

Análisis comparativo del uso de *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) y *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) en la elaboración de hamburguesas

Comparative analysis of the use of *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) and *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) in the elaboration of hamburgers

Ana Nallely Cerón-Ortiz*, Elías Castillo-Martínez*, Miguel Ángel Ángeles-Monroy**

RESUMEN

El estudio realizó un análisis comparativo de la utilización de la carne de bagre (*I. punctatus*) y carpa (*C. carpio*) para la elaboración de hamburguesas, considerando el impacto de la especie en la factibilidad de manufactura, la aceptación organoléptica, el valor nutricional, el contenido de microorganismos y el costo de las mismas. Los resultados indican que el grado de frescura de la carne y la inocuidad del proceso evitaron la presencia de microorganismos patógenos en el producto final. Asimismo, se identificó que la especie no influye en la obtención de una óptima hamburguesa, ni en su aceptación organoléptica o contenido bromatológico. El balance de materia y energía indica un mayor rendimiento de producción con la carne de *I. punctatus* debido a que registró el menor porcentaje de mermas por componentes no utilizados, lo cual proporciona una mayor cantidad de hamburguesas a un menor costo.

ABSTRACT

This study conducted a comparative analysis of catfish (*I. punctatus*) and carp (*C. carpio*) meat used for hamburger elaboration, considering fish impact on the feasibility of manufacturing, organoleptic acceptance, nutritional value, content of microorganisms and its cost. Results indicate that degree of meat freshness and safety of the process prevented pathogenic microorganism presence in the product. Also, identified that species has no influence in obtaining a best burger, nor in their organoleptic acceptance or bromatologic content. Although, matter and energy balance indicates a higher production performance of *I. punctatus* meat, due that registered the lowest percentage of unused components loss, which provides a greater amount of burgers at a lower cost.

Recibido: 7 de julio de 2015
Aceptado: 18 de abril de 2016

Palabras clave:

Pescados; hamburguesa; nutricional; organoléptico; microorganismos.

Keywords:

Fish; hamburger; nutritional; organoleptic; microorganism.

Cómo citar:

Cerón-Ortiz, A. N., Castillo-Martínez, E., & Ángeles-Monroy, M. A. (2016). Análisis comparativo del uso de *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) y *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) en la elaboración de hamburguesas. *Acta Universitaria*, 26(3), 3-13. doi: 10.15174/au.2016.881

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el consumo de alimentos de fácil adquisición y preparación con alto valor energético debido a su contenido en grasas saturadas y azúcar se extiende ampliamente (Fernández-Ramírez *et al.*, 2006). La problemática de este hecho es que su ingesta excesiva da como resultado un incremento en los índices de obesidad y en enfermedades relacionadas con ella (Frezza, Pentead, Cavassini & Borges, 2002; Olivares, Bustos, Moreno, Lera & Cortez, 2006; Uauy, Albala & Kain, 2001). En respuesta, la industria alimentaria busca diversas materias primas de origen vegetal y animal que permitan elaborar productos alimentarios que satisfagan las necesidades apremiantes de comida rápida con alto nivel proteico y bajo contenido de lípidos saturados (Delarue & Sieffermann, 2003; Russo *et al.*, 2012). En ese sentido, la carne es una de las materias primas principales que se utiliza en la industria alimentaria por ser considerada una fuente de proteína de alto

* Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. Paseo del Agrarismo núm. 2000, Carretera Mixquiahuala-Tula km. 2.5, Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, México. Tel.: (01 738) 735 40 00, ext. 116. Correo electrónico: nallec26@hotmail.com

** Departamento de Acuicultura en Aguas Continentales, Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales núm. 02. Carretera Tezontepec-Tenango km. 2.5, Tezontepec de Aldama, Hidalgo, México. Tel. (01 763) 73 756 57.

valor biológico (contiene aminoácidos esenciales para el ser humano). La carne se clasifica en roja y blanca, lo cual es relevante desde el punto de vista tecnológico y organoléptico, ya que los avances en estas áreas se enfocan principalmente en la transformación industrial de las carnes rojas y, en menor porcentaje, de las carnes blancas. Uno de los principales motivos es la diferencia en el color, ya que existe un mayor contenido de mioglobina en las fibras musculares de la carne roja, proporcionándole una tonalidad roja más atractiva para el consumidor. Sin embargo, más allá del color, algunos tipos de carne blanca registran una mejor calidad de proteína (Aguirre, De la Cruz & Rábago-Castro, 2007) y una digestibilidad más alta por el tipo de unión bioquímica presente a nivel de proteínas musculares (Fennema, 2000).

La forma en la cual se comercializa la carne, hoy en día, varía ampliamente de acuerdo con el producto; por ejemplo, las croquetas de carne o la carne para hamburguesa son un alimento elaborado principalmente con carne roja, la cual posee un adecuado contenido de proteínas y otros compuestos nitrogenados (purinas), hierro y vitaminas del complejo B, además de un alto porcentaje de grasa (Granados, Guzmán & Acevedo, 2013; Hleap & Ossa, 2013). En el mercado actual también existen hamburguesas formuladas con carne blanca como el pollo, las cuales son elaboradas con distintas tecnologías de producción (Valero-Leal *et al.*, 2008), buscando reducir el contenido de biomoléculas con alta densidad calórica. Otra fuente de carne blanca son los peces, organismos acuáticos que se obtienen mediante cultivos controlados o de las pesquerías mundiales en aguas dulces o saladas (Booman, 2010; *Food and Agriculture Organization* [FAO], 2010). La hamburguesa elaborada con carne de pescado se clasifica de acuerdo con la tecnificación durante su fabricación como un producto crudo fresco, realizado con carne molida sin piel, ni espinas, ni escamas, mezclado con diversos ingredientes, pre-cocido y congelado, con la finalidad de que mediante estos procesos adquiera características similares a la hamburguesa de carne de res (Neuman, 2001).

La carne o pulpa del pescado posee un alto contenido de proteínas, antioxidantes y ácidos grasos poli-insaturados, dependiendo de la especie (Alegría-Lertxundi, Rocandio, Telletxea, Rincón & Arroyo-Izaga, 2014). Además, el contenido del tejido esquelético también es variable y puede influir en las mermas económicas del producto (Bochi, Weber, Ribeiro, Victório & Emanuelli, 2008; García, Martín, Sanz & Hernández, 1995). En ese contexto, la carpa (*C. carpio*) y el bagre (*I. punctatus*) son peces de gran importancia comercial

en los mercados nacionales e internacionales; ambos poseen una óptima calidad nutricional, pero existen otros criterios físicos que los hacen diferentes. El bagre (*I. punctatus*) presenta un cuerpo alargado, cabeza ancha, piel lisa sin escamas y recubierta de una película resbaladiza (Mejía-Mojica, Paredes-Lira, & Beltrán-López, 2013); su carne o tejido somático es blanca, con sabor agradable, consistente y con pocas espinas fáciles de separar. Por el contrario, la carpa común (*C. carpio*) es una especie considerada en el grupo de los pescados semigrasos (Poulter & Nicolaidis, 1985), que presenta escamas y un número mayor de espinas o tejido esquelético difícil de separar (Secretaría de Desarrollo Agropecuario [SDA], 2009), lo cual puede influir en el porcentaje de mermas durante el proceso de elaboración de la hamburguesa. Las características antes descritas permiten evaluar el uso de ambas especies en la elaboración de productos procesados, como la hamburguesa, aprovechando su carne blanca y en respuesta a la creciente demanda de alimentos de origen acuático (Melgarejo & Maury, 2002; Mesa-Granda & Botero-Aguirre, 2007; Mitterer-Dalton, Queiroz, Fiszman & Varela, 2014; Narváez *et al.*, 2005).

