



CONTENIDO DE HISTAMINA Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE PESCADO COMERCIALIZADO EN MAZATLÁN, SINALOA

HISTAMINE CONTENT AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FISHES COMERCIALIZED IN MAZATLÁN, SINALOA

Guillermo Barba Quintero^{*1}, José Alberto Ramírez De León², Juan Antonio Cortés Ruiz¹, Irma Lorena Sánchez Humaran¹, Jorge Ricardo Ruelas Inzunza¹ y Jesús Martín Moreno Hernández¹.

¹Instituto Tecnológico de Mazatlán, Corsario I # 203 Colonia Urias Mazatlán, Sinaloa, 82100, México.

²División de Posgrado e Investigación, Dirección General de Innovación Tecnológica, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria Tamaulipas, México.

RESUMEN

En México el pescado se vende fresco- enhielado en diferentes sitios de venta, pero no se cuenta con un control permanente de la calidad sanitaria por parte de las autoridades. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de histamina y la calidad microbiológica de las especies sierra del Pacífico, lisa y dorado, comercializados en el puerto de Mazatlán, Sinaloa, México. Se determinó la composición química proximal y el contenido de nitrógeno no proteico. La calidad microbiológica se evaluó determinando la presencia de mesófilos aerobios y bacterias descarboxiladoras de histidina. La histamina se cuantificó por fluorimetría y espectrofotometría. El valor máximo de mesófilos aerobios fue $5,9 \pm 1$ (\log_{10} UFC/g), inferior al límite máximo establecido en la NOM-027-SSA1-1993. La concentración máxima de histamina fue $7,8 \pm 2,8$, $7,9 \pm 2,8$ y $9,9 \pm 4,0$ mg/kg para sierra, lisa y dorado respectivamente. La prueba de bacterias descaboxiladoras de histidina fue positiva en todos los casos. Se concluye que estas tres especies de pescado no representaban un riesgo para la salud del consumidor. Se recomienda implementar buenas prácticas de higiene y sanidad para reforzar la condición inocua de este tipo de alimento.

PALABRAS CLAVE: Histamina, bacterias, dorado, lisa, sierra

ABSTRACT

In Mexico the fish is sold as iced-fresh at different retail sites, but do not has permanent control of the sanitary quality of this food by the authorities. The aim of this study was to evaluate the histamine content and microbiological quality of fish species, sierra Pacific, lisa and mahimahi traded at the port of Mazatlan, Sinaloa, Mexico. The proximate chemical composition and non-protein nitrogen content were quantified. The microbiological quality was evaluated by determining the presence of aerobic mesophilic bacteria, and histidine decarboxilant bacteria. Histamine was quantified by fluorometry and spectrophotometry. The maximum aerobic plate counts was 5.9 ± 1 (\log_{10} UFC/g), below the maximum established in NOM-027-SSA1-1993. The maximum concentration of histamine was 7.8 ± 2.8 , 7.9 ± 2.8 and 9.9 ± 4.0 mg / kg for sierra, lisa and mahimahi respectively. The test for histidine decarboxilase bacteria was positive in all cases. It was concluded that the three fish species did not represent a health risk for consumers. It is recommended to have good sanitary practices to reinforce the innocuous condition of this type of food.

KEYWORDS: Histamine, bacterias, mahimahi, lisa, sierra

INTRODUCCIÓN

El pescado y los mariscos son parte fundamental de una dieta saludable, sus proteínas cubren las necesidades nutrimentales de quien las consume sin importar la edad (CONAPESCA, 2009). Sin embargo, también destaca su naturaleza perecedera y en consecuencia la susceptibilidad al deterioro por la acción bacteriana (Pérez, 1985), por lo tanto requieren una estricta aplicación y control de las buenas prácticas de manejo durante su captura, distribución, comercialización y consumo, a fin de evitar que se incorporen o se incrementen las bacterias específicas del deterioro en general y en particular las productoras de histamina (López-Sabater et al., 1995; Taylor, 1986; Staruszkiewics et al., 2004).

La contaminación del pescado con histamina se debe a su mal manejo y a la producción de histamina por acción bacteriana (Hungerford, 2010). Aunque no se conoce del todo el papel de la histamina como "toxina" de alimentos marinos en el envenenamiento escombroide, es útil su detección y el cumplimiento de los niveles de tolerancia para propósitos de control. Se sabe que otras especies de pescado que no pertenecen a los escómbridos, como el dorado (*Coryphaena* spp) (Kim et al., 2002; Staruszkiewics et al., 2004), sardina (*Sardinella* spp) (Pacheco-Aguilar et al., 1998, Shakila et al., 2005) y anchoveta (*Engraulis* spp) (Lee et al., 2005) entre otras, también están implicadas en esta problemática, debido a que son especies con altos niveles de histidina libre (Taylor, 1986; Hwang et al., 2003).

