

ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECTO DE LA MANIPULACIÓN SOBRE LA CONSERVACIÓN DE FRESCURA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CORVINA PICUDA (*CYNOSCION PHOXOCEPHALUS*) (GILBERT & JORDAN, 1882), CAPTURADA ARTESANALMENTE EN EL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

Effect of the manipulation respecting to the conservation of freshness and chemical composition of the corvina picuda (cynoscion phoxocephalus) (Gilbert & Jordan, 1882) in the artisanal captured in the gulf of Nicoya, Costa Rica

Fabián Chavarría Solera^{1*}, Cristian Fonseca Rodríguez², Diana Chinchilla González¹ y Ma. Andrea Herrera Araya¹.

¹ Programa UNA-Campus Sostenible, Vicerrectoría de Administración. Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

² Laboratorio de Tecnología y Calidad de Productos Pesqueros. Estación de Biología Marina, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Costa Rica. Puntarenas, Costa Rica.

* Autor para correspondencia:
fabian.chavarría.solera@una.cr

Recibido: 26.1.2017

Aceptado: 10.8.2017

RESUMEN

La principal preocupación que deben tener los comerciantes de alimentos, entre ellos los pescadores es la distribución de sus productos en condiciones que permitan su consumo sin que ello suponga un riesgo para la salud del consumidor, es decir, todo manipulador de alimentos debe preocuparse de que sus alimentos sean inocuos y seguros. Una adecuada manipulación es clave para la consecución de dicho objetivo, impidiendo la alteración o deterioro del alimento, conservando su calidad y valor nutritivo por más tiempo. Se determinó mediante una buena manipulación del producto pesquero al momento de la captura que se podría conservar por más tiempo su calidad. Se partió del objetivo de determinar el efecto de dicha manipulación a bordo durante la pesca artesanal de la corvina picuda (*C. phoxocephalus*), la cual incidió directamente sobre la conservación de la frescura y la composición química, lográndose aumentar la vida útil durante la cadena de comercialización. Para comprobar lo anterior, se comparó la vida útil en un lote de corvina al que se le trató con buenas prácticas de manipulación (tratamiento A) con otro manipulado en condiciones que son normalmente aplicadas por los pescadores artesanales (tratamiento B). Para ello se determinaron cuatro índices para evaluar la frescura del producto a lo largo del almacenamiento en hielo: sensorial QIM, pH, Torrymeter y valor K. Sobre la base de los resultados se observó un aumento de la vida útil de seis días para los ejemplares almacenados en hielo y que se les aplicó el tratamiento de buenas prácticas de manipulación (BPM).

PALABRAS CLAVES: Frescura, manipulación, control de calidad, producto pesquero, golfo de Nicoya.

ABSTRACT

The principal concern that must have the food merchants, between them the fishermen, is the distribution of their products in conditions

*that allow their consumption without representing a risk for the health of the consumer, that is to say, all manipulator of food must concern that this be safe and harmless. An adequate manipulation is the key of consecution of the objective, impeding the possible alteration or deterioration of the food, conserving their quality and nutritive importance for a long time. It was determined through a good manipulation of the fish product at the moment of the capture that can be conserved their quality for more time. It started from the objective of determine the effect of the manipulation during the artisanal fishing of the chopped corvine (*C. phoxocephalus*), which affect directly about the conservation of the freshness and the chemic composition, increasing the useful life during the chain of commercialization. To check out the previous fact, was compared the useful life of a lot of corvine the one was treated with good practices of manipulation (Treatment A) with other manipulated in conditions that are normally applied for the artisanal fishermen (Treatment B). For this was determined four indices to evaluate the freshness of the product along the storage of ice: sensorial QIM, pH, Torrymeter and value K. Based on the results that were seen, highlights an increase of the useful life of six days for the copies storage in ice and to which it was applied the treatment of good practices of manipulation.*

KEYWORDS: *Freshness, manipulation, quality control, fishery product, gulf of Nicoya.*

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica los productos pesqueros según INCOPECA (2006) han constituido uno de los rubros económicos de mayor importancia, entre éstos: el Pargo mancha (*Lutjanus guttatus*), la Corvina reina (*Cynoscion albus*), Corvina cola amarilla (*Cynoscion stolzmannii*), Corvina aguada (*Cmoscion squamipírlnis*), Corvina picuda (*Cynoscion phoxocephalus*), la Macarela (*Scomberomorus sierra*) y la Barracuda (*Sphyræna ensis*), todos destacados por su gran demanda en el mercado. Estos

productos pesqueros se encuentran entre los alimentos de gran valor nutricional y desempeñan un papel fundamental respecto a la alimentación (FAO, 2010).

Sin embargo, actualmente la comercialización sufre una serie de dificultades desde el punto de vista higiénico-sanitario ya que son considerados alimentos muy perecederos debido a su composición química, al pH poco ácido de su carne y a su alto contenido de agua, lo cual también genera pérdidas poscaptura debido al deterioro (Huss, 1998). Esto implica un mayor cuidado en el manejo de la mercancía, extremándose los cuidados de manipulación y medidas higiénicas desde la captura en el mar, asegurándose que se mantenga su calidad al conservarse lo más fresca posible cuando llega a puerto para continuar con la cadena de comercialización hasta la llegada del alimento a la mesa del consumidor. En este aspecto, cuando se referencia a la calidad alimentaria, el término involucra un conjunto de propiedades de un alimento (nutritivas, higiénicas, sanitarias, tecnológicas, sensoriales, entre otras), que influyen notablemente en su aceptabilidad al momento de la adquisición o consumo (Agüeria, 2008).

Los productos cárnicos marinos son extremadamente perecederos, tienden a sufrir más la desnaturalización y la descomposición con respecto a otros productos cárnicos, y además son muy inestables desde el punto de vista de la calidad (Ishihara, s.f.), motivo por el cual son muy vulnerables a manipularse en estado “alterado”, lo que representa un alto riesgo para la salud de los consumidores. Lo anterior nos obliga al aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros con lo que finalmente se garantiza que sean productos alimenticios seguros y saludables (Galán *et al.*, s.f.)

Los recursos pesqueros según Agüeria (2008) constituyen una fuente vital de alimentos, empleo, recreación y comercio, tanto para las generaciones presentes como las futuras, por lo tanto la utilización de los mismos debería llevarse a cabo de manera sensata. En este aspecto, el Código de Conducta para la pesca responsable (FAO, 1995) propone la conservación de los sistemas acuáticos y el desarrollo de una pesca prudente a largo plazo, teniendo en cuenta una diversidad de factores biológicos, ambientales, tecnológicos, económicos, sociales y comerciales. En esta visión integradora se incluye el compromiso de conservar las capturas en buenas condiciones, evitando que se deterioren y sean desaprovechadas al tratarse de forma inadecuada.

Según Graham *et al.* (1993) Los requisitos importantes para mantener el pescado por más tiempo es enfriarlo rápidamente en cuanto se ha capturado, usando temperaturas de almacenamiento y distribución cercanas a cero grados Celsius, además de mantener un buen nivel de limpieza en la cubierta, en la zona de manipulación y en particular, en la bodega o nevera de almacenamiento. Puesto que el pescado comienza a alterarse y deteriorarse en el momento que muere, el descuido a bordo, incluso en viajes de pesca breves, puede ser motivo del deterioro en pocas horas. Es por lo anterior que el pescador es, en gran parte, responsable del grado de frescura e inocuidad y por lo tanto de la calidad del producto que llega al consumidor (Ashie *et al.*, 1996).