Ante ello, en el presente estudio se realizó un análisis comparativo del impacto del uso de la carne de bagre (*I. punctatus*) y carpa (*C. carpio*) en el proceso de elaboración de hamburguesas; se consideró el aporte nutricional, la factibilidad de manufactura, el contenido de microorganismos bajo la normativa mexicana correspondiente, la aceptación organoléptica y las mermas (por tejido esquelético, escamas, cabeza, vísceras).

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis estadístico

El proceso experimental fue desarrollado en las instalaciones acuícolas del Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales Núm. 02 y en el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, bajo un diseño experimental de una variable independiente (especie de pescado) y cuatro dependientes (calidad nutricional, aceptación organoléptica, contenido microbiológico y costo de producción). Los tratamientos se identificaron como H₁: formulación con tejido muscular de bagre (*I. punctatus*) y H₂: formulación con tejido muscular de carpa (*C. carpio*). Los valores obtenidos respecto al contenido de proteínas, carbohidratos (fibrosos y no fibrosos) y lípidos, se analizaron con el paquete estadístico *Statistica 7* (*Statsoft, Austin TX US*), verificando su normalidad distributiva

(Wilk-Shapiro) y homocedasticidad de Bartlett. Posteriormente, tras comprobar que los datos cumplían ambos supuestos, se aplicó un análisis de varianza. Al registrar diferencias significativas, se aplicó una prueba *Honestly-significant-difference* (HSD) de Tukey. Los datos registrados en la aceptación organoléptica, el contenido microbiológico y los costos se expresan con estadísticos descriptivos (media aritmética, tablas de frecuencias y diagramas de costos).

Selección de la materia prima

La selección de los peces utilizados en la elaboración de las hamburguesas se realizó con base en el grado de frescura que establece la tabla Wittfogel (Ludorff, 1963) para calidad extra (rango de 18 a 20 puntos de deducción), una talla mínima de 30 cm y un peso total de 1000 g en cada una de las pruebas de elaboración de las hamburguesas, tanto de *I. punctatus* como de *C. carpio*. La valoración se basó en la puntuación otorgada a cada una de las cinco características que define la escala (superficie y consistencia; ojos; branquias; olor; calidad abdominal y órganos). Los ejemplares seleccionados se transportaron hacia el taller de cárnicos del Instituto, de acuerdo con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana para bienes y servicios, productos de la pesca, pescados frescos-refrigerados y congelados (NOM-027-SSA1-1993), así como lo establecido en la Norma Oficial Mexicana para productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados, especificaciones sanitarias y métodos de prueba (NOM-242-SSA1-2009).

Elaboración de la hamburguesa

Previamente se llevó a cabo la sanitización del área de trabajo según indica la norma de prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas (NOM-120-SSA1-1994). Enseguida se prosiguió con la limpieza del pescado: en la carpa (*C. carpio*) se eliminaron las escamas con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable previamente lavado y desinfectado con una solución de hipoclorito de sodio al 10%; en el bagre (*I. punctatus*), debido a que no posee escamas, solamente se hizo un lavado con agua corriente. Posteriormente, los pescados se evisceraron y tanto la cavidad abdominal como el resto del organismo fueron lavados con agua purificada a una temperatura de 10 °C antes de separar la carne o pulpa (tejido somático) del esqueleto u obtener el filete. El proceso de fileteado se realizó por medio de un corte en la parte posterior de la cabeza hasta sentir el espinazo y dirigiendo el cuchillo de acero inoxidable

con cuchilla lisa hacia la aleta caudal para separar el filete del esqueleto. A continuación, se comprobó que el filete estuviera libre de tejido esquelético antes de ser molido en una picadora industrial (INTERNATIONAL®, Edo. de Méx.) hasta lograr una pasta blanda, la cual se pesó en una balanza analítica con precisión de 0.0001 g (Ohaus, modelo Adventurer, NJ US), para finalmente adicionar los aditivos a través de un mezclador. La determinación de la formulación óptima se basó en los resultados obtenidos por Ramírez-Rivera *et al.* (2010) y se cuidó que las cantidades utilizadas de los diferentes ingredientes cumplieran con el aspecto legal de su uso expuesto por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que emiten recomendaciones para el consumo de aditivos mediante el *Codex Alimentarius* (tabla 1). Una vez realizada la mezcla, se dosificó en porciones de 60 g para después ser moldeadas en forma circular (diámetro de 7 cm y un grosor de 2 cm) con ayuda de una prensa manual de aluminio de 25 cm de diámetro (Tor Mex, México). Las hamburguesas se empacaron y sellaron en bolsas de polietileno de doble densidad a un vacío de 85% en una empacadora de vacío (SIPROMAC, modelo 350D, México). Posteriormente, se efectuó una pre-cocción a 94 °C durante 10 min en agua caliente, y una vez cumplido el tiempo se las sometió a un choque térmico con agua fría a 4 °C durante 1 min, procesos que forman parte de la elaboración de productos cárnicos para su cocimiento y el control de microorganismos (Pinedo & Ordóñez, 2010).

Tabla 1.
Cantidad de ingredientes utilizados en la elaboración de hamburguesas, tanto para H₁: (*I. punctatus*) como H₂: (*C. carpio*).

Ingredientes	Cantidades
Carne o pulpa del pescado	100 g
Cloruro de sodio	1.50 g
Azúcar blanca	1.10 g
Glutamato monosódico	0.50 g
Pimienta	0.40 g
Cebolla	5.00 g
Clara de huevo	15.00 g
Polifosfato de sodio	0.20 g
Galletas María	9.50 g
Soya hidratada	25.0 g
Leche en polvo	1.45 g
Ascorbato de sodio	0.1 %

Fuente: Elaboración propia.