En Mazatlán destacan por su producción, comercialización y consumo la sierra (*Scomberomorus* sierra), lisa (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) y el dorado (*Coryphaena hippurus*). La época de captura de sierra, es de noviembre a julio, aunque abundan más entre los meses de febrero y abril (Ruiz-Durá, 1993). El volumen de su producción nacional en el período 2000–2009, fue de 12315 ± 1199 t, y esta posicionada en el lugar 14 de la producción de especies marinas en México, re-

gistrando una tasa media de crecimiento anual de producción de 1,39% (CONAPESCA, 2009).

Las especies de lisa (familia Mugilidae) tienen una distribución amplia en los litorales de México y constituyen recursos importantes de la pesca ribereña en sistemas lagunares, bahías y esteros en la costa del Pacífico Mexicano (Ramos et al., 2010). *M. cephalus* Linnaeus, 1758, se encuentra en todo el mundo, en aguas templadas y tropicales, y se distribuye en el Pacífico americano desde el Golfo de California hasta Perú, incluyendo las islas Galápagos (McDonough et al., 2003). El volumen de producción nacional para el periodo 2000–2009 fue de 8785 ± 764 t. En cuanto a la producción de especies marinas en México se encuentra posicionada en el lugar 18, con una tasa media de crecimiento anual de -1,05% (CONAPESCA, 2009).

La familia Coryphaenidae a la cual pertenecen los peces comúnmente llamados dorados, comprende un solo género *Coryphaena* (Linnaeus), con dos especies reconocidas; *Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis*. Son especies de captura importante junto con los picudos en la pesca deportiva (DOF, 2007) y soportan capturas comerciales (pesca ribereña). Debido a las tasas de crecimiento y de conversión de alimento elevadas que posee esta especie, se le ha considerado como un prospecto para su desarrollo en acuicultura (Tripp-Valdez, 2005). Por lo anterior, no se cuenta con registros de producción nacional; sin embargo, destaca el interés por parte del sector social en general y de pescadores ribereños en particular, de impulsar la explotación comercial de dicha especie (Cárdenas, 2011)

Las buenas prácticas de manejo post-captura de los recursos pesqueros en general y de estas especies en particular, se refieren al control de la temperatura (uso de hielo), y al control de las condiciones higiénico-sanitarias (desde su captura hasta su consumo). Una pérdida de control en los puntos antes expuestos, propicia la aceleración de los cambios post-mortem y la presentación pre-

matura de signos de descomposición, debidos a la acción enzimática endógena, lo que se refleja en cambios sensoriales, de composición y pH, así como en la formación de aminas biogénicas (histamina, tirosina, putrescina, cadaverina, entre otras) que pueden repercutir en la salud de los consumidores. De estas aminas biogénicas destaca la histamina, por sus demostradas implicaciones en la salud de los consumidores, aún a dosis de ingesta bajas (Shalaby, 1996; Delgado et al., 2000).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido de histamina y la calidad microbiológica de sierra del pacífico (*Scomberomorus sierra*), lisa (*Mugil cephalus*) y dorado (*Coryphaena hippurus*) expendidos en diferentes lugares de Mazatlán, Sinaloa, México, evaluando el riesgo de formación de histamina durante su comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las especies seleccionadas fueron lisa (*Mugil cephalus*), sierra (*Scomberomorus sierra*) y dorado (*Coryphaena hippurus*). Se adquirieron semanalmente durante 10 semanas consecutivas, un kg de filete de cada una de las tres especies en dos puntos de venta: un embarcadero y un mercado, establecidos en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, México. Las muestras se adquirieron en el transcurso de la mañana en las condiciones habituales en las que lo hace un consumidor. Una vez adquiridas las muestras, se introdujeron a una hielera con hielo en abundancia y se mantuvieron enhieladas hasta su análisis por duplicado en el laboratorio de especialidades (alimentos) del Instituto Tecnológico de Mazatlán.

Recuento total de mesófilos aerobios

Se empleó el procedimiento descrito en la NOM-092-SSA1-1994 "Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa". Se extrajeron de manera aséptica 10 g de filete de cada especie de pescado, se homogeneizaron a alta velocidad (1 min) con 90 mL de solución estéril de fosfato de potasio 0,05 M (pH 7). Los homogeneizados se diluyeron con solución de fosfato estéril para obtener las

diluciones correspondientes. Se tomó 1 mL de alícuota y se vertió en caja Petri estéril adicionando 15 mL de agar para cuenta en placa de mesófilos aeróbicos (APC) (disco, Detroit, MI, USA). Las cajas Petri se incubaron a 35 °C por 48 h y se realizó el conteo de bacterias. El número de bacterias se expresó como log₁₀ de unidades formadoras de colonias (UFC/g).

