
IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS ARTESANALES DE CAPTURA Y MANEJO POSCAPTURA EN LA CALIDAD DEL MÚSCULO DE CAZÓN

Enrique Márquez-Ríos, Francisco Javier Castillo-Yáñez, Abril Zoraida Graciano-Verdugo, Edgar Iván Jiménez-Ruiz, María Elena Lugo-Sánchez, Alfonso Nivardo Maeda-Martínez y Víctor Manuel Ocaño-Higuera

RESUMEN

Se evaluó el impacto que tienen las prácticas artesanales de captura y manejo poscaptura en la pérdida de frescura y calidad de el músculo de cazón (*Mustelus lunulatus*). Para ello se emplearon las condiciones artesanales utilizadas por los pescadores ribereños de Bahía de Kino, estado de Sonora, en el Golfo de Baja California, México. Las etapas evaluadas fueron captura, eviscerado, fileteado y la recepción del producto en la pescadería. En cada etapa se monitoreó la concentración de ATP y sus productos de degradación, el índice K, BVT-N,

TMA-N, pH y la cuenta bacteriana total (CBT). Se encontró un incremento significativo ($P < 0,05$) en índice K y CBT con respecto al avance de las etapas del manejo poscaptura con valores iniciales de 9,51% y 3,54 log de UFC/g en la captura y de 22,24% y 5,00 log de UFC/g en la recepción en pescadería, respectivamente, mientras que para BVT-N, TMA-N y pH no se detectaron cambios ($P \geq 0,05$). Se concluye que las prácticas artesanales de captura y manejo poscaptura impactaron considerablemente la frescura y calidad del músculo de cazón.

Introducción

Uno de los recursos pesqueros más importantes en el estado de Sonora, México, es el cazón, lo que se debe a la fuente de trabajo que genera, así como al provecho econó-

mico y altos volúmenes de captura, en donde tan solo en el 2005 se capturaron 1403ton de esta especie (OEIDRUS, 2006). Su alto valor nutritivo y el hecho que la carne del músculo es magra (Nazemroaya *et al.*, 2011) hacen de este

elasmobranquio una especie atractiva al consumidor. El cazón es capturado por pescadores ribereños y al igual como ocurre con otras especies capturadas de forma artesanal, no se conoce cual es el efecto que tienen las prácticas

artesanales de captura y de manejo poscaptura en la calidad y vida de anaquel de su filete.

Una vez capturado el cazón se le coloca o apila en contenedores, para posteriormente proceder a la etapa de evisce-

PALABRAS CLAVE / Cazón / Calidad / Índice K / Músculo / Práctica Artesanal /

Recibido: 12/03/2010. Modificado: 28/07/2011. Aceptado: 01/08/2011.

Enrique Márquez-Ríos. Doctor en Ciencias, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), México. Profesor-Investigador, Universidad de Sonora (UniSon), México.

Francisco Javier Castillo-Yáñez. Doctor en Ciencias, CIAD, México. Investigador, UniSon, México.

Abril Zoraida Graciano-Verdugo. Doctora en Ciencias. CIAD, México. Profesora, UniSon, México.

Edgar Iván Jiménez-Ruiz. Candidato Doctoral, UniSon, México.

María Elena Lugo-Sánchez. Maestra en Ciencias, CIAD, México. Investigadora, CIAD, México.

Alfonso Nivardo Maeda-Martínez. Doctor en Ciencias, en Oceanografía, University of Southampton, RU. Investigador, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. México.

Víctor Manuel Ocaño-Higuera. Doctor en Ciencias, CIAD, México. Profesor, UniSon, México. Dirección: Laboratorio de

Investigación en Alimentos. Departamento de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora. Encinas y Rosales s/n. 83000. Hermosillo, Sonora, México. e-mail: ocano@guayacan.uson.mx

IMPACT OF ARTESANAL CAPTURE PRACTICES AND POST-CAPTURE HANDLING ON THE QUALITY OF CAZON FISH MUSCLE

Enrique Márquez-Ríos, Francisco Javier Castillo-Yáñez, Abril Zoraida Graciano-Verdugo, Edgar Iván Jiménez-Ruiz, María Elena Lugo-Sánchez, Alfonso Nivardo Maeda-Martínez y Víctor Manuel Ocaño-Higuera