La factibilidad de manufactura del producto final se evaluó de acuerdo con las características aplicables al producto que establece la norma de productos de la carne, carne molida y carne molida moldeada, envasadas, especificaciones sanitarias (NOM-034-SSA1-1993). También se aplicó lo establecido en la norma de productos de la pesca-porciones empanizadas y congeladas de pescado PROY-NMX-FF-086-SCFI-2011. La evaluación se basó en un sistema de deducción de puntos a partir de la base 100; para calcular la puntuación se suma el total de las deducciones aplicadas y se resta de 100 para obtener la calificación final del producto; cualquier producto valorado con menos de 80 puntos incumple esta norma.

Determinación de costos

El costo de las hamburguesas se obtuvo de acuerdo con el rendimiento obtenido en cada especie de pez, partiendo de 1000 g de materia prima, pesando el tejido obtenido después del fileteado y las mermas de cada pescado producidas en su manufactura, calculando un balance de materia y energía (Henley & Rosen, 2013). En el costo se consideró la adición de ingredientes para una formulación base de 100 g, realizando los cálculos correspondientes al peso del filete o pulpa que se aprovechó de cada especie. Se obtuvo la determinación del rendimiento final y costo unitario de hamburguesas de un peso de 60 g, similares al promedio en peso de las hamburguesas de carne de res que se ofertan en el mercado. Para ello, se incluyeron los precios de referencia en pesos mexicanos del 2014, tanto para los pescados en fresco como para los aditivos empleados en la formulación de la hamburguesa.

Evaluación sensorial

Una muestra de hamburguesa por cada tratamiento se guardó en refrigeración a 4 °C, para después cocerla y realizar las pruebas de evaluación sensorial; para ello se aplicó un muestreo probabilístico completamente al azar ($n = 100$) a jueces no entrenados en el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo, bajo el criterio de una muestra significativa establecida en Lawless & Heymann (2010). La evaluación sensorial respecto al sabor, textura, olor y color de las hamburguesas se estableció de forma individual mediante pruebas cuantitativas de consumo del tipo de aceptación, considerando dos criterios absolutos: "Me gusta" y "No me gusta" (Ramírez-Navas, 2012).

Estudios bromatológicos y microbiológicos

Asimismo, tres muestras de 100 g de hamburguesas por tratamiento se analizaron a nivel bromatológico y microbiológico, aplicando las normas correspondientes a los siguientes factores: humedad (NOM-116-SSA1-1994), cenizas (NMX-F-607-NORMEX-2002), proteína (NMX-F-608-NORMEX-2011), grasas (NMX-F-615-NORMEX-2004), fibra (NMX-F-613-NORMEX-2003) y carbohidratos no fibrosos por diferencia. Los análisis microbiológicos se realizaron según las normas NOM-092-SSA1-1994 (bacterias aerobias en placa), NOM-113-SSA1-1994 (coliformes totales), NOM-114-SSA1-1994 (*Salmonella tiphy*) y la NOM-111-SSA1-1994 (hongos y levaduras).

RESULTADOS

Al utilizar la identificación de los atributos físicos y organolépticos que establece la tabla de Wittfogel para los pescados como sistema de medición del grado de frescura, se pudo asegurar que las hamburguesas se elaboraron con materia prima de calidad extra, al obtenerse deducciones de 15.5 ± 3.5 , desde que se adquirió el pescado hasta que fue fileteado. Al respecto, los valores obtenidos en los resultados microbiológicos indican que no hay diferencias significativas en el número de unidades formadoras de colonias de los microorganismos evaluados independientemente de la formulación ($P < 0.05$); y tampoco se registró ninguna unidad formadora de colonias de *Salmonella tiphy*, mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos ni levaduras en las distintas muestras consideradas para la determinación. Aunado a lo anterior, la disminución de la temperatura en algunas partes del proceso con valores cercanos a los 0 °C también evitó el crecimiento exponencial de los microorganismos y de la actividad enzimática que puede presentarse en los peces una vez muertos. Por todo ello, no se registraron cambios en la textura de la carne, ni alteraciones en su olor y sabor.

Asimismo, durante la manipulación de los organismos se pudo constatar que las diferencias anatómicas entre *I. punctatus* y *C. carpio* influyen en el tiempo y grado de dificultad respecto a la limpieza, el eviscerado y el fileteado, observándose que con *I. punctatus*, al carecer de escamas y tener un número más reducido de espinas, se realizaron más fácilmente los procesos antes mencionados en comparación con *C. carpio*, que presenta escamas y un mayor número de espinas de diversos tamaños. Al final del proceso se estableció que tanto el costo del kilogramo del pescado como la suma

del peso que se restó debido a la cabeza, las vísceras, las aletas, las escamas, la piel y el tejido esquelético, afectó al rendimiento de la hamburguesa. Los máximos valores respecto a la cantidad de tejido fresco que se pudo utilizar se obtuvieron en el bagre (*I. punctatus*), alcanzando valores de $388.46 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$, correspondientes a un rendimiento de carne o pulpa de 39.8% y un 61.1% de componentes no utilizados (cabeza, piel, vísceras, tejido esquelético y aletas). En cuanto a la carpa (*C. carpio*), los valores fueron de 268.67 g de carne o pulpa con rendimientos de 26.87% y un 73.1% de componentes no utilizados (tejido esquelético, piel, vísceras, cabeza, aletas y escamas). Así, una vez realizado el balance de materia y costos, se determinó que partiendo de 1000 g de pescado se obtienen 16.6 pzas de hamburguesas de 60 g, utilizando carne o pulpa de bagre (*I. punctatus*), con un costo unitario de 4.26 pesos, mientras que las hamburguesas de carpa (*C. carpio*) registran un precio de 6.56 pesos por unidad.

El estudio de factibilidad de elaboración es positivo tanto para el tratamiento H_1 como el H_2 , ya que ambas especies permiten obtener hamburguesa con las características que marca la Norma Mexicana PROY-NMX-FF-086-SCFI-2011, pues las deducciones basadas en los atributos especificados en la misma, al ser restadas a los 100 puntos iniciales, no dieron valores menores a 80. Las deducciones realizadas en aplicación de la parte I de la norma relativa al producto en estado congelado son de seis puntos: tres en el factor de uniformidad de tamaño y tres en la uniformidad de peso, independientemente de la especie de pez utilizada. En cuanto a la parte II, concerniente a la evaluación de la calidad del producto cocido, se determinó que existen diferencias en el total de deducciones en la calidad de la hamburguesa, según la especie utilizada en su elaboración, debido a la presencia de restos de hueso solamente en el caso de carpa (*C. carpio*), aspecto que derivó en una deducción de diez puntos. A la par, a la hamburguesa elaborada con carne de bagre (*I. punctatus*) se le aplicó una deducción de cinco puntos por tener una textura de cobertura moderadamente seca. Sumado a lo anterior, se aplicaron deducciones de dos puntos a ambas hamburguesas al considerar la distorsión y la uniformidad de color (manchas). Finalmente, al considerar el total de la puntuación de acuerdo con la calidad del producto cocido, se estableció una disminución de siete puntos en la hamburguesa elaborada con bagre y de doce en la de carpa. Así, al sumar las deducciones realizadas en los productos en fresco y cocidos se obtuvieron valores de calidad para ambas especies por encima de los 80 puntos que

recomienda la norma, obteniéndose valores más elevados en la hamburguesa de bagre (*I. punctatus*) (87 ± 2) que en la de carpa (*C. carpio*) (82 ± 1).