Esta investigación está enfocada a determinar cómo se puede afectar la composición química y la frescura, esta última como indicador de vida útil y por ende de la calidad del producto pesquero, según el tratamiento que se le dé desde la primera etapa de la cadena de comercialización,

teniendo a la pesca artesanal del golfo de Nicoya, Costa Rica como punto clave para la investigación, así como una de las especies de interés comercial en la zona, la corvina picuda (*C. phoxocephalus*).

Se utilizaron varios análisis para determinar la calidad del producto pesquero, entre estos el Método del Índice de Calidad (QIM); el cual utiliza un sistema práctico en donde el producto pesquero se inspecciona sensorialmente considerando varios parámetros y registrando los deméritos. En este método ninguna muestra puede ser rechazada basándose en un único criterio, ya que se tiene en cuenta varios atributos simultáneamente. En ese sentido, la puntuación total del QIM no se ve influenciada por pequeñas diferencias en las puntuaciones para un único atributo. Cuanto más baja es la puntuación, más fresco es el producto pesquero, por el contrario valores altos indican producto no fresco.

Se pone de manifiesto el tipo de manipulación actual que se le está dando al producto pesquero, con el fin de conocer la realidad en cuanto al tipo de manipulación que se les aplica a estos productos alimenticios altamente perecederos y poder intervenir, haciendo recomendaciones para una adecuado manejo del producto que le dé una mayor vida útil y por consiguiente una mejor calidad.

La investigación tiene como objetivo determinar el efecto que tiene la manipulación del producto pesquero a bordo de las embarcaciones artesanales sobre la conservación de la frescura y composición química, logrando aumentar su vida útil a lo largo de la cadena de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Las muestras de la especie de estudio *C. phoxocephalus* se obtuvieron a dos millas

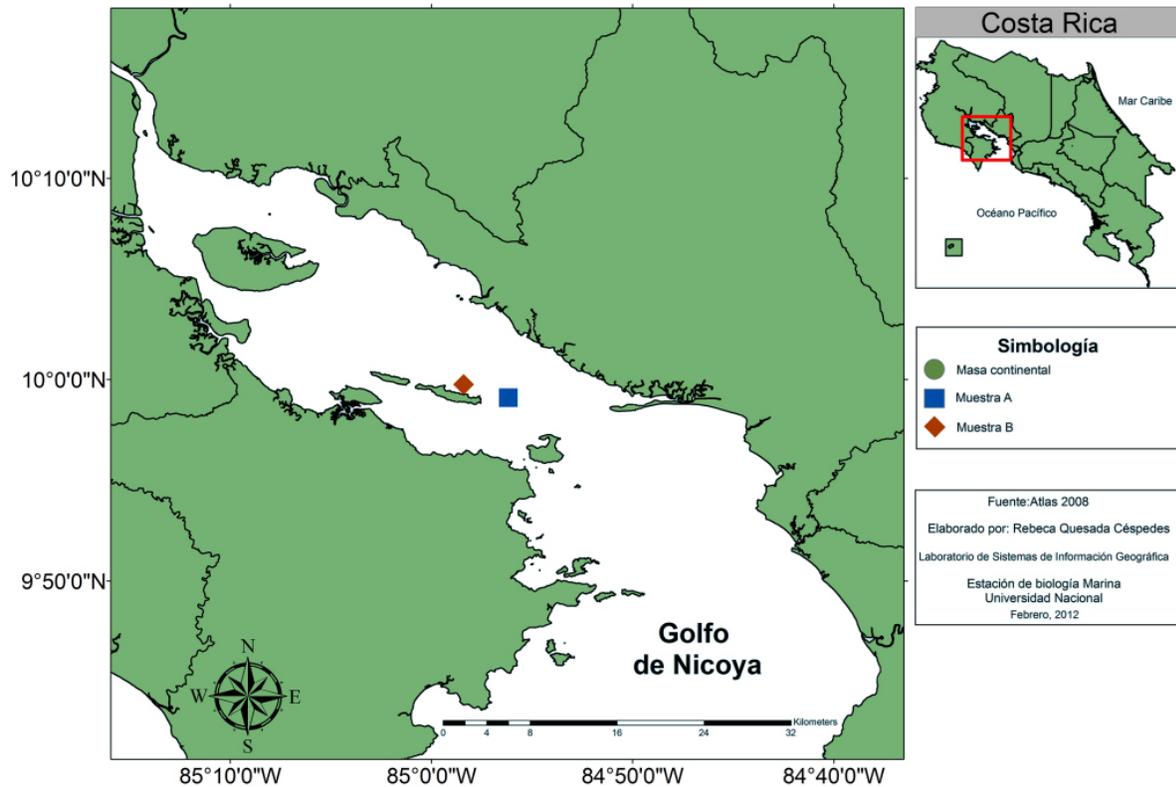


Fig. 1. Ubicación geográfica del área de captura de *C. phoxocephalus*.

Colaboración: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Estación de Biología Marina, Universidad Nacional.

al este (N 9° 59' 06.47", O 84° 56' 10.93") y una milla al norte (N 9° 59' 45.60", O 84° 58' 22.90") de isla Caballo en el golfo de Nicoya, litoral pacífico, provincia de Puntarenas, Costa Rica. (Fig. 1).

DISEÑO DE EXPERIMENTO

La especie seleccionada para realizar este estudio, fue la corvina picuda *C. phoxocephalus*. El uso de esta especie se justifica por: su bajo costo, su gran disponibilidad durante todo el año, así como por su importancia comercial a nivel nacional. Las tallas de los especímenes utilizados tenían un promedio de 38.6 ± 4.2 cm ($n = 88$) con un rango de variación entre 28.5 a 47.2 cm. Estas tallas son comercializadas entre el pescador y receptor como primera pequeña

“PP”. Para el estudio fueron obtenidas 88 piezas de esta especie, directamente del pescador artesanal inmediatamente al momento de su captura con arte de pesca de trasmallo o red agallera colgante, y las cuales acababan de morir por asfixia.

TRATAMIENTO INICIAL DE LAS CAPTURAS

Un primer lote de 44 unidades de corvina se evisceró en condiciones de higiene, seguidamente se depositaron en una hielera limpia con hielo limpio en escamas. Posteriormente, el segundo lote también de 44 unidades no se evisceró inmediatamente y fueron manipulados en condiciones inadecuadas normalmente aplicadas por el pescador, las cuales se detallan a continuación:

Tratamiento A: Se utilizó guantes de látex nuevos para manipular el pescado, se evisceraron inmediatamente después de la captura sobre una tabla plástica de picar limpia y con un cuchillo limpio, seguidamente se lavaron con agua potable y se almacenaron en hielera plástica de 142 litros con hielo limpio en escamas, cubriéndolos totalmente con el hielo.

Tratamiento B: No se utilizó guantes para manipular el pescado, se depositaron sobre la embarcación sin hielo y expuestos al sol por un tiempo corto (aproximadamente 15 minutos), luego se almacenaron en una hielera plástica de 142 litros sin lavar y con poco hielo, posteriormente, cuando se terminó la faena y se arribó a la costa (aproximadamente tres horas después de la captura) se evisceraron, esto se realizó sobre la superficie de la embarcación, por último se lavaron con agua de mar.