SUMMARY

The impact of artisanal capture practices and post-capture handling on the loss of freshness and quality of the muscle of cazon fish (Mustelus lunulatus) was evaluated. Artisanal practice conditions employed by fishermen of Kino Bay, Sonora state, in the Gulf of Baja California, Mexico were used in the study. The evaluated stages were catch, gutting, filleting and reception of the product at the fish market. At each stage, the concentrations of ATP and its degradation products were determined, as

also were the K value, TVB-N, TMA-N, pH and total bacterial count (TBC). There was a significant increase ($P < 0.05$) in K value and TBC with respect to the evaluated stages, from values of 9.51% and 3.54 log of UFC/g (catch) to 22.24% and 5.00 log of UFC/g (reception at fish market), whereas for TVB-N, TMA-N and pH no significant ($P > 0.05$) changes were detected. The results indicate that the handcraft practices affected the freshness and quality of the muscle of cazon fish.

IMPACTO DAS PRÁTICAS ARTESANAIS DE CAPTURA E MANIPULAÇÃO PÓS-CAPTURA NA QUALIDADE DO MÚSCULO DE CAÇÃO

Enrique Márquez-Ríos, Francisco J. Castillo-Yáñez, Abril Z. Graciano-Verdugo, Edgar Iván Jiménez-Ruiz, María Elena Lugo-Sánchez, Alfonso N. Maeda-Martínez e Victor M. Ocaño-Higuera

RESUMO

Avaliou-se o impacto que têm as práticas artesanais de captura e manipulação pós-captura na perda de frescura e qualidade do músculo de cação (Mustelus lunulatus). Para isto se empregaram procedimentos artesanais utilizados pelos pescadores costeiros da Bahia de Kino, estado de Sonora, no Golfo da Baja California, México. As etapas avaliadas foram captura, eviscerado, filetado e a recepção do produto na peixaria. Em cada etapa foi monitorada a concentração de ATP e seus produtos de degradação, o índice K, BVT-N, TMA-N, pH e a

contagem bacteriana total (CBT). Encontrou-se um incremento significativo ($P < 0,05$) em índice K e CBT em relação ao avanço das etapas da manipulação pós-captura com valores iniciais de 9,51% e 3,54 log de UFC/g na captura e de 22,24% e 5,00 log de UFC/g na recepção em peixaria, respectivamente, enquanto que para BVT-N, TMA-N e pH não se detectaram mudanças ($P \geq 0,05$). Conclui-se que as práticas artesanais de captura e manipulação pós-captura impactaram consideravelmente a frescura e qualidade do músculo de cação.

rado y fileteado, actividades que se llevan a cabo usualmente a la orilla del mar y sin cuidado higiénico alguno. Aunado a lo anterior, el estado de Sonora se caracteriza por presentar un clima sumamente caluroso, alcanzando en el verano temperaturas cercanas a los 45°C a la sombra, lo que puede jugar un papel muy importante en la reducción de la frescura y en la calidad del producto final. Debido a esto, cuando llega a la mesa del consumidor, la calidad comestible puede ser mínima y en algunas ocasiones las pérdidas poscaptura llegan a ser considerables.

En la pesca de altura, como es el caso de las pesquerías del camarón, atún y sardina, por ejemplo, la captura y manejo poscaptura del producto están sujetos a un mayor con-

trol en comparación con la pesca ribereña. En la pesca artesanal las embarcaciones son pequeñas y desprovistas en su mayoría de una bodega refrigerada, por lo que los especímenes permanecen a temperatura ambiente, favoreciéndose el desarrollo de cambios bioquímicos, físicos y microbiológicos que impactan en la frescura, calidad y vida de anaquel del filete como producto final. Dentro de estos cambios se encuentran la degradación y desnaturalización de proteínas, la degradación del ATP, la disminución del pH muscular, la producción de compuestos indeseables como trimetilamina y de bases volátiles de bajo peso molecular (Haard, 1992). Existen también una serie de cambios físicos en el músculo, en donde resaltan la pérdi-

da de la textura, la capacidad de retención de agua y el color. La velocidad con la que ocurren estos cambios está determinada por las condiciones de captura, manejo poscaptura y procesamiento. Por ello y con la finalidad de retardar los procesos posmortem, se debe disminuir rápidamente la temperatura del músculo, permitiendo así conservar por mayor tiempo la calidad y su frescura inicial (Ocaño-Higuera *et al.*, 2006).