La aceptación organoléptica de las hamburguesas depende principalmente del atributo evaluado más que de la especie de pez, ya que más del 65% de las personas encuestadas refirieron a H_1 y H_2 con la escala hedónica de "Me gusta". En cuanto al color y sabor, el tratamiento H_1 (*I. punctatus*) obtuvo los mayores porcentajes de aceptación con un 80% y 74%, seguido por H_2 (*C. carpio*), 71.42% en ambos atributos. En relación con la textura y olor, los porcentajes más altos de valoración organoléptica se obtuvieron en H_2 , alcanzando valores de 80.00% y 71.42% respectivamente, contra los 68.57% para ambos atributos en H_1 .

El contenido de humedad en la hamburguesa tras el proceso de pre-cocción es similar para ambos tratamientos: $65.71\% \pm 0.97\%$ en H_2 (*C. carpio*) y $68.36\% \pm 0.94\%$ en H_1 (*I. punctatus*). Los resultados obtenidos respecto al contenido de cenizas (fracción inorgánica y/o mineral) en ambas hamburguesas mostraron valores de $2.33 \text{ g} \pm 0.14 \text{ g}$ en H_1 y de $3.54 \text{ g} \pm 0.99 \text{ g}$ en H_2 . Los resultados relativos al contenido de biomoléculas orgánicas obtenidos en las hamburguesas de ambas especies cumplieron con los supuestos de homocedasticidad de varianza y normalidad, y al aplicar el análisis de varianza correspondiente no se obtuvieron diferencias significativas en ninguna biomolécula ($P > 0.05$). No obstante, en la tabla 2 se puede observar que los máximos valores de lípidos y proteínas en 100 g de muestra corresponden a H_2 , con valores de $2.81 \text{ g} \pm 0.96 \text{ g}$ y $13.86 \text{ g} \pm 1.42 \text{ g}$ respectivamente; los valores máximos de carbohidratos se obtuvieron en H_1 ($9.22 \text{ g} \pm 1.70 \text{ g}$).

Tabla 2. Promedio y desviación estándar (entre paréntesis) de la información nutricional para porciones de 100 g de hamburguesa elaborada con carne o pulpa de bagre (*Ictalurus punctatus*, H_1) o carpa (*Cyprinus carpio*, H_2).

	H_1	H_2
Contenido energético (Kcal)	107.7 (± 10.98) a	110.4 (± 6.83) a
Proteínas (g)	12.33 (± 0.50) a	13.86 (± 1.42) a
Grasa total (g)	2.33 (± 0.38) a	2.81 (± 0.96) a
Carbohidratos no fibrosos (g)	9.22 (± 1.70) a	7.42 (± 0.48) a
Fibra dietética (g)	4.8 (± 1.4) a	6.23 (± 1.22) a

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

El número de microorganismos presentes en los productos alimentarios es un indicador de la inocuidad del proceso de elaboración del alimento y del producto final, ya que se considera un indicador en el control sanitario durante la elaboración y empaque de los productos, con el objetivo de disminuir factores de riesgo que influyen en la transmisión de enfermedades que afectan al ser humano (Dragonetti, 2011; Félix-Fuentes, Campas-Baypoli & Meza-Montenegro, 2005). Al respecto, la aplicación de las Normas Mexicanas NOM-027-SSA1-1993, NOM-242-SSA1-2009 y NOM-120-SSA1-1994 concernientes al traslado de la materia prima, el manejo de la misma y la sanitización del área de producción en donde se elaboraron las hamburguesas de pescado, permitió cubrir los aspectos relacionados con las buenas prácticas de manufactura y la utilización de materia prima con una alta calidad de frescura, lo cual explica la ausencia de microorganismos expresada en unidades formadoras de colonias de *Salmonella tify*, mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos y levaduras en las distintas muestras consideradas para su determinación en el producto final. Esto indica que se trata de un buen producto debido a que la baja o nula presencia de los microorganismos indicadores es un parámetro que asegura la calidad e inocuidad de los productos y sus procesos, desde la adquisición de la materia prima hasta que el ser humano lo consume (Fernández, 1981), aspecto que es importante destacar ya que las mezclas empleadas para hamburguesas son muy susceptibles a ser colonizadas por microorganismos patógenos cuando no se llevan a cabo prácticas adecuadas para su elaboración, empaque y almacenaje, resultando en productos con un alto nivel de contaminación microbiana (García *et al.*, 1995; Torner, Castillo, Pla & Hernandorena, 1995; Valero-Leal *et al.*, 2008).

Aunado a lo anterior, la evaluación del grado de frescura de la carne o pulpa en los peces es de gran importancia para determinar su calidad, ya que la frescura se pierde por los cambios fisicoquímicos y enzimáticos que se desarrollan conforme pasa el tiempo, modificando atributos organolépticos como apariencia, olor, aspecto general, presencia de mucosidad y estado de la piel, entre otros (Bonilla, Sveinsdottir & Martinsdottir, 2007; Hleap, González & Mora, 2012; Mayoral, 2007; Wittig, 2001). El grado de frescura del pescado es considerado ampliamente como parte del proceso de transformación y venta del mismo, e incluso existen diversas escalas establecidas por diferentes autores que han sido utilizadas con éxito, como la tabla de Wittfogel (Roldan-Acero, Juscamaíta-Morales, Quevedo-Neira & Vásquez-Huaman, 2010). Esta tabla

establece una escala de deducciones por puntos que se deben realizar si los diferentes atributos evaluados en el pescado no reúnen la calidad necesaria para su consumo, señalando que hasta una deducción de 19 puntos es indicativa de una calidad extra en la frescura del pescado. En ese sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio permiten asegurar que las hamburguesas se elaboraron con materia prima de calidad extra al obtener deducciones de 15.5 ± 3.5 ; valores relevantes si se parte del hecho de que los peces, una vez que están muertos, son una materia prima con alto riesgo de contaminación (Félix-Fuentes *et al.*, 2005). Y ello es debido a los procesos de tipo autolítico que se registran en sus diferentes tejidos causados por una serie de complejas reacciones químicas producto de la acción degradativa de las enzimas y bacterias que se encuentran en ellos, principalmente en la mucosidad superficial, las branquias y los intestinos (Miguez & Lacosta 2013), reacciones que son las responsables de los cambios fisicoquímicos y organolépticos (sabor, color, olor y textura) que se observan tras su muerte (Yeannes, 2001).