MUESTREO EN EL LABORATORIO

Los dos lotes de producto manipulados en ambas condiciones (Buenas Prácticas de Manipulación y normal) se llevaron al Laboratorio de Tecnología y Calidad de productos pesqueros de la Estación de Biología Marina de la Universidad Nacional, donde se almacenaron en dos diferentes hieleras cubriéndolos con hielo totalmente, las cuales se mantuvieron a una temperatura de entre 1.2 – 3.7 °C. Durante un periodo de 30 días se tomaron submuestras de cuatro pescados de ambas hieleras cada tres días (cuatro que fueron manipuladas en condiciones asépticas BPM y cuatro manipuladas en condiciones normales implementadas por el pescador artesanal) y se le aplicaron cuatro métodos para determinar su vida útil y los cambios en la frescura: Sensorial, Torrymeter pH y Valor K. Así como el de análisis proximal, que

contempla humedad, proteína cruda, lípidos totales, cenizas y valor calórico. Todos los anteriores análisis se realizaron por triplicado (AOAC, 1990).

ANÁLISIS QUÍMICOS

Para la evaluación sensorial se utilizó el análisis QIM propuesto para la evaluación de *C. phoxocephalus*; se basa en el propuesto por Botta (1995) con algunas modificaciones con la finalidad de adaptarlo mejor a esta especie. Se basa en los parámetros sensoriales significativos del pescado crudo y cuando se emplean muchos parámetros.

En este estudio se utilizó un sistema de puntuación por deméritos del cero al dos y cero al tres dependiendo del parámetro. El valor cero se da al que se encuentra muy fresco y el tres al muy deteriorado; las puntuaciones que se van dando a cada apartado se suman, dando una puntuación global obtenida en un tiempo determinado del almacenamiento en hielo.

La puntuación total que una muestra o lote puede obtener va desde 0 hasta 25. Se evaluó un mínimo de cuatro pescados por tratamiento y se promedió para reducir el efecto de las variaciones naturales. El análisis sensorial QIM fue realizado por dos panelistas entrenados para tener un mejor estimado del resultado mediante promediado de los datos.

Para la determinación de la resistencia eléctrica se utilizó un GR Torrymeter (Distell Industries Ltd., Scotland). La medición de pH se realizó con un pH-Metro marca Thermo modelo 420A Orión 3 Star. Para la medición se sumergió el electrodo de Ag/AgCl del pH-Metro en la pasta de carne homogenizada de 20 g del músculo dorsal de la muestra y 20 mL de agua destilada.

La determinación de compuestos relacionados con el ATP (Adenosina trifosfato) se realizó según el método propuesto por Kawashima & Yamanaka (1992) con las siguientes modificaciones: se hizo un extracto de los nucleótidos presentes en la carne, 2.5 g del músculo dorsal fueron homogenizados en frío con 5 mL de ácido perclórico al 10.0 %. El homogenizado obtenido se centrifugó en frío (5.0 °C) a 3500 r.p.m. durante cinco minutos con centrifuga marca Hermle Labnet z383 K, se separó el sobrenadante y se ajustó a pH entre 6.5-7.0 con solución de hidróxido de potasio al 10.0 %, midiendo constantemente con papel especial de pH. El precipitado formado por este procedimiento se separó con centrifugado a 3500

r.p.m. durante cinco minutos. Finalmente el sobrenadante se aforó a 15 mL con ácido perclórico al 5.0 % y pH 6.4, finalmente se almacenó a -30 °C en tubos de centrifuga de polietileno para su posterior análisis.

La determinación de la concentración de nucleótidos, se realizó sobre una alícuota de 1 mL de la muestra, por duplicado. El análisis de valor K consistió en una cromatografía de intercambio iónico, tanto el ATP como sus compuestos de degradación (fosforilados y no fosforilados) presentes en el extracto de la muestra, fueron separados mediante una columna cromatografía empacada con una resina de intercambio aniónico del tipo Dowex 1 x 4 Cl (200-400 mesh). Se utilizaron dos soluciones eluentes como fases móviles; solución de HCl 0.001M para extraer los compuestos no fosforilados: la inosina (HxR) e hipoxantina (Hx); y solución de HCl 0.01 M + NaCl 0.6 M para extraer los fosforilados: adenosina trifosfato

(ATP), adenosina difosfato (ADP), adenosina monofosfato (AMP) e inosina monofosfato (IMP). Ambas soluciones fueron recogidas en tubos de ensayo en volúmenes de 4 ml con ayuda de un colector de fracciones Advantec CHF121SA. Posteriormente se midió la absorbancia a 254 nm en un espectrofotómetro Shimadzu UV mini 1240 para obtener su concentración en nmol/mL, según ecuación de la recta estándar diferente para cada solución eluyente, y acorde con Saito *et al.*, (1959), se procede a sustituirlos en la ecuación, para calcular el porcentaje de valor K:

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

Para la caracterización bioquímica de la carne, se estimaron los niveles de humedad, lípidos totales, proteínas cruda, cenizas y valor calórico. El contenido de humedad se determinó mediante deshidratado del tejido de carne en un horno PRECISION THELCO 130D OVEN a 105 °C por 24 horas, para posteriormente calcular la diferencia peso seco/peso húmedo, pesados con una balanza AND GX-2000 con precisión de 0.01 g, determinando así el porcentaje de humedad según lo describe la metodología de AOAC, 1990. El nitrógeno se determinó por el método de Kjendhal (AOAC, 1990) con un digestor y destilador micro-Kjendhal LABCONCO 65000, se convirtió a proteína multiplicando por el factor 6.25 (Crips, 1971).

Los lípidos fueron obtenidos usando un extractor soxhlet (Lab-Line Instruments, Inc., ILL, USA) con éter de petróleo (AOAC, 1990).

Las cenizas se obtuvieron por calcinación lenta en una mufla (THERMOLYNE TYPE 1500 FURNACE), incrementando la temperatura hasta 500 °C donde se mantuvo por 12 horas (AOAC, 1990).

El contenido calórico de la carne de *C. phoxocephalus* se calculó usando los factores de conversión recomendados por la FAO (1993) para este tipo de alimentos: 4.0 Kcal/g para proteínas y carbohidratos y 9.0 Kcal/g para lípidos.

El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia, pero no se reportó debido a que su contenido porcentual es prácticamente cero.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV. Se determinó la estadística descriptiva (media y desviación estándar). Mediante un análisis de correlación de Pearson se determinaron las correlaciones entre los diferentes métodos empleados para evaluar la frescura y el tiempo de almacenamiento en hielo, así como los porcentajes de proteínas, lípidos, cenizas y valor calórico obtenidos en los análisis, a un nivel de significancia del 95 %. El supuesto de distribución normal de los datos fue determinado mediante el análisis de una variable, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Los datos son reportados como promedio \pm desviación estándar.

RESULTADOS

Los resultados referentes a los cambios en los parámetros de frescura se presentan en la figura 2. En el análisis de frescura referente al QIM en *C. phoxocephalus* almacenadas en hielo y manipuladas de ambas condiciones "BPM y Manipulación Normal"

ambas aumentaron linealmente, ajustándose a los siguientes modelos de regresión respectivamente: $QI = 1.49x + 1.52$, $R^2 = 0.95$, $P < 0.05$ y $QI = 1.37x + 7.15$, $R^2 = 0.90$, $P < 0.05$ (con x = días de almacenamiento en hielo en ambas). Ambas presentaron una elevada correlación positiva con el tiempo de almacenamiento, (Pearson, $r_A = 0.97$; $r_B = 0.94$, $P < 0.05$), hecho que demuestra su utilidad para poder establecer el tiempo remanente de vida útil del producto pesquero.

Para el tratamiento A, implementando BPM a bordo, este índice mostró un valor inicial de 1.5 ± 0.6 propio de un producto completamente fresco y alcanzó a una puntuación de 16.3 ± 2.2 a los 30 días de almacenamiento en hielo, donde los ejemplares evaluados mostraron signos indiscutibles de deterioro en todas las características evaluadas. En cuanto al tratamiento B, los ejemplares manipulados a bordo en condiciones normales y consideradas inadecuadas, el índice expuso un valor inicial de 8.5 ± 2.4 revelando un producto no tan fresco al inicio en comparación con el tratamiento A, y alcanzó una puntuación máxima de 21.0 ± 1.8 a los 30 días de almacenamiento en hielo (Fig. 2 A).