En el presente trabajo se evaluó el impacto que tiene cada una de las etapas de procesamiento poscaptura de la pesquería artesanal del cazón sobre la frescura y calidad de su músculo. Las etapas artesanales del procesamiento del cazón evaluadas en este estudio fueron captura, eviscerado, fileteado y el

producto empacado al momento que se recibe en la pescadería para su comercialización.

Materiales y Métodos

Obtención y manipulación de las muestras

Se utilizaron cazones de la especie *Mustelus lunulatus* con una longitud promedio de 80cm, capturados con red agallera monofilamento colocada en el Golfo de Baja California, a 40km de Bahía de Kino, Sonora, México, en abril 2007.

La captura y el manejo poscaptura del cazón se realizó de acuerdo a las prácticas artesanales de los pescadores de la región. Esta consistió en la captura con red agallera, la cual se colocó

24h antes de su recolección. Una vez recolectados los organismos fueron llevados a la playa, donde se evisceraron y lavaron con agua de mar. Seguidamente, los especímenes eviscerados fueron transportados a temperatura ambiente a las instalaciones de una cooperativa en Bahía de Kino, Sonora, donde fueron fileteados y lavados con agua y hielo. Los filetes así obtenidos fueron empacados en bolsas de polietileno con un contenido de 4-5kg de filete, que fueron enhieladas en un contenedor hermético en capas de hielo-producto-hielo y transportadas bajo estas condiciones a una pescadería localizada en la ciudad de Hermosillo, Sonora. El tiempo para cada una de las etapas poscaptura evaluadas fue de 3, 5 y 7h para el eviscerado, fileteado y empacado del filete, respectivamente, mientras que el tiempo desde el empaque a la recepción del producto en la pescadería fue de 4h.

Para las determinaciones de adenosina trifosfato (ATP) y sus productos de degradación, del índice K, de bases volátiles totales (BVT-N) y de trimetilamina (TMA-N), las muestras fueron congeladas *in situ* en N₂ líquido, para ser posteriormente transferidas y mantenidas en congelador a -40°C hasta su análisis. Para las determinaciones físicas (pH y color) y microbiológicas (cuenta bacteriana total), las muestras se colocaron en una cama de hielo dentro de un recipiente herméticamente cerrado para su inmediato traslado y análisis en el Laboratorio de Investigación en Alimentos, Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora. Cada uno de los análisis, a excepción del microbiológico, donde n=2, tuvo 6 repeticiones por etapa; es decir, por análisis se realizaron 6 determinaciones en organismos diferentes para cada etapa.

Técnicas analíticas

ATP y productos de degradación. La identificación y cuantificación de nucleótidos y nucleósidos (ATP, ADP, AMP, IMP, inosina e hipoxantina) se llevó a

colorimétricos y de destilación, respectivamente, descritos por Woyewoda *et al.* (1986), mientras que pH se midió utilizando un potenciómetro Orion 420A+ (Thermo Electron Corp., EE. UU.). Para ello, se preparó un

degradación en el músculo de cazón en las etapas artesanales de captura, eviscerado, fileteado y producto empacado al momento de la recepción en la pescadería. En la tabla se aprecia que la sumatoria

TABLA I
VALORES DE ATP Y PRODUCTOS DE DEGRADACIÓN, E ÍNDICE K EN MÚSCULO DE CAZÓN (*Mustelus lumulatus*) EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE CAPTURA Y MANEJO POSCAPTURA