Bacterias descarboxiladoras

Para determinar la presencia de bacterias descarboxiladoras de histidina, se empleó la técnica de estría en placa de acuerdo con Niven et al. (1981). Se pesaron 10 g de muestra y se homogeneizaron en una solución reguladora de fosfatos (NOM-110-SSA1-1994). Se sembraron las colonias aisladas del medio APC por estría en agar de soya tripticaseína suplementada con 0,1 % de histidina-HCl (Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo.) y se incubaron a 37 °C por 24 h. Las colonias aisladas se sembraron por estría en medio Niven's (triptona, extracto de levadura, L-histidina-2 HCl, NaCl, CaCO₃, agar y púrpura de bromocresol al 0,5, 0,5, 2,7, 0,5, 0,1, 2,0 y 0,006 % respectivamente). Se incubaron a 37 °C/72 h, se examinaron las placas verificando la presencia de colonias formadoras de histamina, al variar el color del medio de amarillo a púrpura, lo cual indica un incremento en el pH y así una reacción positiva.

Histamina

Para determinar y cuantificar histamina se empleó el método fluorométrico (977.17) de la AOAC (2002) y un método espectrofotométrico propuesto por Patange et al. (2005) con pequeñas modificaciones.

Método fluorométrico. Se homogeneizaron muestras de 10 g en 50 mL de metanol (Oster-4172, Newark, NJ, USA) y se calentaron a 60 °C por 15 min en baño María. El volumen del extracto de metanol se ajustó a 100 mL en un matraz volumétrico con metanol, Se filtró el extracto (papel Whatman No. 1) y se pasó por una columna de intercambio iónico (200 x 7 mm empacada con Dowex 1-X8) y

se eluyó con agua. El líquido eluido de la columna se derivatizó con OPA y se determinó la intensidad de la fluorescencia con un fluorómetro (Quantech-FM109535, Barnstead Thermolyne Corp, Dubuque, IA, USA), con longitudes de onda de 350 y 444 nm para la excitación y emisión respectivamente.

Método espectrofotométrico. Se transfirieron 5 g de muestra y 20 mL de solución salina (NaCl al 0,85%) en un tubo para centrifuga de 75 mL, homogeneizando (2 min) usando un procesador de alimentos (Oster-4172, Newark, NJ, USA) y centrifugando a 5000 x g durante 20 min a 4 °C. Se diluyó el sobrenadante hasta 25 mL con solución salina. Se diluyó 1 mL del extracto con 2 mL de solución salina y 0,5 g de mezcla de sales (conteniendo 6,25 g de sulfato de sodio anhidro con 1 g de fosfato trisódico monohidratado). La mezcla se agitó vigorosamente en un vortex (Genie 2, modelo S-7350-1, Scientific Industries, Inc., Bohemia, NY, USA) por 2 min. Se agregaron 2 mL de n-butanol y se agitó fuertemente durante 1 min, dejando reposar la solución por 2 min. Posteriormente se centrifugó a 3100 x g durante 10 min. Se tomó 1 mL de la capa superior de butanol y se transfirió a un tubo limpio y seco, evaporándose a sequedad usando una corriente de nitrógeno. El residuo se disolvió en 1 mL de agua destilada y se agregó la solución reactiva compuesta por 5 mL de solución de carbonato de sodio al 1,1% y 2 mL de la siguiente solución: en baño de hielo, se mezclaron 1,5 mL de ácido sulfanílico 0,9% peso/volumen en ácido clorhídrico 4% con 1,5 mL de nitrito de sodio al 5% peso/volumen. Después de 5 min se agregaron 6 mL de nitrito de sodio al 5%, se reposó la solución 5 min y se aforó hasta 50 mL con agua destilada. Se dejó reposar por 5 minutos y se midió la absorbancia a 496 nm en un espectrofotómetro (Hach DR/2000, Loveland, CO, USA). La concentración de histamina en la muestra se calculó mediante una curva de calibración usando un estándar de histamina.

Composición proximal

Se determinó el contenido de humedad, lípidos, proteínas, nitrógeno no proteico y cenizas,

siguiendo las metodologías recomendadas por Woyewoda et al. (1986).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, con comparación múltiple de medias por la prueba de Tukey ($p < 0.05$), usando el paquete estadístico Sigma Plot 11.0, Systat Software, Inc. para plataforma Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la calidad química y microbiológica de dos puntos de venta tradicionales en Mazatlán para la compra de pescado, un mercado y un puesto en un embarcadero. En ambos sitios se comercializa el pescado como fresco-enhielado. Sin embargo es difícil para el consumidor establecer la calidad sanitaria del producto y su potencial intoxicación por histamina, debido a que este tipo de riesgo se asocia con un mal manejo del alimento, ya sea por contaminación o manejo inadecuado de la temperatura de almacenamiento.