Las mediciones del GR Torrymeter en la piel y músculo de *C. phoxocephalus* almacenadas en hielo y tratadas en condiciones de Buenas Prácticas de Manipulación (BPM) disminuyó linealmente ajustándose al siguiente modelo de regresión: $Torrymeter = -0.88x + 14.29$, $R^2 = 0.92$, $P < 0.05$. En lo que respecta a la manipulación normal también disminuyó linealmente, $Torrymeter = -0.85x + 11.95$, $R^2 = 0.92$, $P < 0.05$ (con x = días de almacenamiento en hielo en ambas). Ambas presentaron una buena correlación negativa con el tiempo de almacenamiento (Pearson, $r = -0.96$, $P < 0.05$, en ambas), demostrando la

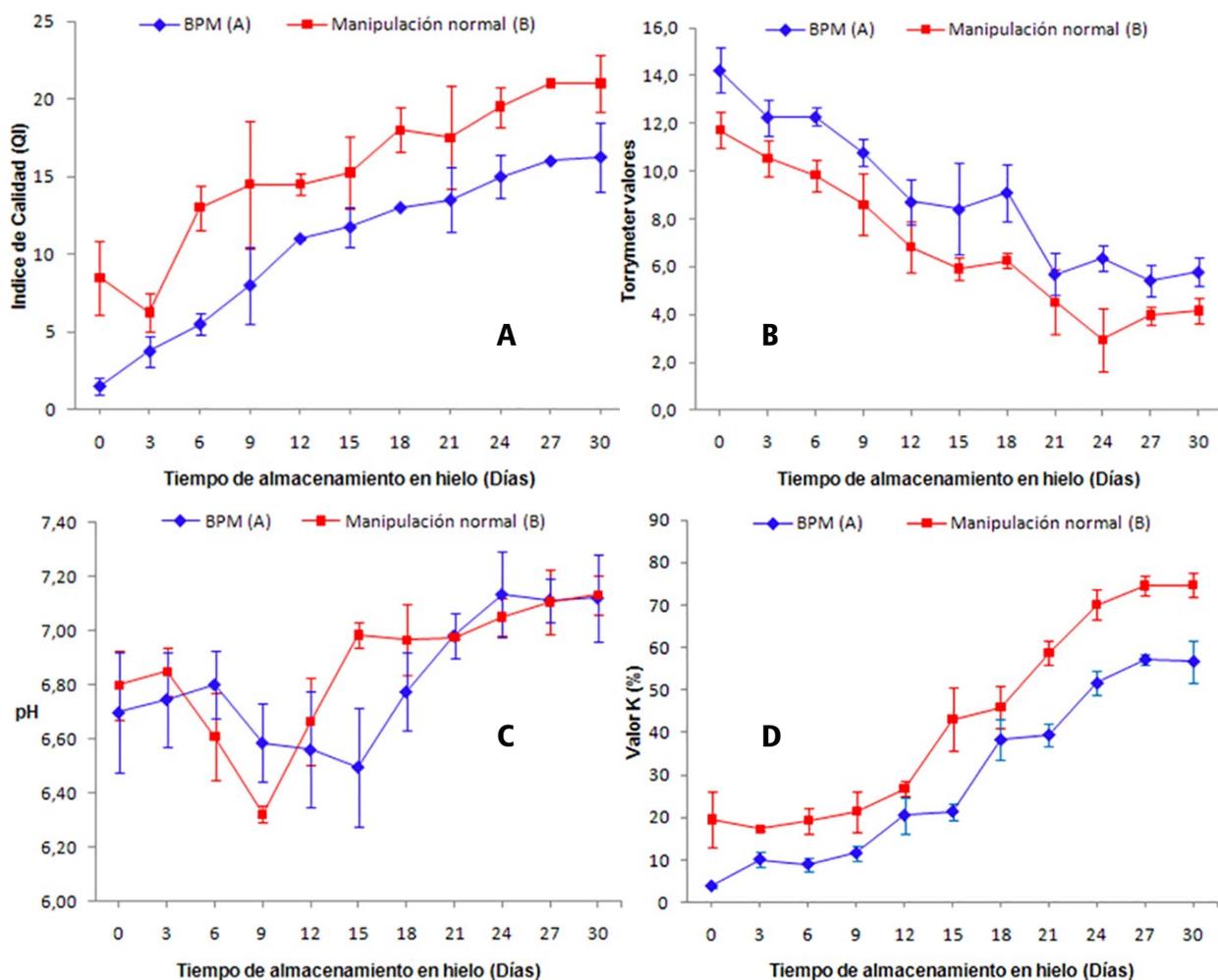


Fig. 2. Cambios en los parámetros de frescura aplicados a la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los días de almacenamiento en hielo y según los tratamientos "A" y "B" implementados a bordo de la embarcación. A Índice de calidad, B Torrymeter, C pH, D Valor K. Cada punto representa el valor de la media \pm desvío estándar para ambos tratamientos a bordo ($n=12$).

importancia que tiene este método para establecer la pérdida de frescura en el tiempo y por lo tanto la vida útil del producto pesquero.

Para el promedio de corvinas que fueron manipuladas en óptimas condiciones al implementar BPM (tratamiento A), las lecturas del GR Torrymeter promedio oscilaron en un ámbito de 14.2 ± 0.9 para el pescado fresco con cero días de almacenamiento en hielo y 5.8 ± 0.6 para el pescado inaceptable, luego de 30 días de almacenamiento en

hielo. Mientras que para los manipulados en condiciones normalmente (tratamiento B), el promedio de pescados oscilaron entre 11.7 ± 0.8 y 4.2 ± 0.5 respectivamente (Fig. 2 B).

En el tratamiento A inicialmente el pH fue de 6.70 ± 0.22 , este valor permaneció relativamente constante hasta el sexto día de almacenamiento. Un descenso significativo fue observado al cabo del noveno día, seguido por otro gradual hasta el doceavo día de almacenamiento. El valor más bajo

de pH fue registrado al día 15, con un valor de 6.50 ± 0.22 , posteriormente, este comenzó a incrementarse ligeramente hasta llegar a 6.98 ± 0.08 al día 21 de almacenamiento en hielo. Tendencias similares sobre los cambios de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento han sido reportadas por Tome *et al.*, (2000) para la tilapia y por Delgado *et al.*, (2001) para la sardina almacenada en hielo.

Por su parte, en el tratamiento B, el pH inicial fue de 6.80 ± 0.13 , permaneciendo relativamente constante los tres primeros días de almacenamiento, posteriormente comenzó a decrecer significativamente en el sexto día y llegó hasta un mínimo valor de pH de 6.32 ± 0.03 al noveno día, seguidamente, al igual que en el tratamiento A, el pH comenzó a incrementarse leve y gradualmente, llegando a un valor de 6.99 ± 0.05 al día 15 de almacenamiento en hielo. En ambas variables los resultados fueron estadísticamente significantes durante el almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = 0.72$; $r_B = 0.69$, $P < 0.05$) (Fig. 2 C).

En cuanto al valor K, se mostró un incremento lineal respecto al tiempo de almacenamiento, en el tratamiento A se dió desde un valor inicial de 3.80 ± 0.45 % hasta un valor de 56.82 ± 4.95 % a los 30 días de almacenamiento en hielo. En el tratamiento B se presentó un valor inicial de 19.54 ± 0.51 % incremento también lineal en el tiempo hasta un valor máximo de 74.75 ± 2.87 % a los 30 días de almacenamiento.