Etapa de procesamiento	ATP y productos de degradación (μmol·g ⁻¹)						IK (%)
	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx	
Captura	0,15 ±0,01 a	0,16 ±0,01 a	0,17 ±0,02 a	6,44 ±0,86 a	0,75 ±0,08 a	0,07 ±0,01 a	9,51 ±1,51 a
Eviscerado	0,16 ±0,01 a	0,16 ±0,02 a	0,15 ±0,06 a	7,35 ±0,88 a	0,65 ±0,14 a	0,13 ±0,01 b	10,24 ±2,07 ab
Fileteado	0,16 ±0,07 a	0,15 ±0,07 a	0,17 ±0,03 a	7,82 ±1,25 a	0,72 ±0,22 a	0,88 ±0,20 c	14,51 ±2,78 c
Empacado	0,16 ±0,20 a	0,16 ±0,30 a	0,15 ±0,02 a	6,57 ±0,93 a	0,72 ±0,14 a	1,26 ±0,34 c	22,24 ±3,05 d

ATP: adenosina 5' trifosfato, ADP: adenosina 5' difosfato, AMP: adenosina 5' monofosfato, IMP: inosina 5' monofosfato, HxR: inosina, y Hx: hipoxantina. Los valores son la media y la desviación estándar de n= 6. Promedios en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P≥0,05).

cabo por cromatografía líquida de alta presión (HPLC) según la metodología descrita por Ryder (1985). Para ello se empleó un cromatógrafo Hewlett Packard modelo Hewlett Packard modelo 1100 (Hewlett Packard Co., Waldbrom, Alemania), utilizando una columna Beckman de fase reversa C18 Ultrasphere ODS de 4,6mm de diámetro interno y 250mm de largo (Beckman Instruments, Inc. Fullerton, CA, EEUU). Los nucleótidos y nucleósidos se detectaron a 254nm con un detector ultravioleta Hewlett Packard modelo 1100 (Hewlett Packard Co., Waldbrom, Alemania). El equipo fue calibrado diariamente inyectando 20μl de una solución 0,166mM de cada compuesto.

El índice K se calculó a partir de la cuantificación de nucleótidos, nucleósidos y base nitrogenada en el músculo. Para ello se empleó la ecuación (Sagedhal *et al.*, 1997)

$$\text{Índice K (\%)} = \frac{[\text{HxR}] + [\text{Hx}]}{([\text{ATP}] + [\text{ADP}] + [\text{AMP}] + [\text{IMP}] + [\text{HxR}] + [\text{Hx}])} \times 100$$

donde ATP: adenosina 5' trifosfato, ADP: adenosina 5' difosfato, AMP: adenosina 5' monofosfato, IMP: inosina 5' monofosfato, HxR: inosina, y Hx: hipoxantina.

Determinación de TMA-N, BVT-N y pH. Las determinaciones de TMA-N y BVT-N se llevaron a cabo por métodos

homogeneizado con 2g de músculo y 10ml de agua destilada.

Análisis microbiológicos. El recuento en placa de bacterias aerobias totales fue realizado utilizando la técnica descrita por la norma oficial mexicana (NOM, 1995c), mientras que la preparación y dilución de la muestra se llevó a cabo siguiendo los métodos descritos en la norma NOM (1995b).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron por herramientas estadísticas clásicas como promedio y desviación estándar. Asimismo, se empleó el análisis de varianza de un solo factor (etapas evaluadas). Cuando fue necesario se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey. Para ello, se utilizó el programa estadístico NCSS (Versión 6.0.22; Kaysville, Utah), empleándose

un nivel de significancia menor al 5%.

Resultados y Discusión

ATP y productos de su degradación

En la Tabla I se presenta el comportamiento de los niveles de ATP y sus productos de

total de nucleótidos en el músculo osciló alrededor de 8,0μmol·g⁻¹ en las 4 etapas evaluadas. Este valor es similar al obtenido por Ocaño-Higuera *et al.* (2009), quienes estudiando la bioquímica post-mortem de esta misma especie reportaron una concentración total de 7,8 ±1,8μmol·g⁻¹. Un valor similar fue reportado por Mazorra-Manzano *et al.* (2000) para barrilete (*Euthynnus lineatus*); sin embargo, este valor es menor al encontrado por Castillo-Yáñez *et al.* (2007) en músculo de sierra (*Scomberomorus concolor*), de 12,0μmol·g⁻¹. Esta diferencia se puede deber a que la concentración de estos metabolitos puede variar en función de la especie, estación de captura, condiciones fisiológicas, alimentación, etc.