Composición proximal

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis proximal (humedad, cenizas, lípidos, proteína neta y nitrógeno no proteico) para dorado, lisa y sierra. Las tres especies presentaron una composición similar de humedad, lípidos, proteínas y cenizas, independientemente del sitio en donde fueron adquiridos. El contenido de proteína fue alto, variando entre 14 y 15%. El contenido promedio de lípidos en las tres especies varió entre 2,7 y 5,8%, no encontrándose diferencia significativa. Este contenido de lípidos indica que las tres especies son semigrasas, por lo que pueden considerarse una importante fuente de lípidos, que en el caso de los peces se consideran fuente de ácidos grasos omega 3 y omega 6, asociados con efectos benéficos a la salud.

El contenido promedio de compuestos nitrogenados no proteicos (NNP) fue moderadamente elevado en todos los peces y no se encontró una

Tabla 1. Composición proximal de los filetes de pescado.
Table 1. Proximal composition of fish fillets.

| Especie | Comercio | Humedad | Cenizas | Lípidos | Proteína neta | Nitrógeno no Proteico |
|---------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Dorado | Embarcadero | 77,6±1.0 ^a | 1,6±0.1 ^a | 2,7±1.7 ^a | 14,1±1.0 ^a | 0,53±0,06 ^a |
| Dorado | Mercado | 76,1±2.4 ^a | 1,2±0.6 ^{ab} | 3,9±0.7 ^a | 14,9±1.7 ^a | 0,50±0,08 ^a |
| Lisa | Embarcadero | 76,7±1.8 ^a | 1,0±0.8 ^{ab} | 4,0±1.4 ^a | 13,9±1.4 ^a | 0,57±0,07 ^a |
| Lisa | Mercado | 77,2±0.7 ^a | 0,9±0.7 ^{ab} | 4,4±0.6 ^a | 14,1±0.8 ^a | 0,49±0,10 ^a |
| Sierra | Embarcadero | 74,7±1.5 ^a | 1,1±0.4 ^{ab} | 5,8±2.1 ^a | 14,7±1.2 ^a | 0,54±0,03 ^a |
| Sierra | Mercado | 75,7±1.8 ^a | 1,0±0.4 ^b | 4,6±0.5 ^a | 15,0±1.2 ^a | 0,45±0,07 |

Distintos superíndices indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies de pescado y lugar de adquisición (columna). Valores promedio y desviación estándar del análisis de 10 muestras analizadas por duplicado.

diferencia significativa entre especies o lugar de venta. Los compuestos nitrogenados no proteicos son compuestos, solubles en agua, de bajo peso molecular, que incluyen aminoácidos libres, péptidos, compuestos guanidino, nucleótidos, urea y compuestos cuaternarios de amonio. Estos compuestos contribuyen al deterioro de los alimentos marinos frescos, ya que sirven de sustrato para los organismos típicos de la alteración, quienes convierten componentes del NNP en bases volátiles originando olores desagradables (Finne, 1992; Huss, 1999). El nitrógeno no proteico constituye en los teleosteos entre un 9 y 18% del nitrógeno total (Huss, 1999).

Mesófilos aerobios

La calidad microbiológica de los pescados analizados se muestra en la Tabla 2. El contenido de mesófilos varió en un rango comprendido entre 3 y 6 log₁₀ UFC/g con una calidad promedio de 5,2 a 5,9 log₁₀ UFC/g sin encontrarse diferencia estadística significativa entre especies y sitio de venta. El amplio rango en la cuenta microbiológica reportada está asociado con variaciones en la higiene en el proceso y el manejo de la temperatura del pescado posterior a su captura y previo a su venta en cada uno de los sitios de muestreo a lo largo de las 10 semanas que duró el estudio. En el dorado (*Coryphaena hippurus*), la carga más elevada se presentó en el séptimo muestreo en el mercado, con un valor de 6,14 (log₁₀ UFC/g). En la lisa

(*Mugil cephalus*), la cuenta de mesófilos más alta se obtuvo en el segundo muestreo en el mercado con un valor de 6,62 (log₁₀ UFC/g). En el caso de la sierra, el valor más alto de mesófilos fue de 6,87 (log₁₀ UFC/g), obtenido en el quinto muestreo en el embarcadero. Estos resultados son comparables a los reportados por Izquierdo et al. (2001) quienes reportaron una cuenta total de mesófilos aerobios de 6,62, 5,69 y 5,62 (log₁₀ UFC/g), para armadillo, bocachica y lisa respectivamente.