El modelo de regresión lineal para el valor K en *C. phoxocephalus* bajo las condiciones del tratamiento A fue: $\% K = 5.96x - 6.67$ $R^2 = 0.95$, $P < 0.05$ (con $x =$ días en hielo). En cuanto al tratamiento B fue: $\% K = 6.83x + 1.90$, $R^2 = 0.93$, $P < 0.05$ (con $x =$ días en hielo). En el presente estudio, se observó un aumento significativo en este

índice durante el tiempo de almacenamiento en hielo, presentando una alta correlación (Pearson, $r = 0.97$, $P < 0.05$, en ambas). En base a estas correlaciones el valor K ha demostrado ser uno de los indicadores de calidad más adecuados para determinar el grado de frescura en el pescado (Fig. 2 D).

Los resultados del análisis de la composición química del tejido muscular de la corvina picuda para ambos tratamientos se presentan en el cuadro 1, se puede observar que ninguno de los componentes mostró diferencias significativas ($P < 0.05$), manteniéndose sin mayores diferencias desde un punto de vista práctico al comparar los resultados de los tratamientos A y B muestreados durante los 30 días de almacenamiento en hielo.

La humedad fue el componente con mayor rango de fluctuación entre los días de almacenamiento, con porcentajes para el tratamiento A entre 78.4 ± 0.18 en el día 6 a 84.5 ± 0.45 % para el día 24; y para el tratamiento B entre 78.5 ± 0.96 en el día seis a 85.1 ± 0.28 % para el día 27 (cuadro 1); este elevado contenido de humedad podría favorecer el crecimiento microbiano y las reacciones enzimáticas que conllevan al rápido deterioro del alimento si no se almacena en condiciones adecuadas (Arvelo, 1999). En ambos tratamientos la humedad tuvo una correlación positiva con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = 0.80$; $r_B = 0.88$, $P < 0.05$).

El contenido de cenizas fue de 1.1 ± 0.1 a 0.2 ± 0.1 % en ambos tratamientos (cuadro 1), este componente presentó una correlación negativa significativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r = -0.95$, $P < 0.05$, en ambas). Al transcurrir el tiempo de almacenamiento se da una disminución del contenido de materia inorgánica como minerales que son los que

integran el contenido porcentual de la ceniza.

En lo que respecta a los lípidos, *C. phoxocephalus* presentó para el tratamiento A un contenido de 2.3 ± 0.3 en el día seis a 0.5 ± 0.1 % para el día 18; y para el tratamiento B entre 2.2 ± 0.3 en el día seis a 0.7 ± 0.2 % para el día 24 (cuadro 1). El músculo de esta especie se caracterizó por ser un tejido magro (<2 % de grasa cruda). A pesar de que los lípidos influyen en la calidad del pescado debido a su constante degradación y auto oxidación con el tiempo de almacenamiento, originando olores y sabores rancios desagradables (Arvelo, 1999), no se obtuvo una correlación significativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = -0.48$; $r_B = -0.50$, $P > 0.05$).

En cuanto al porcentaje de proteínas, en el tratamiento A este varió entre 18.1 ± 1.4 en el día 3 a 14.4 ± 0.6 % para el día 30 y para el tratamiento B entre 18.2 ± 1.2 en el día 6 a 13.9 ± 0.7 % para el día 27 (cuadro 1). Este componente presentó una correlación negativa con el tiempo de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = -0.69$; $r_B = -0.89$, $P < 0.05$). Todos estos resultados en la composición química son similares a los reportados por Fonseca y Chavarría (2017) para el lenguado (*Cyclopsetta querna*), barracuda (*Sphyraena ensis*) y anguila (*Cynoponticus coniceps*)

Los resultados correspondientes al valor calórico se muestran en el cuadro 1, este índice presentó una variación con respecto al tiempo de almacenamiento. Para el tratamiento A, varió entre 93.44 ± 0.48 en el día seis a 65.24 ± 0.30 Kcal/100g para el día 24. En cuanto al tratamiento B, fue de 93.60 ± 0.75 en el día seis a 62.23 ± 0.87 Kcal/100g para el día 24 (cuadro 1). En ambos tratamientos el valor calórico presentó una correlación negativa con el tiempo

de almacenamiento en hielo (Pearson, $r_A = -0.74$; $r_B = -0.78$, $P < 0.05$). Conforme transcurre el tiempo de almacenamiento se va dando una disminución en el valor calórico.

DISCUSIÓN

En el análisis de frescura los ejemplares de *C. phoxocephalus* con un QI por encima de 15 fueron considerados inaceptables por los evaluadores; dicho valor se alcanzó a los días 24 y 15 de almacenamiento en hielo respectivamente, estableciéndose los 24 días como límite de rechazo para las que se implementaron BPM y los 15 días para las manipuladas en condiciones normales, consideradas inadecuadas y que son las practicadas por el pescador artesanal, según lo observado en las inspecciones en la primera etapa del proyecto. Este último resultado es similar a los reportados por Lougovois *et al.* (2003) para la vida útil de la dorada (*Sparus aurata*) almacenada en hielo.

En las lecturas Torrymeter, valores igual o mayores a 11 son indicativos de un producto muy fresco, mientras que un valor de 6.0 es indicativo de la presencia de un marcado deterioro, con una mala calidad y considerados no aptos para el consumo (Lougovois *et al.*, 2003). Los ejemplares de *C. phoxocephalus* alcanzaron valores de 5.7 ± 0.9 y 5.9 ± 0.5 a los 21 y 15 días de almacenamiento en hielo para los tratamientos A y B respectivamente, estableciéndose los 21 días como límite de rechazo a los que se implementaron BPM, y los 15 días para las manipuladas en condiciones normales. Resultados similares de vida útil en el almacenamiento en hielo han sido reportados por Jiménez (1981) y Lougovois *et al.* (2003) para la dorada y la corvina aguada respectivamente. Estos resultados concuerdan con los cambios sensoriales vistos

Tabla 1. Cambios en la composición química de la carne de corvina picuda (*C. phoxocephalus*) durante los días de almacenamiento en hielo y según los tratamientos "A" y "B" implementados a bordo de la embarcación. (Base húmeda) Datos son expresados como promedio \pm desviación estándar de cuatro repeticiones