En la misma Tabla I, se puede observar que el contenido inicial (captura) de ATP en el músculo de cazón fue de 0,15 ±0,04μmol·g⁻¹, valor que se mantuvo en las etapas restantes del manejo poscaptura. Resultados similares fueron reportados por Ocaño-Higuera *et al.* (2009) y Özogul y Özogul (2002) quienes trabajando con músculo de la misma especie y de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) obtuvieron valores de 0,15 y 0,10μmol·g⁻¹ al momento de la captura, respectivamente. Este bajo nivel de ATP puede

atribuirse al alto consumo de energía del pez durante su captura, lo cual es consecuencia del arte de pesca utilizado, donde los peces forcejean en la red y permanecen por largos periodos de tiempo previo a la recolecta, llegando algunos especímenes a morir por asfixia. La rápida degradación de ATP hasta IMP ocasionó que en cada una de las etapas los niveles de ADP y AMP parezcan despreciables ($P \geq 0,05$). En el caso de la concentración de inosina (HxR ; $0,75 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$), también se mantuvo sin variación ($P \geq 0,05$) en todas las etapas del estudio. Así, el nucleótido predominante al momento de la captura fue la inosina 5' monofosfato (IMP; $6,44 \pm 0,86 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$), el cual se asocia con el sabor dulce de la carne de pescado (Howgate, 2005). Este valor es similar al de $6,35 \pm 0,67 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ reportado por Ocaño-Higuera *et al.* (2009) para músculo de cazón recién capturado con la misma arte y condiciones de pesca. La concentración de este nucleótido aumentó en las etapas de eviscerado y fileteado, para posteriormente disminuir en la etapa de empaçado, lo que produjo en consecuencia un incremento de inopina (HxR). De acuerdo al patrón normal de degradación de estos compuestos adenilados en el músculo, HxR es degradado a hipoxantina (Hx). Esta especie ha sido catalogada como acumuladora de Hx (Ocaño-Higuera *et al.*, 2009), que en la presente investigación se acumuló en la etapa de fileteado ($0,88 \pm 0,2 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$) para posteriormente alcanzar niveles de $1,26 \pm 0,34 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ en la etapa de empaçado. Su presencia se ha correlacionado con el mal sabor de los productos marinos, ya que la Hx posee un sabor amargo (Woyewoda *et al.*, 1986).

En cuanto al índice K, en la Tabla I, se presentan sus valores en las diversas etapas evaluadas. Se aprecia un incremento lineal significativo ($P < 0,05$) de este índice con

respecto al avance cronológico de las etapas de procesamiento. El rápido incremento se debió básicamente al inadecuado manejo del producto, en donde el producto permaneció a temperatura ambiente hasta ser lavado con agua y hielo, previo al fileteado. Lo anterior, favoreció la actividad de enzimas y bacterias asociadas con la degradación del IMP a HxR y Hx . Este último compuesto, la hipoxantina, fue el que presentó el cambio más substancial debido a que los niveles de ATP y sus derivados autolíticos fueron despreciables. Así, en el caso del cazón y considerando las prácticas artesanales de captura y de manejo poscaptura, se puede deducir que debido a las prácticas de pesca que actualmente utilizan los pescadores ribereños sería prácticamente imposible obtener filetes de cazón con valores de índice K cercanos a cero.