En México, la NOM-027-SSA1-1993 establece como límite máximo permisible 7 log₁₀ UFC/g de mesófilos aerobios para pescado fresco. Los resultados encontrados en este estudio permiten establecer que en ambos puntos de venta, se expone un pescado que cumple con este criterio

Tabla 2. Recuento total de mesófilos aerobios (log UFC/g) en dorado, lisa y sierra.

Table 2. Total count of aerobic mesophiles (log UFC/g) for mahimahi, lisa and sierra

| Especie | Sitio de Muestreo | Log UFC/g |
|---------|-------------------|----------------------|
| Dorado | Embarcadero | 5,6±0,5 ^a |
| | Mercado | 5,2±1,1 ^a |
| Lisa | Embarcadero | 5,5±1,0 ^a |
| | Mercado | 5,7±1,1 ^a |
| Sierra | Embarcadero | 5,9±1,0 ^a |
| | Mercado | 5,5±1,1 ^a |

Distintos superíndices indican diferencia significativa ($P < 0,05$) entre especies de pescado y lugar de adquisición (columna). Valores promedio y desviación estándar del análisis de 10 muestras analizadas por duplicado

microbiológico. Sin embargo, es importante señalar que los pescados se encontraban muy cerca de los límites máximos permitidos y por lo tanto cercanos a constituir en un riesgo sanitario.

Es importante considerar que las normas internacionales suelen ser más estrictas en cuanto a los límites permisibles de contaminación. La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF, por sus siglas en inglés) establece un límite de 6 (log₁₀ UFC/g). En tanto que la Asociación Americana de Salud Pública (APHA, por sus siglas en inglés), establece 5 (log₁₀ UFC/g). Considerando estas normas la calidad sanitaria del pescado que se comercializa en Mazatlán presentaría muy baja calidad microbiológica y estaría cercano a representar un riesgo sanitario. Por lo que es importante reforzar el manejo higiénico del pescado entre los comerciantes especializados.

Histamina

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos en la cuantificación de histamina para cada especie. Se observó una diferencia en la capacidad de detección de histamina entre los dos métodos analíticos evaluados. El método fluorométrico presentó una mayor capacidad de detección de

Tabla 3. Concentración de histamina en filetes de dorado, lisa y sierra

Table 3. Histamine concentration in mahimahi, lisa and sierra filets

| Especie | Sitio de Muestreo | Concentración de Histamina (ppm) | |
|---------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | Fluorometría | Espectrofotometría |
| Dorado | EMB | 9,9±4,0 ^a | 6,3±1,3 ^a |
| | MER | 9,7±6,0 ^a | 5,8±1,2 ^a |
| Lisa | EMB | 7,9±2,8 ^a | 3,3±1,5 ^b |
| | MER | 6,9±2,5 ^a | 2,9±0,8 ^b |
| Sierra | EMB | 7,8±2,8 ^a | 4,0±1,1 ^{ab} |
| | MER | 7,4±2,3 ^a | 4,4±2,0 ^{ab} |

Distintos superíndices indican diferencias significativas (P<0.05) entre especies de pescado y lugar de adquisición (columna).

Valores promedio y desviación estándar del análisis de 10 muestras analizadas por duplicado.

histamina, encontrándose valores promedio que variaron entre 6,9 y 9,9 ppm sin detectarse diferencia significativa (p<0,05) entre especies o sitios de venta. Los resultados obtenidos usando el método espectrofotométrico variaron entre 2,9 y 6,3 ppm de histamina, con un contenido significativamente menor (p<0,05) en la lisa en relación a las otras especies.

Los valores elevados de las desviaciones estándar, se deben a la variabilidad en la calidad sanitaria de los pescados analizados y obedece a una mala estandarización en el manejo del producto, desde su captura, manejo postmortem (eviscerado, fileteado, enjuagado, enfriado) y almacenamiento enhielado.

Los resultados obtenidos señalan que los pescados analizados mostraron valores de histamina muy por debajo de las 100 ppm que es el límite establecido en México por la NOM-242-SSA1-2009. Este valor límite es el que establece también la Unión Europea (91/493/ECC). Se cumple también con el límite de 50 ppm establecido por la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (USFDA) (Lampila y Tom, 2009). Sin embargo la presencia de histamina en el producto concuerda con la presencia de números elevados de mesófilos aerobios y es indicativo de que el pescado no se maneja adecuadamente.