Día	Tratamiento	Humedad (%)	Ceniza (%)	Lípidos (%)	Proteína (%)	Valor calórico (Kcal/100g)
0	BPM (A)	81.5 \pm 0.5	1.0 \pm 0.1	1.6 \pm 0.3	15.5 \pm 0.9	78.16 \pm 0.62
	Manip. normal (B)	80.8 \pm 0.5	1.1 \pm 0.1	1.0 \pm 0.2	17.0 \pm 1.0	77.45 \pm 0.57
3	BPM (A)	79.5 \pm 0.7	1.0 \pm 0.1	1.2 \pm 0.2	18.1 \pm 1.3	83.96 \pm 0.79
	Manip. normal (B)	80.0 \pm 0.5	1.0 \pm 0.0	1.8 \pm 0.2	17.0 \pm 0.7	85.16 \pm 0.48
6	BPM (A)	78.4 \pm 0.1	1.1 \pm 0.2	2.3 \pm 0.3	17.2 \pm 0.6	93.44 \pm 0.48
	Manip. normal (B)	78.5 \pm 1.0	0.9 \pm 0.0	2.2 \pm 0.3	18.2 \pm 1.2	93.60 \pm 0.75
9	BPM (A)	79.9 \pm 1.3	0.8 \pm 0.0	1.5 \pm 0.8	17.8 \pm 0.8	84.63 \pm 0.78
	Manip. normal (B)	80.1 \pm 1.1	0.7 \pm 0.0	1.4 \pm 0.0	17.3 \pm 0.4	83.54 \pm 0.22
12	BPM (A)	81.2 \pm 2.3	0.7 \pm 0.0	1.4 \pm 0.1	16.7 \pm 1.0	79.83 \pm 0.56
	Manip. normal (B)	80.3 \pm 1.9	0.5 \pm 0.1	2.1 \pm 0.0	17.2 \pm 0.0	87.80 \pm 0.03
15	BPM (A)	80.5 \pm 1.1	0.6 \pm 0.1	0.9 \pm 0.1	17.5 \pm 0.7	79.79 \pm 0.42
	Manip. normal (B)	83.2 \pm 1.4	0.4 \pm 0.0	0.9 \pm 0.2	15.0 \pm 0.3	70.56 \pm 0.25
18	BPM (A)	82.4 \pm 0.1	0.5 \pm 0.1	0.5 \pm 0.0	15.9 \pm 0.4	71.07 \pm 0.20
	Manip. normal (B)	82.2 \pm 1.0	0.3 \pm 0.0	1.4 \pm 0.0	15.9 \pm 0.1	76.79 \pm 0.08
21	BPM (A)	81.4 \pm 0.7	0.4 \pm 0.0	1.5 \pm 0.0	16.4 \pm 0.8	80.41 \pm 0.41
	Manip. normal (B)	83.9 \pm 0.2	0.2 \pm 0.0	1.2 \pm 0.2	14.7 \pm 0.7	69.82 \pm 0.44
24	BPM (A)	84.5 \pm 0.4	0.2 \pm 0.0	0.7 \pm 0.1	14.8 \pm 0.5	65.24 \pm 0.30
	Manip. normal (B)	85.0 \pm 0.9	0.2 \pm 0.5	0.7 \pm 0.2	14.1 \pm 1.5	62.23 \pm 0.87
27	BPM (A)	84.0 \pm 1.7	0.2 \pm 0.0	1.2 \pm 0.4	14.5 \pm 0.3	69.33 \pm 0.37
	Manip. normal (B)	85.1 \pm 0.3	0.2 \pm 0.0	0.9 \pm 0.2	13.9 \pm 0.6	64.00 \pm 0.44
30	BPM (A)	83.9 \pm 1.4	0.3 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1	14.4 \pm 0.6	68.99 \pm 0.32
	Manip. normal (B)	84.4 \pm 1.0	0.2 \pm 0.0	1.2 \pm 0.1	14.1 \pm 0.2	67.47 \pm 0.17

y con los obtenidos por el método QIM, presentando además, una elevada correlación negativa entre los valores del torrymeter y el índice de calidad QI para ambos tratamientos A y B (Pearson, $r_A = -0.97$; $r_B = -0.92$, $P < 0.05$).

En los resultados de pH se obtuvo para ambos tratamientos A y B, que presentaron una primera etapa caracterizada por la disminución del pH, siendo más acelerada

para el tratamiento B que alcanzó un mínimo valor de pH al día nueve de almacenamiento en hielo, comparado con el correspondiente al tratamiento A que presentó el mínimo valor al día 15 de almacenamiento. En una segunda etapa se observa un incremento del pH, igual en ambos tratamientos, siendo más violento en B ya que a los 15 días, se obtuvieron valores cercanos a 7.00, mientras que para el

tratamiento A, el valor de pH neutro se obtuvo al día 21 del almacenamiento en hielo.

Según estudios realizados por Huss (1998) las variaciones de pH del tejido muscular son indicativas de la calidad del mismo, ya que cuando un organismo muere, cesan de funcionar sus sistemas de suministro de oxígeno y producción de energía, por lo que el pH está relacionado directamente con la frescura del pescado. Como ya se ha mencionado, la disminución inicial de pH en la musculatura de los peces se debe a la formación de ácido láctico. Después de la muerte del animal, el glicógeno de la musculatura es hidrolizado en glucosa, que sirve como sustrato para la formación del ácido láctico.

En este aspecto, Kubitza (1999) indica que esa disminución del pH, retarda el desarrollo de las bacterias, aumentando la vida útil del producto almacenado. Posterior a estos días, el pH de la carne comienza a tornarse gradualmente más próximo a la neutralidad; según Tome *et al.* (2000) esta tendencia es el resultado de la formación de compuestos volátiles como el amoníaco, la trimetilamina y ciertas aminas producidas por vía autolítica, y por la acción bacteriana sobre aminoácidos libres, acelerando la acción de las enzimas musculares (autohidrólisis), la proliferación bacteriana y en consecuencia la degradación de la carne.

En base a los resultados de pH, en los tratamientos A y B se puede estimar los días quince y nueve de almacenamiento como los máximos en los cuales la corvina picuda mantiene un alto grado de frescura, antes de que se dé el desarrollo bacteriano que produce la formación de compuestos básicos que neutralizan el ácido láctico formado, aumentando los valores de pH. En cuanto al límite máximo de consumo, se determinó que a los 21 y

15 días respectivamente para los tratamientos A y B, el pH presentó valores cercanos a siete. En el Decreto Ejecutivo N° 29210-MAGMEIC-S. 28 dic. N° 249 (La Gaceta, 2000) se indica que el pH no debe ser igual o superior a 7 unidades en pescado para poder ser apto para el consumo humano.

Estos resultados sobre la vida útil del pescado almacenado, son concordantes con los obtenidos por el método sensorial QIM, sin embargo, no se obtuvo una correlación significativa entre ambas (Pearson, $r_A = 0.57$; $r_B = 0.51$, $P > 0.05$) para los tratamientos A y B. Los resultados de pH también correspondieron con los obtenidos por el Torrymeter, estos sí presentaron una correlación negativa baja (Pearson, $r_A = -0.62$; $r_B = -0.64$, $P < 0.05$) en ambos tratamientos.

En el parámetro de valor K según Ehira, *et al.*, (1986) y Okuma, *et al.*, (1992), un valor menor de 20 % en productos pesqueros implica un alto grado de frescura, mientras que entre 20-40 % para productos moderadamente fresco y por encima de 40 %, para pescado no fresco, no apto para el consumo humano. Este índice de frescura depende de factores tales como: especie, arte de pesca y tratamiento post-captura.

De acuerdo a estos límites propuestos, se determinó que bajo las condiciones del tratamiento A, la frescura de *C. phoxocephalus* almacenada en hielo se mantiene óptima los primeros días, considerándose como muy fresco y de excelente calidad hasta el día 15 de almacenamiento (21.40 ± 2.01 %), disminuyendo gradualmente, considerándose moderadamente fresco y posteriormente, de baja calidad para el día 21 de almacenamiento (39.49 ± 2.59 %), considerándose en estado inaceptable a tal punto que no deben consumirse ni procesarse por efectos de seguridad alimentaria.

En lo que concierne al tratamiento B, el análisis de valor K demostró la más rápida pérdida de frescura con respecto al tratamiento A. Desde el inicio y durante los primeros seis días se mantuvo relativamente constante, con valores un poco altos para ser iniciales, pero aún considerados de alta calidad al estar por debajo del 20 % (Fig. 2 D). Posteriormente, al día 9 de almacenamiento *C. phoxocephalus* es calificada con una frescura media (21.41 ± 4.88 %), considerada como no aceptable para el consumo crudo (Okuma *et al.*, 1992).