En términos generales, la calidad comestible de la carne de pescado puede ser clasificada de acuerdo a su valor de índice K, donde un valor bajo corresponde a una baja degradación de nucleótidos, que se traduce en frescura y excelente calidad. Un filete con valor K entre 0 y 20% correspondería a una asignación en la categoría *Premium*, es decir, su carne puede ser consumida cruda en productos tales como el sashimi. Valores K entre 20 y 40% corresponden a filetes de buena calidad, de 40-60% son aún comestibles y de 60% en adelante, no es recomendado para consumo humano, por lo que no deberían ser procesados (Lin y Morrissey, 1994). Bajo estos criterios de clasificación, se asume que el filete de cazón que es exhibido para venta al público posee buena calidad al momento de recibirse en la pescadería por parte del proveedor. Cabe aclarar que, dado que este índice es dependiente de la especie, esta

TABLA II
VALORES DE BVT-N, TMA-N, pH Y CBT EN MÚSCULO DE CAZÓN (*Mustelus lunulatus*) EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE CAPTURA Y MANEJO POSCAPTURA

Etapas de procesamiento	BVT-N (mg/100g)	TMA-N (mg/100g)	pH	CBT (log)
Captura	48,63 \pm 5,62 a	0,23 \pm 0,11 a	6,36 \pm 0,13 a	3,54
Eviscerado	52,21 \pm 3,04 a	0,20 \pm 0,15 a	6,11 \pm 0,23 a	4,72
Fileteado	49,31 \pm 2,86 a	0,21 \pm 0,11 a	6,18 \pm 0,20 a	5,40
Empacado	51,54 \pm 3,71 a	0,28 \pm 0,02 a	6,16 \pm 0,29 a	5,00

BTV-N: bases volátiles totales, TMA-N: trimetilamina, CBT: cuenta bacteriana total. A excepción de la CBT (n=2), los valores de BVT-N, TMA-N y pH son la media y la desviación estándar para n= 6, Promedios en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($P \geq 0,05$).

clasificación de calidad debe de ser utilizada con mesura, debiéndose establecer en base a estudios que correlacionen el análisis sensorial con el valor K y los criterios específicos para la clasificación de la calidad.

En un estudio previo, Ocaño-Higuera *et al.* (2009) evaluaron el comportamiento de el índice K en esta misma especie, con respecto al tiempo de almacenamiento en hielo, y establecieron como modelo de predicción la ecuación $y = 2,94x + 2,28$, donde y: índice K (%), y x: tiempo de almacenamiento en hielo expresado en días. En función de esta ecuación, el músculo perdió una vida comercial de 2,45; 2,69; 4,15 y 6,77 días al momento de la captura, eviscerado, fileteado y del producto empaçado previo a la entrega en pescadería, por lo que considerando una vida de anaquel de 18 días de almacenamiento en hielo, el filete de cazón manejado artesanalmente perdió en tan solo 11 horas poscaptura el 37,6% de su vida útil de comercialización en fresco enhielado. Por tal motivo resulta evidente mejorar los métodos artesanales de captura y manejo poscaptura del cazón que emplean los pescadores ribereños de Bahía de Kino, Sonora.

BVT-N, TMA-N y pH

En la Tabla II se puede apreciar que las bases volátiles totales (BVT-N) no variaron significativamente ($P \geq 0,05$) en las diferentes

etapas evaluadas, encontrándose valores semejantes en las etapas de captura y empaçado. Los valores obtenidos son superiores a los encontrados para la misma especie por Ocaño-Higuera *et al.* (2009), quienes reportaron valores de $40,0 \pm 3,3 \text{mg}/100 \text{g}$ de músculo. La Norma Oficial Mexicana (NOM, 1995a) establece un valor de BVT-N de $30 \text{mg}/100 \text{g}$ de músculo como límite máximo permitido para un producto apto para consumo humano, por lo que el músculo del cazón capturado artesanalmente se podría considerar como deteriorado desde la captura. No obstante, los cazones, al igual que los tiburones y rayas, contienen altos niveles de urea y óxido de trimetilamina en sus músculos, compuestos que se cuantifican dentro de las BVT-N, incrementando considerablemente su valor inicial.