La diferencia en la capacidad de detección de histamina por diferentes métodos analíticos ha sido reportada en la literatura científica. En el presente trabajo el método espectrofotométrico subestimó la concentración de histamina en un 36 a 58% con respecto al método fluorométrico. A este respecto Ben-Gigirey et al. (1998), reportaron que el método fluorométrico de la AOAC detectó concentraciones inferiores de histamina comparado con el método enzimático, pero ambos métodos presentaron una buena correlación (R² = 0,829). En otro estudio (Patange et al., 2005), los valores obtenidos de la concentración de histamina en atún fueron en general más bajos que los obtenidos por

el método HPLC descrito por Ozogul et al. (2002).

La baja capacidad de detección del método espectrofotométrico podría estar asociado con la presencia de compuestos que interfieran en la cuantificación de histamina bajo las condiciones en las que fueron analizadas. Patange et al. (2005), señalaron que la tiramina es una de las aminas que interfiere en la estimación cuantitativa de histamina, aunque consideran que su relevancia es mayor en el caso de producto en deterioro o en el caso de pescado seco-salado, que presentan mayor contenido de tiramina que el pescado fresco.

Los valores de histamina determinados en este estudio para dorado, lisa y sierra concuerdan con los valores reportados en la literatura científica para pescados almacenados en condiciones de refrigeración, bajo condiciones no controladas adecuadamente, ya que la variación de la temperatura induce incrementos en el nivel de histamina. Paleologos et al. (2004), reportaron que la cantidad de histamina en robalo (*Dicentrarchus labrax*) fue de 2,7 ppm almacenada en hielo después de 16 días de almacenamiento. En cambio, Torres et al. (2000), reportaron que la concentración de histamina en corvina (*Cynoscion maracaiboensis*) pasó de 10,3 ppm a 16,1 ppm después de 48 h de almacenamiento a 4 °C, y de 10,4 a 20,1 ppm, después de 48 h a 10 °C. En otro estudio Torres et al. (2003), reportaron que el nivel de histamina en lisa (*Mugil curema*) pasó de 10,0 a 115,2 ppm después de 72 horas de almacenamiento a 4 °C y de 10,0 a 156,7 después de 72 horas de almacenamiento a 10 °C. En macarela (*Rastrelliger kanagurta*) el contenido de histamina incrementó de 2,5 a 75 ppm después de 24 horas a 30 °C, mientras que en atún (*Euthynnus affinis*) aumentó de 1,8 a 51,3 ppm en las mismas condiciones de almacenamiento (Patange et al. 2005). Por su parte Millan et al. (2003), no encontraron histamina en lisa (*Mugil curema*) después de 48 h a 0 °C, pero el nivel aumentó a 6,6 ppm después de 48 h a 6 °C, y hasta 502 ppm después de 48 h a 25 °C.

El nivel de histamina producido está in-

fluenciado por la temperatura de almacenamiento, pero depende fuertemente de los microorganismos presente. Kim et al. (2002) estudiaron la producción de histamina por *Morganella morganii* en macarela (*Scomber japonicus*), dorado (*Coryphaena hippurus*), albacora (*Thunnus alalunga*) y salmón (*Oncorhynchus kisutch*), encontrando que la formación de histamina solo fue controlada en condiciones de congelación.

En el presente estudio el contenido de mesófilos aerobios mostró una baja correlación con la concentración de histamina medida por fluorimetría ($R^2=0,251$) y espectrofotometría ($R^2=0,201$), mientras que Behling and Taylor (1982), encontraron un $R^2= 0,411$, determinando la histamina por fluorimetría. El contenido de histamina está asociado con la contaminación microbiana. Sin embargo, es determinante que en la flora microbiana, estén presentes bacterias formadoras de histamina y existan las condiciones para su desarrollo (Kim et al., 2002; Guillén-Velasco et al., 2004).

Bacterias formadoras de histamina

En el presente estudio todas las muestras analizadas dieron positivo para la prueba de Niven, lo cual se manifiesta mediante el cambio de color del medio de cultivo de amarillo-verdoso a morado, debido a la descarboxilación de la histidina. Estos resultados concuerdan con la presencia de histamina encontrada en todas las muestras analizadas.

La presencia de histidina en el músculo de pescado es un factor determinante para la formación de histamina. A este respecto, se ha reportado que de acuerdo con la composición de aminoácidos para 12 especies de pescado (incluyendo la lisa), el potencial de histidina que se encuentra formando parte de las proteínas está en promedio alrededor de las 11000 ppm (Izquierdo et al., 2001). La histidina puede ser liberada por acción de proteasas endógenas y exógenas provenientes de microorganismos contaminantes. La histidina libre constituye el sustrato de la enzima histidina

descarboxilasa producida por las bacterias presentes para generar la histamina.

