g.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento de este trabajo a través del Proyecto CDCH N 03-10.3840-97.

REFERENCIAS

Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA). La Actividad Pesquera Acuícola en Venezuela. SARPA, 1996.

Mago F. Lista de los Peces de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Caracas. Venezuela 1970.

Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA). Estadísticas Pesqueras. 1993.

A.O.A.C.. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15TH edition. Horwitz, Washington, D.C.1990.

McNerney F. Determination of Sodium Chloride In Smoked Fish By Use of a Sodium Ion Electrode. Journal of the A.O.A.C.1974. 57: 1159-1160.

Stanby M. Analytical Methods. En: Industrial Fisheries Technology. ME Stanby, 1963.

Rhee K. Minimization of Further Lipids Peroxidation in the Destillation of 2-Thiobarbituric Acid Test of Fish and Meat. Journal of Food Science 1978. 43: 1976-1982.

APHA. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Intersociety Agency. Committe on Methods for the Microbiological examination of Foods. America Public Health Association. Washington, D.C. 1992.

Alvarez F. Investigación de la Flora Xerofílica Presente en Productos de Actividad de Agua Reducida, con Agar Dg18 Base y Dg18 Modificado [tesis de grado]. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. 1994.

Samson R. Modern Methods in Food Mycology. Elsevier Amsterdam.1992.

Anapoulos S. Criterios de Calidad en el Pescado. Ed. Acribia. 1ra Edn. Zaragoza, España. 1968.

Tomé E., Kodaira M., Cabrera A. Estabilidad de híbridos de bagre almacenados en hielo. Acta Biológica Venezolana.1997.17(4): 47-55.

Alexander B., Austin, B. Bacterial Microflora Associated with Commercial Fish Smoker. FEMS Microbiology Letters.1986. 34: 309-312.

Soto G. Efecto del Ahumado en el Crecimiento Microbiano del Pescado [seminario de maestría]. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. 1998.

Rhee R. Halotolerant and Halophilic Microbes. J. Food Protection.1986. 41: 122.

Maga J. Smoke and Food Color. IN: Maga J Crc Press, Inc. Smoke in Food Processing. Florida. 198.

Stability of artisanally smoked catfish (*Pseudoplatystoma fasciatum*)
Fillets during refrigerated storage

ABSTRACT. This study was conducted to investigate stability of *P. fasciatum* smoked fillets during 25 days of refrigerated storage under refrigeration (7 °C - 70% HR). Fillets treated with sodium chloride (80% saturated brine solutions for 30 min) were smoked in an artisanal smoker for 6 hours (4h at 30 °C-50 °C; 2h at 80 °C-100 °C). Then, samples were placed in trays, covered or not with a flexible polyvinyl chloride film "envoplast" and stored at 7°C, RH 70%. Samples were analyzed at five days intervals for physical (water content, water activity) chemical (sodium chloride, thiobarbituric acid, total volatile basic nitrogen, pH), microbiological (mesophyles, psicrophyles, halotolerant, mold and yeast counts) and sensory determinations. Shelf-life of smoked fillets covered or not with "Envoplast" as indicated by sensory acceptance, lies around the 20Th day of refrigerated storage. This time corresponds with 47% of humidity, 8.9% of sodium chloride, $A_w = 0.916$, 40 mgN%, and spoilage flora in terms of psicrophyles, halotolerant, mold and yeastcounts in the order of 105 cfu. An Venez Nutr 2000; 13(1): 175-180

Key words: smoked fish, catfish, *pseudoplatystoma fasciatum*, Food Handling