En la misma Tabla II se presentan los valores promedio de trimetilamina (TMA-N) en hallados en las diferentes etapas evaluadas. Se puede apreciar un ligero aumento, no significativo ($P \geq 0,05$), con respecto al orden cronológico de las etapas evaluadas. Estos valores son muy similares a los reportados por Ocaño-Higuera *et al.* (2009), quienes también encontraron valores muy bajos de este compuesto para esta especie ($0,62 \pm 0,07 \text{mg}$ de TMA-N/100g de músculo). Asimismo, están muy por debajo de aquellos ($10\text{-}15 \text{mg}$ de TMA-N/g de músculo) que denotan deterioro en los productos

pesqueros (Huss, 1995). La acumulación de esta amina a niveles que denotan deterioro se hace evidente en pescado donde la carga bacteriana ha alcanzado niveles superiores a las 10^7 UFC (NOM, 1995a). En el presente estudio y cómo se verá mas adelante, los valores obtenidos de cuenta bacteriana son mucho menores al límite máximo permitido por la Norma Oficial Mexicana (NOM, 1995a).

En relación al pH se puede apreciar un ligero descenso, no significativo ($P \geq 0,05$), con respecto al orden cronológico de las etapas evaluadas, lo que puede deberse a la producción de ácido láctico (no determinado) en el músculo. Los valores son similares a los reportados por Ocaño-Higuera *et al.* (2009) para esta especie al momento de la captura. Los resultados reportados en la literatura son contradictorios e inconsistentes en cuanto a su significación y utilidad como indicador confiable de la calidad de productos pesqueros (Mattos, 1975); en algunas especies el pH muscular permanece constante, mientras que en otras tiende a incrementarse durante el almacenamiento. Tal es el caso del estudio de Simeonidou *et al.* (1998), quienes no encontraron cambios en el pH del músculo de siete especies de pescado del Mediterráneo almacenadas seis días en hielo después de su captura, mientras que Pastoriza y Sampedro (1994) encontraron un incremento significativo ($P < 0,05$) en el músculo de mantarraya (*Raja clavata*) a partir del décimo día de almacenamiento a 0°C , el cual fue paralelo con el incremento de la cuenta bacteriana total. La determinación de pH no es concluyente respecto al estado del músculo, por lo que no es un indicador confiable para monitorear cambios de calidad. Ésta debe ser apoyada por otros indicadores de deterioro como lo puede ser las determinaciones de TMA-N y BVT-N, los que no mostraron cambios significativos entre las etapas evaluadas.

Cuenta bacteriana total

En la Tabla II se presentan los valores de CBT en las diferentes etapas evaluadas. Se aprecia un incremento significativo ($P < 0,05$) hasta la etapa de fileteado, lo cual es consecuencia de las deficientes condiciones higiénicas del manejo poscaptura aplicada por los pescadores ribereños. En el caso de la última etapa, la del producto empacado recibido en pescadería, se observó una disminución en el número de bacterias, debido a que después del fileteado el músculo fue lavado con agua y almacenado en hielo hasta su entrega.

La Norma Oficial Mexicana (NOM, 1995a) establece un límite máximo de 10×10^6 UFC/g de músculo para un producto apto para el consumo humano, por lo que el producto aun era apto para consumo humano al momento de su recepción en la pescadería. Los resultados concuerdan con los índices de deterioro utilizados en este estudio, tales como son el TMA-N y el BVT-N. Es decir, estos compuestos nitrogenados, productos principalmente de la acción bacteriana, permanecieron sin cambio durante las etapas del estudio.

Conclusiones

Los resultados indican de forma general que las prácticas de captura y manejo poscaptura que emplean en la pesquería artesanal del cazón los pescadores ribereños de Bahía de Kino, Sonora, México, conllevan un considerable detrimento de su frescura y calidad. Por ello es necesario mejorar las condiciones de captura y procesamiento de esta especie, con la finalidad de preservar su frescura y calidad inicial por un mayor tiempo, para un mayor aprovechamiento de esta pesquería.

Las determinaciones de TMA-N, BVT-N y pH, por sí solas no fueron concluyentes respecto a la pérdida de cali-

dad, debido a que no sufrieron cambios significativos en las etapas evaluadas. Sin embargo, el índice K y la cuenta bacteriana total fueron determinaciones útiles para evaluar la pérdida de frescura y calidad en el producto, como consecuencia de las deficientes condiciones de captura y manejo poscaptura empleadas por los pescadores ribereños.