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que el pescado que se expende en Mazatlán puede tener baja calidad sanitaria, por lo que el comprador debe consumir de inmediato el pescado o en su defecto, almacenarlo en congelación para evitar que se deteriore microbiológicamente o se eleve la concentración de histamina.

CONCLUSIONES

El pescado evaluado en el presente estudio tiene alta aceptación en la región, pero la calidad microbiológica y química no es la óptima. La carga microbiológica de mesófilos aerobios se encontró ligeramente por debajo de los límites establecidos por la NOM-027-SSA1-1993. Los filetes de las tres especies estudiadas: dorado, lisa y sierra, presentaron histamina y dieron positivo para la presencia de microorganismos formadores de histamina. No obstante los niveles de concentración de histamina encontrados en los filetes durante el periodo de estudio, no representaron un peligro para la salud de los consumidores; y no rebasaron los límites máximos permisibles en México (NOM-242-SSA1-2009), ni los establecidos para el mercado norteamericano y europeo.

Es necesario reforzar el manejo higiénico del pescado entre el personal encargado de su captura, manejo, almacenamiento y comercialización, con un enfoque principal en la contaminación microbiana y el manejo del producto enhielado para disminuir la carga microbiana y reducir el riesgo de intoxicación alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) por el financiamiento de este proyecto (Clave 241309-P).

REFERENCIAS

AOAC. 2002. Official Method 977.17. Método fluorométrico: análisis de histamina. AOAC II. (35), 17-19 pp.

Behling A.R. and Taylor S.L., 1982. Bacterial histamine production as a function of temperature and time of incubation. *Journal of Food Science*. 47: 1311-1314.

Ben-Gingirey, B., Craven, C. y An, H. 1998. Histamine formation in albacore muscle analyzed by OAC and enzymatic methods. *Journal of Food Science*. 63(2): 210-214.

Cárdenas, R. 2011. La polémica se apropia del foro de pesca. Organizaciones exigen a legisladores la liberación del dorado a la pesca comercial. *El Debate*, Mazatlán. 24 de Septiembre de 2011.

CONAPESCA, 2009. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2009. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México

Delgado, A., Valls, J. y Tomé, E. 2000. Evaluación de aminas biogénicas, microbiológica y sensorial de sardina (*Sardinella aurita*) durante su almacenamiento en hielo. *Revista Científica FCV-LUZ*. Venezuela. 10(6): 494-502.

DOF. 2007. Ley general de pesca y acuicultura sustentables. *Diario Oficial de la Federación*, del día 24 de Julio de 2007.

Finne, G. 1992. Non-Protein Nitrogen Compounds in Fish and Shellfish. En "Advances in Seafood Biochemistry. Composition and Quality". George J. Flick, Jr. y Roy E. Martin (Ed). Technomic Publishing Co. Inc. 393-401.

Guillén-Velasco, S., Ponce-Alquicira, E., Farrés-González, A. y Guerrero-Legarreta, I. 2004. Histamine Production by Two Enterobacteriaceae Strains Isolated from Tuna (*Thunnus thynnus*) and Jack Mackerel (*Trachurus murphyi*). *International Journal of Food Properties*. 7(1): 91-103.

Hungerford, J. 2010. Scombroid poisoning: A review. *Toxicol*. 56: 231-243.

Huss, H. 1999. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Documento Técnico de Pesca 348. Laboratorio Tecnológico Ministerio de Pesca Dinamarca.

Hwang, B., Wang, J. and Choong, Y. 2003. A rapid gas chromatographic method for the determination of histamine in fish and fish products. *Food Chemistry*, 82: 329-334.

Izquierdo, P., Allara, M., Torres, G., Fernández, A., Paulinkevicius, M. y Fuenmayor, J. 2001. Bacterias productoras de histamina en tres especies de pescado. *Revista Científica, FCV-LUZ* 11 (5):431-435.