Por último, al día 15 de almacenamiento el valor K indicó un estado de frescura inaceptable (43.18 ± 7.49 %), el producto es estimado como de rechazo al presentar un valor mayor al límite para definir el pescado en estado fresco y apto para el consumo humano. Resultados similares sobre el tiempo máximo de almacenamiento en hielo han sido reportados por Valls y Delgado (2000) para la sardina (*Sardinella aurita*) eviscerada y sin eviscerar y por Mazorra *et al.* (1998) para el barrilete negro (*Euthynnus lineatus*).

Los resultados en el valor K son análogos a los obtenidos por los otros métodos para determinar la frescura. El valor K presentó una correlación significativa con el QI (Pearson, $r_A = 0.93$; $r_B = 0.89$, $P < 0.05$), el TM (Pearson, $r = -0.92$, $P < 0.05$, en ambas) y el pH (Pearson, $r_A = 0.81$; $r_B = 0.80$, $P < 0.05$). Según todos estos índices de frescura evaluados, el lote del tratamiento A permaneció dentro del límite de frescura por un tiempo mayor (seis días) en comparación con el lote del tratamiento B. En la figura 2 se presentan los resultados para estos cuatro parámetros determinados para evaluar la calidad y frescura.

En cuanto a la composición química, a pesar de que en ésta inciden factores

intrínsecos (sexo, tamaño, edad, estado de nutrición) y extrínsecos (zona de captura, época del año, arte de pesca, entre otras) (Valls y Paredes, 2010), en la corvina picuda se pudieron determinar tendencias con respecto al día de almacenamiento en hielo para cada uno de los parámetros a excepción de los lípidos.

Conforme transcurre el tiempo de almacenamiento se da un aumento de la humedad, esto puede deberse a la hidratación del músculo por parte del agua de fusión, ayudado por el rompimiento de la estructura celular conforme transcurren los días de almacenamiento. Por su parte, la humedad presentó una correlación positiva ($P < 0.05$) con los índices evaluados para determinar la frescura QIM, pH y valor K, así como negativa con el TM. Confirmándose el efecto en este componente porcentual de aumentar al transcurrir el tiempo de almacenamiento y producirse el deterioro.

Las tendencias que se obtuvieron en la ceniza puede deberse al constante aumento del agua en el músculo como parte de la fusión del hielo en el almacenamiento, generándose un lavado de estos compuestos inorgánicos y por lo tanto una pérdida de los mismos, lo cual se confirma con la correlación negativa que tuvo el contenido de ceniza con la humedad (Pearson, $r_A = -0.88$; $r_B = -0.84$, $P < 0.05$), conforme aumenta la humedad disminuye el contenido de cenizas. Similares resultados han sido obtenidos por Fonseca *et al.* (2013) en robalo (*Centropomus unionesis*). Este efecto también puede estar influenciado por el rompimiento de la estructura celular al transcurrir el tiempo de almacenamiento en el hielo (Ólafsdóttir *et al.*, 2004). La cantidad de ceniza y los índices de frescura QIM, pH y valor K tuvieron una correlación negativa y positiva con el TM ($P < 0.05$), lo

cual confirma el efecto de este componente de disminuir conforme se degrada el pescado durante el almacenamiento.

Sobre el contenido porcentual de lípidos el resultado que se obtuvo se puede deber a que el contenido de grasa depende de numerosos factores intrínsecos y extrínsecos que se indicaron anteriormente, los cuales influyen directamente sobre su cantidad porcentual. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, sí se puede apreciar su tendencia a disminuir gradualmente conforme transcurre el tiempo de almacenamiento. Por otra parte, los lípidos tampoco presentaron correlaciones significativa con los índices evaluados para determinar la calidad y frescura en esta especie ($P > 0.05$).

El componente proteico fue el segundo después de la humedad con mayor presencia porcentual en *C. phoxocephalus*. Como se ha mencionado anteriormente las proteínas tiene gran importancia respecto a la calidad del pescado; según Arvelo (1999) gobiernan la química *post-mortem* contribuyendo con el sabor, olor, procesos autolíticos, desarrollo microbiano, así como factores tan importantes como textura, resquebrajamiento, viscosidad propiedades emulsificantes y la capacidad de retención de agua.

Según los resultados, al transcurrir el tiempo de almacenamiento se da una disminución del contenido de proteína, esto puede deberse a los rompimientos de los enlaces peptídicos resultando en la desnaturalización de las proteínas, volviéndose más susceptibles a la pérdida de aminoácidos (Aubourg, 2001).

El contenido porcentual de proteína presentó una elevada correlación negativa con la humedad (Pearson, $r_A = -0.91$; $r_B = -0.99$, $P < 0.05$) y una correlación positiva con el contenido de cenizas (Pearson, $r_A = 0.71$; $r_B = 0.84$, $P < 0.05$), estos resultados indican

que conforme aumenta la humedad y disminuyen las cenizas, el contenido proteico disminuye en el almacenamiento.

En lo que respecta a la correlación con los índices QIM, pH y valor K, la proteína mostró una correlación negativa, y positiva con el TM ($P < 0.05$), lo cual confirma el efecto que se da en este componente de ser inversamente proporcional conforme se degrada el pescado durante el tiempo de almacenamiento en hielo.

En cuanto a la disminución en el valor calórico se debe a que este contenido energético está directamente relacionado y depende de la cantidad de proteínas y lípidos, los cuales se vieron relativamente disminuidos en el músculo durante el tiempo de almacenamiento en hielo, además se observó que es inversamente proporcional al contenido acuoso, a más contenido de humedad menor valor calórico.

Lo anterior se ratifica con la alta correlación negativa que presentó el valor calórico con la humedad (Pearson, $r_A = -0.97$; $r_B = -0.98$, $P < 0.05$), y la correlación positiva con el contenido de cenizas (Pearson, $r_A = 0.85$; $r_B = 0.74$, $P < 0.05$) y proteínas (Pearson, $r_A = 0.82$; $r_B = 0.96$, $P < 0.05$), lo cual indica que conforme aumenta la humedad y disminuyen las cenizas y proteínas, el valor calórico tiende a disminuir durante el almacenamiento en hielo. Por su parte, el valor calórico presentó una correlación negativa ($P < 0.05$) con los índices de frescura QIM, pH y valor K, así como positiva con el TM ($P < 0.05$), confirmándose así, el efecto de disminuir al transcurrir el tiempo de almacenamiento y producirse el deterioro del pescado.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos según los parámetros evaluados para

determinar la calidad y frescura en el producto pesquero, se garantiza una vida útil en la corvina picuda de 21 días de almacenamiento en hielo, en comparación con la manipulación normal y poco hielo que aplican los pescadores artesanales, en la cual la vida útil comercial de los ejemplares se estipuló al día 15. El producto puede comercializarse por más tiempo luego de su captura debido a que se observó un alargamiento de la vida útil de seis días para los ejemplares que en el manejo poscaptura se implementaron buenas prácticas de manipulación, así como el buen uso de hielo a bordo de la embarcación.

En la composición química se obtuvieron correlaciones con los índices de calidad evaluados ($P < 0.05$). Estos resultados demuestran como se ve afectada la calidad mediante la pérdida nutricional conforme se disminuye la frescura y se incrementa la degradación del pescado durante el tiempo de almacenamiento en hielo; solo la humedad aumenta, mientras que los demás componentes (cenizas, lípidos, proteínas y valor calórico) tienden a disminuir presentando correlaciones negativas.