El grado de frescura de los organismos utilizados en el estudio se mantuvo dentro de la calidad extra, desde que se adquirieron hasta que fueron procesados, debido a la aplicación de bajas temperaturas, medida recomendada para procesos alimentarios en los que se utiliza pescado, con la que se incrementó la vida útil de la materia prima (Avdalov, 2012; Graham, Johnston & Nicholson, 1993). Agüeria, Grosman, Tabera, Sanzano & Porta (2004) determinaron al respecto que las características del pejerrey fresco (*Odontesthes bonariensis* Valenciennes, 1835) se ven afectadas en un tiempo más corto si se mantiene a temperaturas superiores a las comúnmente registradas en el almacenamiento en frío, y que los cambios organolépticos, microbiológicos y de pH se incrementan cuando se mantienen sin evisceración independientemente de la temperatura, lo cual es comparable con lo obtenido en el presente estudio dada la calidad del producto obtenido.

Además, una vez que el producto es almacenado es importante definir las condiciones óptimas de refrigeración y congelación, tomando en cuenta el tiempo y la temperatura de almacenaje, ya que algunos microorganismos llegan a sobrevivir en temperaturas inferiores a su óptima de crecimiento. Un ejemplo son los estafilococos, microorganismos resistentes a la congelación, a diferencia de algunas bacterias Gram negativas (*E. coli* y *Salmonella*) (Howard, 1986). Por ello, la aplicación de bajas temperaturas e incluso de nitrógeno líquido son métodos recomendados para incrementar la inocuidad de los alimentos (Valero-Leal *et*

al., 2008). Así, se reduce la producción de alimentos contaminados que al ser ingeridos por el ser humano podrían ocasionar cuadros clínicos gastrointestinales, fiebre y cefaleas (Parra *et al.*, 2002); por todo lo anterior, se procedió a aplicar un *shok* térmico consistente en elevar primero la temperatura del agua a 94 °C durante 10 min, para aplicar a continuación un tratamiento con agua fría a 4 °C durante un minuto; este *shok* térmico ayudó a elevar la calidad sanitaria del producto.

En cuanto a los aspectos que determinaron el impacto de la especie en la factibilidad de manufactura y rendimiento de una hamburguesa, las diferencias anatómicas entre *I. punctatus* y *C. carpio* sí influyeron en el tiempo y grado de dificultad respecto a la limpieza, eviscerado y fileteado de los mismos. Asimismo, el precio de compra del pescado y las mermas por materia no utilizada afectaron al rendimiento de la hamburguesa, cuyos valores máximos se obtuvieron en *I. punctatus* (39.8%) en comparación con *C. carpio* (26.87%). Estos porcentajes son más altos que los registrados por García, Acevedo, Mora, Sánchez & Rodríguez (2009), quienes utilizando cachama blanca (*Piaractus brachyomus*; Cuvier, 1818) alcanzaron porcentajes de rendimiento en pulpa de 23.20% con peces de tallas y pesos similares a las de este estudio. Lo anterior puede explicarse por las diferencias morfológicas propias de las especies, que incluso pueden variar entre el mismo género, sobre todo si se agregan aditivos y extensores cárnicos con propiedades hidrocoloides (Pinedo & Ordonez, 2010), como el texturizado de soya, que al absorber de dos a tres veces su peso en agua llega a sustituir entre el 30% y 40% de la carne (Güemes-Vera, 2007). También se encuentran diferencias al comparar los resultados obtenidos en el estudio con los expuestos por Bochi *et al.* (2008), quienes refieren un rendimiento de 65.90% a 74.79% al usar para hamburguesas pulpa de bagre (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, 1824). Además, este rendimiento afecta sustancialmente el costo final del producto, lo cual explica por qué con la carne de bagre (*I. punctatus*) la hamburguesa se obtiene un costo unitario de 4.26 pesos, mientras que con las hamburguesas de carpa (*C. carpio*) es de 6.56 pesos.

Sin embargo, aunque existen las diferencias marcadas en párrafos anteriores, los resultados del estudio de factibilidad de elaboración son positivos tanto para la carne de bagre (*I. punctatus*) como para la carpa (*C. carpio*), ya que permiten preparar una hamburguesa con las características que marca la Norma Mexicana PROY-NMX-FF-086-SCFI-2011. Y si bien es cierto que hay diferencias morfológicas entre ambas especies, principalmente por la cantidad de espinas en la carpa, estas

pueden disminuir si se utilizan equipos industriales con una mayor tecnificación y automatización en la elaboración de los productos, incrementando la calidad fisicoquímica y microbiológica del alimento por la aplicación de estándares en el proceso y el control de las condiciones de inocuidad de la materia prima empleada y el procesamiento de la misma (Valero-Leal *et al.*, 2008). Lo anterior puede proveer al producto de una mayor uniformidad en tamaño y color, además de eliminar un mayor número de fragmentos de tejido esquelético de tamaños inferiores a 0.5 cm.

Un aspecto más a evaluar es la preferencia del público consumidor hacia el producto; y aunque esta pueda considerarse subjetiva por estar relacionada de manera directa con las sensaciones que produce el alimento en los sentidos de las personas que participan en la evaluación, es una prueba importante para la industria alimentaria (Dairou & Sieffermann, 2002; Vaclavik, 2002). Al respecto, en el estudio se observó que la aceptación organoléptica de las hamburguesas depende principalmente del atributo evaluado más que de la especie de pez, por lo que el uso de la prueba de aceptación de criterios absolutos (“Me gusta” y “No me gusta”) permite al investigador determinar el porcentaje de aceptación de ambos productos independientemente de que los consumidores tengan preferencia de una sobre la otra. Ello es recomendado en estudios que buscan identificar si un nuevo producto es del agrado del consumidor y puede tener futuro en el mercado (Cruz-Casallas, Cruz-Casallas & Suárez-Mahecha, 2014; Ramírez-Navas, 2012). En cuanto al color y sabor de la hamburguesa, se observó que la elaborada con bagre registró los mayores porcentajes de aceptación, lo cual se explica porque la carne del bagre tiene un sabor dulce, suave y fino (Ladewig & Logan, 1993), en comparación con el sabor fuerte y terroso de la carne de *C. carpio*. Además, es importante mencionar que la carne o pulpa de bagre tiene en su totalidad un color blanco, a diferencia de la de carpa, cuya tonalidad es blanca y en algunas zonas gris, lo cual puede afectar las características finales del producto. Robert *et al.* (2001) observaron al respecto que existe una influencia del grado de instauración de la grasa en una fritura sobre la estabilidad oxidativa durante su almacenamiento, por lo cual indican que la química de los componentes existentes en la materia prima afecta a las propiedades bioquímicas de los mismos y, por ende, a las características organolépticas de los productos. En relación a la textura y el olor, los porcentajes más altos de valoración organoléptica se obtuvieron para la hamburguesa elaborada con carne de la carpa (*C. carpio*), identificándola con una textura suave y fibrosa, a diferencia de la textura lisa y blanda de la elaborada con carne de bagre (*I. punctatus*).