- Kim, S.H., Price, R.J., Morrisey, M.T., Field, K.G., Wei, C.I. y An, H. 2002. Histamine production by *Morganella morganii* in marckerel, albacore, mahi-mahi, and salmon at various storage temperatures. *Journal of Food Science*. 67(4): 1522-1528.
- Lampila, L. y Tom, P. 2009. Compendium of fish and fishery product processing methods, hazards and controls. Chapter 27. Scombrototoxin (histamine) formation. National Seafood HACCP Alliance for Training and Education. <http://seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/Chapt27.htm#Top>
- Lee, H., Kim, S., Wei, Ch, Jun, S.H., Eun, J. y An, H., 2005. Histamine and other biogenic amines and bacterial isolation in retail canned anchovies. *Journal of Food Science*. 70(2): C145-C150.
- López-Sabater, E., Mora-Ventura, M., Rodríguez-Jeréz, J. y Pix, S. 1995. Bacteriological quality of tuna fish (*Thunnus thynnus*), destined for canning: effect of tuna handling on presence of histidina decarboxylase bacteria and histamine level. *Journal of Food Protection*. 57(4): 318-332.
- McDonough, C., Roumillat, W. y Wenner, C. 2003. La fecundidad y la temporada de desove de la lisa rayada (*Mugil cephalus*) en estuarios de Carolina del Sur. *Boletín de la pesca*. 101: 822-834 pp.
- Millan, R., Izquierdo, P., Allara, M., Torres, G., García, A. y Barboza, Y. 2003. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad microbiológica y la producción de histamina en lisa (*Mugil curema*). *Revista científica FCV-LUZ. Venezuela*. 13(5): 339-346.
- Niven, C., Jeffrey, M. y Corlett, D. 1981. Differential plating medium for quantitative detection of histamine-producing bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 41(1): 321-322.
- NOM-027-SSA1-1993. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Norma Oficial Mexicana.
- NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Norma Oficial Mexicana.
- NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Norma Oficial Mexicana.
- NOM-242-SSA1-2009. Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. Norma Oficial Mexicana.
- Ozogul, E., Taylor, K. D .A., Quantick, P. y Ozogul, Y. 2002. Changes in biogenic amines in herring stored under modified atmosphere and vacuum pack. *Journal of Food Science*. 67(7): 2497-2501.
- Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M.E., Villegas-Ozuna, R.E. y Robles-Burgueño, R. 1998. Histamine quantification in Monterey sardine muscle and canned products from Northwestern Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis* 11:188-195.
- Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N. y Kontominas, M.G. 2004. Biogenic amines formation and its relation to microbiological and sensory attributes in ice-stored whole, gutted and filleted Mediterranean Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Food Microbiology*. 21: 549-557.
- Patange, S.B., Mukundan, M.K. y Ashok-Kumar, K., 2005. A simple and rapid method for colorimetric determination of histamine in fish flesh. *Central Institute of Fisheries Technology, India., Food Control*, 16: 465-472.
- Pérez, L. 1985. Higiene y control de los productos de la pesca. CECSA. México. 200 pp.
- Ramos E., Aarón H., Labastida A. y Gómez R., 2010. Reproducción y madurez gonádica de la lisa (*Mugil cephalus*) en costas de Oaxaca y Chiapas. *Ciencia Pesquera*. 18(1): 14.
- Ruiz-Durá, M. F. 1993. Recursos pesqueros de las costas de México. Su conservación y manejo socioeconómico. Limusa, México. 208 pp.
- Shakila, R. J., Jeyasekaran, G., Princy Vyla, S. A. y Kumar, R. A. 2005. Effect of delayed processing on changes in histamine and other quality characteristics of 3 commercially canned fishes. *Journal of Food Science*. 70(1): M24-M29.
- Shalaby A. R. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*. 29(7): 675-690.
- Staruszkiewics, W., Barnett, J., Rogers, P. Brenner, R., Wong, L. y Cook, J. 2004. Effect of on-board and dockside handling on the formation of biogenic amines in mahimahi (*Coryphaena hippurus*), skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacores*). *Journal of Food Protection*. 67(1): 134-141.
- Taylor, S. L. 1986. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. *Critical Review Toxicology*. 17, 91-128.

- Torres, G., Izquierdo, P., Allara, M. y García, A. 2003. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el crecimiento de bacterias productoras de histamina en dos especies de pescado: lisa (*Mugil curema*) y róbalo (*Centropomus undecimalis*). Revista Científica Facultad de Veterinaria, Universidad de Zulia. 9(4):263-268
- Torres G., Izquierdo P., Márquez E., Sánchez E. y Barboza Y. 2000. Efecto de la temperatura y el tiempo sobre la carga microbiana, concentración de histidina libre y producción de histamina en el músculo de la corvina (*Cynoscion maracaiboensis*). Revista Científica FCV-LUZ. Venezuela. 10(2):130-135
- Tripp-Valdez, A. 2005. Ecología trófica del dorado *Copriphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) en dos áreas del sur del Golfo de California. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. México. 138 pp.
- Woyewoda, A. D., Shaw, S. J., Ke, P. J., & Burns, B. G. (1986). Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Halifax, NS. Canada: Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1448. Minister of Supply and Services Canada.
- 91/493/ECC. Laying down the health conditions for the production and the placing on the market of fishery products. Council Directive. 21 July 1991. The Council of the European Communities.