REFERENCIAS

- Castillo-Yáñez FJ, Pacheco-Aguilar R, Marquez-Ríos E, Lugo-Sánchez ME, Lozano T (2007) Effect of postcatch handling on freshness loss in sierra fish muscle stored in ice. *J. Food Biochem.* 31: 57-67.
- Haard N (1992) Technological aspects of extending prime quality of seafood: A review. *J. Aq. Food Prod. Technol.* 1: 9-27.
- Howgate P (2005) A review of the kinetics of degradation of inosine monophosphate in some species of fish during chilled storage. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41: 341-353.
- Huss HH (1995) *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*. Fisheries Technical Paper N° 348. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 202 pp.
- Lin D, Morrissey MT (1994) Iced storage characteristics of Northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). *J. Aq. Food Prod. Technol.* 1: 25-43.
- Mattos S (1975) *Evaluación de la Calidad. Métodos Objetivos y Subjetivos*. Curso Regional FAO/OEA de Capacitación en Inspección y Regulación del Pescado. Junta Nacional de Pesca-Laboratorio de Análisis y Ensayos (LAE). Montevideo, Uruguay. 74 pp.
- Mazorra-Manzano MA, Pacheco-Aguilar R, Díaz-Rojas EI, Lugo-Sánchez ME (2000) Post-mortem changes in Black skipjack (*Euthynnus lineatus*) muscle during storage in ice. *J. Food Sci.* 65: 774-779.
- Nazemroaya S, Sahari MA, Rezaei M (2011) Identification of fatty acid in mackerel (*Scomberomorus commersoni*) and shark (*Carcharhinus dussumieri*) filets and their changes during six months of frozen storage at -18°C . *J. Agric. Sci. Technol.* 13: 553-566.
- NOM (1995a) *Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Pescados Frescos-Refrigerados y Congelados. Especificaciones Sanitarias*. Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993. Diario Oficial de la Federación. 3/03/1995. México.
- NOM (1995b) *Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico*. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación. 10/05/1995. México.
- NOM (1995c) Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación. 12/12/1995. México.
- Ocaño-Higuera VM, Maeda-Martínez AN, Lugo-Sánchez ME, Pacheco-Aguilar R (2006) Postmortem biochemical and textural changes in the adductor muscle of catarina scallop stored at 0°C . *J. Food Biochem.* 30: 373-389.
- Ocaño-Higuera VM, Márquez-Ríos E, Cañizales-Dávila M, Castillo-Yáñez FJ, Pacheco-Aguilar R, Lugo-Sánchez ME, García-Orozco KD, Graciano-Verdugo AZ (2009) Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. *Food Chem.* 116: 933-938.
- OEIDRUS (2006) *Sonora, Producción Pesquera. Enero Diciembre de 2006*. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Sonora. México. 6 pp.
- Özogul Y, Özogul F (2002) Degradation products of adenine nucleotide in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored in ice in modified atmosphere packaging. *Turk. J. Zool.* 26: 127-130.
- Pastoriza L, Sampedro G (1994) Influence of ice storage on ray (*Raja clavata*) wing muscle. *J. Sci. Food Agric.* 64: 9-18.
- Ryder JM (1985) Determination of adenosine triphosphate and its brake down products in fish muscle by high performance liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.* 33: 678-680.
- Sagedhal A, Busalmen JP, Roldán HA, Paredi ME, Crupkin M (1997) Post-mortem changes in adenosine triphosphate and related compounds in mantle of squid (*Illex argentinus*) at different stages of sexual maturation. *J. Aq. Food Prod. Technol.* 6: 43-56.
- Simeonidou S, Govaris A, Vareltzis K (1998) Quality assessment of seven fish species during storage on ice. *Food Res. Int.* 30: 479-484.
- Woyewoda AD, Shaw SJ, Ke PJ, Burns BG (1986) *Recommended Laboratory Methods for Assessment of Fish Quality*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences N° 1448. Nova Scotia, Canada. 360 pp.