Los resultados referentes al olor son muy similares debido a que ambas especies tienen un olor característico a pescado, por lo cual los consumidores expresaron porcentajes similares en este atributo, con una ligera diferencia de aceptación mayor para la hamburguesa elaborada con carpa (*C. carpio*).

Los porcentajes de aceptación alcanzados en los diferentes atributos organolépticos permiten afirmar que el uso de pescado en la elaboración de hamburguesa es una alternativa de aprovechamiento de estos organismos en la industria alimentaria. Esta observación se sustenta, además, en los niveles de aceptación que han sido reportados por otros autores para hamburguesas elaboradas con diferentes especies de peces, indicando que es una materia prima de alto nivel nutricional y de amplia aceptación organoléptica por los consumidores que puede ser aprovechada por la industria alimentaria (Melgarejo & Maury, 2002; Mora, 2005).

Otro factor importante para el aprovechamiento del pescado por parte de la industria alimentaria tiene que ver con su valor nutricional. En este estudio, los porcentajes de humedad registrados en las hamburguesas tras el proceso de pre-cocción ($65.71\% \pm 0.97\%$ y $68.36\% \pm 0.94\%$) se encuentran dentro de los valores citados para otras hamburguesas elaboradas con pescados (García *et al.*, 2009). Los altos contenidos de humedad se deben a que el pescado en su composición presenta una elevada cantidad de agua, la cual incluso puede asociarse a su rápido proceso de descomposición comparado con la carne de res, aunque esta desventaja no afectó los resultados en el contenido de microorganismos patógenos obtenidos en las hamburguesas por las buenas prácticas de manufactura utilizadas.

Los resultados obtenidos en el contenido de cenizas (fracción inorgánica y/o mineral) en ambas hamburguesas ($2.33\% \pm 0.14\%$ y $3.54\% \pm 0.99\%$) difieren del 1.6% reportado para corvina *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801), el 1.8% para el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*, Linnaeus, 1766) y el 1% para la cachama negra (*Colossoma macropomum*, Bello & Gil, 1992). Estas variaciones pueden explicarse debido a las características fisicoquímicas del medio de cultivo, el tipo de alimentación y la especie de pez, ya que cada uno de ellos registra una composición mineral diferente. Un ejemplo es el contenido de sodio ($48.13 \text{ mg} \pm 1.29 \text{ mg}$ y $46.30 \text{ mg} \pm 2.22 \text{ mg}$), similares a los encontrados en productos bajos en sodio de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994.

Los resultados referentes al contenido de biomoléculas orgánicas no mostraron diferencias significativas. Los valores obtenidos de proteínas ($13.86 \text{ g} \pm 1.42 \text{ g}$) son inferiores a los reportados por otros autores que obtuvieron porcentajes de proteínas en un intervalo de entre 15.93% y 18.94% (Bello & Gil, 1992; Bochi *et al.*, 2008; García *et al.*, 2009); no obstante, estos resultados tienen que ver con la incorporación de aditivos texturizados con altos contenidos de proteína que influyen en el contenido proteico del producto final. En el caso del presente estudio, al realizar los análisis bromatológicos en la hamburguesa pre-cocida, el porcentaje de proteínas debió disminuir debido a la desnaturalización que sufren normalmente las proteínas en un tratamiento térmico (Badui, 2006; Fennema, 2002).

Respecto al contenido de lípidos, los valores máximos obtenidos ($2.81 \text{ g} \pm 0.96 \text{ g}$) se consideran bajos con respecto a los obtenidos en hamburguesas de boquichico (*Prochilodus nigricans*, Spix & Agassiz, 1829) (Melgarejo & Maury, 2002), hecho que resulta beneficioso si se considera que el pescado es considerado por los nutricionistas como un alimento con bajo contenido de grasa y cuya composición general es alta en ácidos grasos omega 3 y 6, constituyentes recomendados para la dieta diaria de los seres humanos por su importancia fisiológica (Castro-González, 2002). Respecto al contenido de carbohidratos, la diferencia entre ambas hamburguesas se debe a la diferencia en la alimentación de los organismos y al gasto energético que puede tener cada una de las especies dependiendo de las condiciones de su cultivo, del lugar de captura o del proceso de estrés que los peces pudieron tener hasta su muerte (Martínez-Porchas, Martínez-Córdova & Ramos-Enríquez, 2009).

CONCLUSIÓN

Tanto la carne o pulpa de *I. punctatus* como la de *C. carpio* pueden ser utilizadas para elaborar hamburguesas que cumplan las normas mexicanas correspondientes. El rendimiento de la carne o pulpa de los pescados dependió de manera directa del peso de los componentes no utilizados, como cabeza, vísceras, aletas, piel, escamas y, principalmente, tejido esquelético. El rendimiento fue mayor en el bagre (*I. punctatus*) debido a la ausencia de escamas y al menor número y tamaño de su tejido esquelético, comparado con la carpa (*C. carpio*).

Los precios finales del producto, una vez que se consideraron los ingredientes totales de la formulación, indican que los costos de producción se encuentran por debajo de los precios que tiene una hamburguesa elaborada con carne de res.

Además, los resultados de aceptación organoléptica para ambos tipos de carne se encuentran por encima del 60% en la escala de "Me gusta", valores similares a los reportados por otros autores que han utilizado distintas especies de peces.

La aplicación correcta de las buenas prácticas de manufactura durante la adquisición del pescado, su transporte, la elaboración de la hamburguesa y su empaquetado evitaron la presencia de microorganismos patógenos, condición que establecen las normas para alimentos. Además, la selección de los organismos a utilizar como materia prima con los criterios de la tabla de Wittfogel incrementó la inocuidad del producto por el uso de peces de la mejor calidad definida, como extra.