RECOMENDACIONES

Para posteriores estudios se recomienda utilizar más especies pesqueras y mayor número de ejemplares, con esto se pretende conocer la relación e influencia de la manipulación en la captura y la vida útil en varias especies. Por su parte, a nivel de laboratorio es recomendable aplicar pruebas microbiológicas de recuento total, esto con fines prácticos así como estadísticos, debido a que la frescura es un factor fundamental en la aptitud para consumo humano pero no es el único, la inocuidad y sanidad de los productos pesqueros debe estar garantizada “del mar a la mesa”,

AGRADECIMIENTOS

A la Estación de Biología Marina de la Universidad Nacional por proporcionar la infraestructura y equipo necesario para los análisis. Así como a todos los que hicieron posible la realización del presente trabajo, entre ellos: Rosa Soto, por la ayuda en la revisión del documento, Rebeca Quesada y Hannia Vega por la elaboración del mapa de los puntos de muestreo, Fernando Mejía por el análisis estadístico de los datos y al capitán Orlando Torres, por su ayuda en las giras al mar para conseguir la muestra de corvinas, sin las cuales no se hubiera podido llevar a cabo este proyecto.

REFERENCIAS

- AGÜERIA, D. (2008). *De la laguna a la mesa: ¿Cómo evaluar la calidad del producto pesquero y cómo conseguirla? Nuestras lagunas de la Región Pampeana: Cap. VIII*. Argentina. p 111-118. Recuperado de http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/GTRA/File/Capitulo_8.pdf
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists, EU). (1990). *Official methods of analysis*. 15^{va} Ed. Washington D.C.
- ARVELO, F. (1999). *Situación actual de la aplicación del frío en las pesquerías canarias* (Tesis Doctoral para optar al título Ingeniería Marítima). Universidad de la Laguna, I. Canarias, España.
- ASHIE, I.N.A., SMITH, J.P. and SIMPSON, B.K. (1996). Spoilage and shelf-life Extension of Fresh Fish and Shellfish. *Critical Reviews in Food Sci. Nut.* 36 (1, 2), 87-121.
- AUBOURG, S. P. (2001). Review: Loss of Quality during the Manufacture of Canned Fish Products. *Food Sci. Tech. Int.*, 7 (3), 199-215.
- BOTTA, J. R. (1995). *Evaluation of Seafood Freshness Quality*. VSH Publishers, United States of America.

- CRIPS, D.J. (1971). Energy flow measurements. In N.A. Holme and A.D. McIntyre (eds.), *Methods for the study of marine benthos. Ibp Handbook N° 16* (pp. 197-278). Blackwell, Oxford.
- DELGADO, A., VALLS, J. y GONZÁLEZ, A. (2001). Evaluación física y química de la sardina (*Sardinella aurita*) durante su almacenamiento en hielo. *Rev. Cient. FCV-LUZ*, 9(1), 22-29.
- EHIRA, S. and UCHIYAMA, H. (1986). *Determination of fish freshness using the K value and comments on some other biochemical change in relation to freshness*. FAO. (2010). *El Estado Mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s.pdf>
- FAO. (1995). *Código de Conducta para la Pesca Responsable*. Doc. mixtos y publ. Recuperado en diciembre 5, 2011.
- FAO. (1993). *Grasas y aceites en la nutrición humana*. Consulta FOA/OMS de expertos, Roma: Estudio FAO Alimentación y Nutrición.
- FONSECA, C., CHAVARRÍA, F., y MEJÍA-ARANA, F. (2013). Variación estacional de la composición proximal en tres especies de importancia comercial del Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Bio. Trop.*, 61(1), 429-437.
- FONSECA-RODRÍGUEZ, C. y CHAVARRÍA-SOLEIRA, F. (2017). Composición proximal en algunas especies de pescado y mariscos disponibles en el pacífico costarricense. *Rev. UNICIENCIA* 31(1), 23-28.
- GALÁN, L. J, LUNA H. A. y GARCÍA J. A. (s.f). *Control de Calidad de Productos Pesqueros*. Dep. de microbiología. Facultad Cien. Biol., U.A.N.L., México. pp. 52-66.
- GRAHAM, J.; JOHNSTON, W.A. y NICHOLSON, F.J. (1993). *El hielo en las pesquerías*. FAO Documento Técnico de Pesca No 331. Roma, FAO.
- HUSS, H.H. (1998). *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO, Documento Técnico de Pesca. No. 348. Roma: 202 p. Recuperado de <http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/V7180S00.HTM>
- INCOPESCA (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura CR). (2006). Memoria Institucional 2002-2006.
- ISHIHARA, H. (s.f). *Los Métodos para Definir la Frescura de los Pescados. Pruebas Químicas para Determinar la Frescura (Valor K)*. Proyecto Manejo Sostenible de las Pesquerías en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Doc. No: 15.
- JIMÉNEZ, H. M. (1981). *Correlación de métodos Para determinar frescura en Corvina Aguada (Cynoscion squamipinnis)* (Tesis presentada para optar al grado de Licenciada en Tecnología de Alimentos). Universidad de Costa Rica.
- KAWASHIMA, K. AND YAMANAKA, H. (1992). Effects of storage temperature on the post-mortem biochemical change in scallop adductor muscle. *Nippon suisan-Gakkaishi*, 58(11), 2175-2180.
- KUBITZA, F. (1999). *Calidad de pescado. Panorama da Aqüicultura*, Brasil. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/43-Calidad_Pescado.pdf
- LA GACETA. (2000). *Límites máximos permitidos para residuos tóxicos y recuento microbiológico para los productos y subproductos de la pesca, para el consumo humano*. Decreto Ejecutivo N° 29210-MAGMEIC-S. 28 dic. N° 249
- LOUGOVOIS, V.P., KYRANAS, E.R. and KYRANA, V.R. (2003). Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced

- gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Res. Int.*, 36, 551-560.
- MAZORRA, M.A. PACHECO, R. DÍAZ, E.I. y LUGO, M.E. (1998). Comportamiento Post-captura de Músculo de Barrilete Negro (*Euthynnus Lineatus*), Bajo Condiciones óptimas de Conservación. *Rev. Ciencia y Mar*, II(4), 39-43.
- OKUMA, H. TAKAHASHI, H. YAZAWA, S. and SEKIMUKAI, S. (1992). Development of a system with double enzyme reactors for the determination of fish freshness. *Analytical Chemical Acta*. 260, 93-98.
- ÓLAFSDÓTTIR, G., NESVADBA, P., DI NATALE, C., CARECHE, M., OEHLENSCHLÄGER, J., TRYGGVADÓTTIR, S., SCHUBRING, R., KROEGER, M., HEIA, K., ESAIASSEN, M., MACAGNANO, A., JORGENSEN and BO, M. (2004). Multisensor for fish quality determination. *Trends Food Sci. Tech.*, 15, 86.
- SAITO, T., ARAI, K. y MATSUYOSHI, M. (1959). A New Method for stimating the freshness of fish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 24, 749.
- TOME, E., IGLESIAS, M. KODAIRA, M. Y GONZÁLEZ, A. (2000). Efecto de la Temperatura de Almacenamiento en el Rigor Mortis y en la Estabilidad de la tilapia (*oreochromis spp.*) cultivada. *Rev. Cient. FCV-LUZ*, X(4), 339-345.
- VALLS, J. y PAREDES A. (2010). Caracterización física y química de la sardina (*Sardinella aurita*). *Rev. Cient. FCV-LUZ*, XX (5), 546-554.
- VALLS, J. y DELGADO A. (2000). Evaluación de los productos de degradación del ATP en Sardina (*Sardinella aurita*) durante su almacenamiento en hielo. *Rev. Cient. FCV-LUZ*, X (5), 383-290.