Finalmente, se pudo establecer que no hay diferencias significativas entre el contenido de humedad, cenizas, sodio, calcio, proteínas, carbohidratos y lípidos entre tratamientos, indicando que si se consideran únicamente los rendimientos y costo final del producto es posible recomendar la carne o pulpa de bagre (*I. punctatus*) como mejor materia prima en la elaboración de hamburguesas de pescado, pero sin demeritar al filete de la carpa (*C. carpio*), que puede ser aprovechado también como materia prima en la elaboración de la hamburguesas.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo por el apoyo financiero para el desarrollo del proyecto. Al Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales por el uso de sus instalaciones para la realización de actividades relacionadas con el estudio. A la ingeniera Flor Vanesa Cabrera Cervantes por el apoyo en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Agüeria, D., Grosman, F., Tabera, A., Sanzano, P., & Porta, R. (2004). Valoración de la calidad de carne de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Revista Aquatic*, (20), 9-19.
- Aguirre, G. G., De la Cruz Hernández, N. I., & Rábago-Castro, J. (2007). *Agentes patógenos detectados en bagre de canal (Ictalurus punctatus) procedentes de granjas del estado de Tamaulipas*. México: Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Recuperado el 4 de mayo de 2015 de [www.researchgate.net/.../54d931c10cf24647581d960a.pdf](http://www.researchgate.net/publication/310544931c10cf24647581d960a.pdf)
- Alegria-Lertxundi, I., Rocandio, A. M., Telletxea, S., Rincón, E., & Arroyo-Izaga, M. (2014). Relación entre el índice de consumo de pescado y carne y la adecuación y calidad de la dieta en mujeres jóvenes universitarias. *Nutrición Hospitalaria*, 30(5), 1135-1143.
- Avdalov, N. (2012). *Manual de manipulación y comercialización de productos pesqueros de la Cuenca Amazónica*. Montevideo, Uruguay: CFC-Infopesca, CFC / FSCFT/28.
- Badui, D. S. (2006) Química de los alimentos. En *Hemopigmentos*. México: Pearson Educación.
- Bello, R., & Gil, W. (1992). Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colosoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento. Proyecto AQUILA II, Nº 2. GCP/RLA/102/ITA/FAO. Roma.
- Bochi, V., Weber, J., Ribeiro, C., Victório, A., & Emanuelli, T. (2008). Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Bioresource Technology*, 99(18), 8844-8849
- Bonilla, A. C., Sveinsdottir, K., & Martinsdottir, E. (2007). Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) filets and application in shelf life study. *Food Control*, 18(4), 352-358.
- Booman, A. (2010). *Propiedades nutritivas*. Recuperado el 15 de febrero de 2015 de <http://pescadosymariscos.consumer.es/carpa/propiedades-nutritiva>
- Castro González, M. I. (2002). Ácidos grasos omega-3: beneficios y Fuentes. *Interciencia*, 27(3), 128-136. Recuperado el 10 de enero de 2015 de http://www.scielo.org.ve/scielophp?pid=S0378-18442002000300005&script=sci_arttext
- Cruz-Casallas, N. E., Cruz-Casallas, P. E., & Suárez-Mahecha, H. (2014). Quality of catfish meat *Leiarius marmoratus* during frozen storage. *Orinoquia*, 18(1), 43-52.
- Dairou, V., & Sieffermann, J. M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the Flash profile. *Journal of Food Science*, 67(2), 826-834.
- Delarue, J., & Sieffermann, J. M. (2004). Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food quality and preference*, 15(4), 383-392.
- Dragonetti, J. P. (2011). Evaluación de la frescura en peces de agua dulce. *Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras*.
- Félix-Fuentes, A., Campas-Baypoli, O. N., & Meza-Montenegro, M. (2005). Calidad sanitaria de alimentos disponibles al público de Ciudad Obregón, Sonora, México. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 6(3), 1-14.
- Fennema, O. R. (2000). *Química de los alimentos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Fernández, E. (1981). *Microbiología sanitaria: agua y alimentos*. México: Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Fernández-Ramírez, E., Izquierdo-Córser, P., Valero-Leal, K., Allara-Cagnasso, M., Piñero-González, M., & García-Urdaneta, A. (2006). Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la calidad microbiológica de carne de hamburguesa. *Revista Científica (Maracaibo)*, 16(4), 315-324.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2010). *Aquaculture topics and activities acuicultura*. Recuperado el 20 de febrero de 2015 de <http://www.fao.org/fishery/topic/13530/es>

- Frezza, J., Penteado, T. P. S., Cavassini, T. A., & Borges, J. N. (2002). Pizza enriquecida con fibras para personas con divertículos. *Visão Acadêmica*, 3(2), 87-94.
- García, O., Acevedo, I., Mora, J. A., Sánchez, A., & Rodríguez, H. (2009). Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) con harina de soya texturizada. *Revista UDO Agrícola*, 9(4), 951-962.
- García, T., Martín, R., Sanz, B., & Hernández, P. (1995). Extensión de la vida útil de la carne fresca. I. Envasado en atmósferas modificadas y utilización de bacterias lácticas y bacteriocinas. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 35(1), 1-18.
- Graham, J., Johnston, W. A., & Nicholson, F. J. (1993). *El hielo en las pesquerías*. Roma: FAO (Documento Técnico de Pesca, núm. 331).
- Granados, C., Guzmán, L. E., & Acevedo, D. (2013). Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scombridae*, *Thunnus*). *Información Tecnológica*, 24(6), 29-34.
- Güemes-Vera, N. (2007). Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. *Nacameh*, 1(2), 110-117.
- Henley, E. J., & Rosen, E. M. (2013). *Cálculo de balances de materia y energía* (628 pp.). México: Editorial Reverté.
- Hleap, Z. J. I., González, O. J. M., & Mora, B. M. F. (2012). Evaluación bromatológica, sensorial y microbiológica de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*). *Vitae*, 19(1), 210-212.
- Hleap, Z. J. I., & Ossa, M. L. F. (2013). Comparación sensorial de tres formulaciones de hamburguesas elaboradas a base de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 121-129.
- Howard, R. (1986). *Sanidad alimentaria*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Ladewig, K. F., & Logan, D. W. (1993). *El bagre es delicioso y nutritivo*. USA: Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) (publication, 501-S).
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York, USA: Springer.
- Ludorff, W. (1963). *El pescado y sus productos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L. R., & Ramos-Enríquez, R. (2009). Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. *Revista electrónica de Veterinaria*, 10(10), 1-16.
- Mayoral, A. (2007). *Animales del mundo* (tomo I. Peces). España: Editorial Grupo Cultural.
- Mejía-Mojica, H., Paredes-Lira, M.E., & Beltrán-López, R. G. (2013). Primer registro y establecimiento del bagre de canal *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en un tributario del Río Balsas, México. *Hidrobiológica*, 23(3), 456-459.
- Melgarejo, I., & Maury, M. (2002). Elaboración de hamburguesa a partir de *Prochilodus nigricans* "boquichico". *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 2(1), 79-87.
- Mesa-Granda, M. N., & Botero-Aguirre, M. C. (2007). La cachama blanca (*Piaractus brachyomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(1), 79-86.
- Miguez, D. D. A., & Lacosta, M. C. H. (2013). Comparación de la valoración de los cambios sensoriales en tilapia según el método de refrigeración empleado. (Tesis de doctorado). Universidad de la República: Montevideo, Uruguay.
- Mitterer-Dalton, M. L., Queiroz, M. I., Fiszman, S., & Varela, P. (2014). Are fish products healthy?, Eye tracking as a new food technology tool for a better understanding of consumer perception. *LWT-Food Science and Technology*, 55(2), 459-465.
- Mora, J. (2005) Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun* x *P. brachyomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. *Bioagro*, 17(3), 161-169.
- Narváez, C., Katynna, A., Parra, C., Huerta-Leidenz, N., Rodas-González, A., & Arenas de Moreno, L. (2005). Aislamiento de *Salmonella* y *Escherichia coli* patógenas durante el procesamiento de hamburguesas en una pequeña planta de Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica*, Facultad de Ciencias Veterinarias-La Universidad de Zulia, 15(6), 551-559.
- Neuman, K. F. (2001). *Elaboración de productos cárnicos*. México: Grupo editorial Iberoamerica.
- Norma Mexicana. NMX-F-607-Normex-2002 (2002). *Alimentos-Determinación de cenizas en alimentos-Métodos de prueba* (cancela a las Nmx-F-542-1992 y Nmx-F-066-S-1978). México: Semarnat, Secretaría de Economía.
- Norma Mexicana. NMX-F-608-Normex-2011 (2011). *Alimentos-Determinación de proteínas en alimentos-Método de ensayo (prueba)* (cancela a la NMX-F-608-Normex-2002). México: Semarnat, Secretaría de Economía. Jueves 18 de agosto de 2011.
- Norma Mexicana. NMX-F-613-Normex-2003 (2003). *Alimentos-Determinación de fibra cruda en alimentos-Métodos de prueba*. México: Semarnat, Secretaría de Economía. Martes 19 de agosto de 2003.
- Norma Mexicana. NMX-F-615-Normex-2004 (2004). *Alimentos-Determinación de grasas en alimentos-Método de prueba*. México: Semarnat, Secretaría de Economía. Martes 11 de mayo de 2004.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-027-SSA1-1993 (1993). *Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias*. México: Secretaría de Salud. Martes 29 de noviembre de 1994.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-034-SSA1-1993 (1993). *Bienes y servicios. Productos de la carne. Carne molida y carne molida moldeada. Envasadas. Especificaciones sanitarias*. México: Secretaría de Salud. Miércoles 8 de marzo de 1995.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-086-SSA1-1994 (1994). *Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales*. México: Secretaría de Salud. Miércoles 26 de junio de 1996.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-092-SSA1-1994 (1994). *Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. México: Semarnat, Secretaría de Salud. Martes 12 de diciembre de 1995.

- Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994 (1994). *Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. México: Secretaría de Salud. Miércoles 10 de mayo de 1995.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-113-SSA1-1994 (1994). *Secretaría de Salud, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. México: Secretaría de Salud. Miércoles 10 de mayo de 1995.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-114-SSA1-1994 (1994). *Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos*. México: Secretaría de Salud. Domingo 22 de septiembre de 1995.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-116-SSA1-1994 (1994). *Alimentos - Determinación de humedad en alimentos - Método de prueba*. México: Semarnat, Secretaría de Salud. Lunes 15 de agosto de 1994.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-120-SSA1-1994 (1994). *Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas*. México: Secretaría de Salud. Miércoles 10 de mayo de 1995.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-242-SSA1-2009 (2009). *Productos y Servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba*. México: Secretaría de Salud. Lunes 25 de agosto de 2008.
- Olivares, C. S., Bustos, Z. N., Moreno, H. X., Lera, M. L., & Cortez, F. S. (2006). Actitudes y prácticas sobre alimentación y actividad física en niños obesos y sus madres en Santiago, Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 33(2), 170-179.
- Parra, K., Piñero, M., Narvaéz, C., Uzcatégui, S., Arenas, L., & Huerta, N. (2002). Evaluación microbiológica y físico química de hamburguesas congeladas, expandidas en Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ*, 12(6), 715-720.
- Pinedo, F. J. I., & Ordóñez, G. E. S. (2010). Elaboración de hamburguesa de paco (*Piaractus brachyomus*) usando soya texturizada y aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Encuentro Científico Internacional Perú*, 7(2), 86-90.
- Poulter, N. H., & Nicolaidis, L. (1985). Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. *Journal Food Technology*, 20(4), 437-449.
- Proyecto de Norma Mexicana (PROY-NMX-FF-086-SCFI-2011) (2011). *Productos de la pesca- porciones de pescado empanizadas y congeladas-especificaciones* (cancelará a la NMX-FF-086-SCFI-2001). Sábado 24 de diciembre de 2011.
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revisión de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 12(1), 84-102. Recuperado el 15 de marzo de 2015 de <http://revistareciteia.es/>
- Ramírez-Rivera, E. J., Ramón-Canul, L. G., Camacho-Escobar, M. A., Reyes-Borques, V., Rodríguez-de la Torre, M., & Shaín-Mercado, A. J. (2010). Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y perfil flash de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynnus lineatus*). *Nacameh*, 4(2), 55-68.
- Robert, P., Masson, L., Romero, N., Dobarganes, M. C., Izaurieta, M., Ortiz, J., & Wittig, E. (2001). Fritura industrial de patatas críspas. Influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento. *Grasas y Aceites*, 52(6), 389-396.
- Roldan-Acero, D., Juscamaita-Morales, J., Quevedo-Neira, G., & Vásquez-Huaman, M. (2010). Utilización de iones cobre en solución para la preservación a bordo de anchoveta (*Engraulis ringens J.*), destinada a la elaboración de harina de pescado. *Ecological Applications*, 9(2), 83-89.
- Russo, C. B., Sostisso, C. F., Pasqual, I. N., Novello, D., Santa, H. S., & Batista, M. G. (2012). Aceitabilidade Sensorial De Massa De Pizza Acrescida De Farinhas De Trigo Integral E De linhaça (*Linum usitatissimum L.*) entre adolescentes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 71(3), 488-94.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA) (2009). *Cultivo de bagre*. Recuperado el 26 de febrero de 2015 de <http://www.edomex.gob.mx/desarrolloagropecuario/docs/pdf/Bagre.pdf>
- Torner, M., Castillo, M., Pla, S., & Hernandorena, M. (1995). A study of the sanitary quality of fresh meat products manufactured in meat processing plants in the health area of Xativa. *Alimentaria*, (262), 27-31.
- Uauy, R., Albala, C., & Kain, J. (2001). Obesity trends in Latin America: transiting from under to overweight. *Journal of Nutrition*, 131(3), 8935-8995.
- Vaclavik, V. A. (2002). *Fundamentos de ciencia de los alimentos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Valero-Leal, K., Safadi-Chaar, S. A., Bermúdez-Ayala, A. B., Ávila-Roo, Y., Sandra-Toledo, L., & García-Urdaneta, A. (2008). Comparación de la calidad microbiológica de hamburguesa de pollo elaborada en forma artesanal e industrial. *Revista Científica FCV-LUZ*, 18(5), 624-630.
- Wittig de Penna, E. (2001). *Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Recuperado el 20 de enero 2015 de http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/.
- Yeannes, M. I. (2001). *La evaluación sensorial y los productos pesqueros. Mar del Plata*. Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.