



## Artículo

# **Análisis proximal, evaluación microbiológica y sensorial de carnes para hamburguesas elaboradas con cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y soya (*Glycine max*) texturizada**

Proximate analysis, and microbiological and sensory evaluation of hamburger patties elaborated with red-bellied pacu (*Piaractus brachypomus*) and textured soy (*Glycine max*)

Oscar **García**<sup>1\*</sup>, Iria **Acevedo**<sup>1</sup>, Jorge **Ruiz Ramírez**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería Agroindustrial, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Tarabana, Estado Lara, Venezuela. E-correo: iacevedo@ucla.edu.ve

<sup>2</sup>Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

\*Autor para correspondencia: oscargarcia@ucla.edu.ve

Aceptado 08-Diciembre-2013

## **Resumen**

La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) es una especie económicamente importante en la acuicultura continental de América Latina y una alternativa nacional de producción de pescado para la piscicultura, la industria y el consumo. El objetivo del presente trabajo de investigación fue caracterizar mediante análisis proximal, evaluación microbiológica y sensorial, carnes para hamburguesas elaboradas con pulpa de cachama y diferentes inclusiones porcentuales de harina de soya texturizada (HST) (0, 3, 6 y 9 %). Se realizó análisis proximal a las carnes crudas y cocidas, se evaluó microbiológicamente a las crudas y sensorialmente las cocidas con 100 consumidores. En las carnes para hamburguesas a mayor adición de HST favoreció la retención de agua durante la cocción y se elevó el contenido de proteína, grasa y cenizas en las carnes crudas y cocidas ( $p < 0,05$ ). El análisis

microbiológico reveló inocuidad alimentaria en las carnes para hamburguesas crudas, encontrándose todos los valores por debajo de lo establecido en la norma venezolana COVENIN 2127-1998 para hamburguesa y otras normas de referencia. La blandura aumentó de manera proporcional al incremento porcentual en la inclusión de HST y las formulaciones con 0, 3 y 6 % de HST se diferenciaron significativamente ( $p < 0,05$ ) de la formulación con 9 %. La apariencia de las carnes de hamburguesa agradó más en las formulaciones 6 y 9 %, la blandura en 9 %, y el sabor en el control (0 %), seguido de 3 %. Algunos consumidores hicieron asociaciones de sabor a carne de pollo, mariscos y hervidos de pollo.

**Palabras claves:** análisis proximal, cachama, calidad microbiológica, carne para hamburguesa de pescado, *Piaractus brachypomus*, soya.

### Abstract

Red-bellied pacu (*Piaractus brachypomus*) is an economically important species in inland aquaculture in Latin America and a national alternative of fish production for farming, industry and consumption. The effects of textured soy flour (TSF) (included at 0, 3, 6 and 9 %) on physicochemical and sensory properties of fish burgers were investigated. Proximate analysis was performed to raw and cooked fish burgers, and microbiologically evaluated (raw) and sensorially (cooked) with 100 consumers. In the meat for burgers with TSF had more water retention during cooking and increased the content of protein, fat and ashes in raw and cooked meats ( $p < 0.05$ ). Microbiological analysis revealed food safety raw burger meat, finding all the values under the requirements of COVENIN norm 2127-1998 (hamburger) and others standards. Softness increased proportionally to increase in TSF, and levels of 0, 3 and 6 % TSF were significantly different ( $p < 0.05$ ) from 9 %. The appearance of patties liked most in the formulations 6 and 9 %, 9 % softness and taste in the control (0 %), followed by 3%. Some consumers found flavor to chicken, shellfish and boiled chicken soup.

**Keywords:** fish burger, microbiological quality, patty, *Piaractus brachypomus*, proximate analysis, soy.

### INTRODUCCIÓN

La acuicultura mundial tuvo un gran crecimiento durante los últimos 50 años. La producción aumentó de menos de un millón de toneladas en el 1950 a 59,4 millones de toneladas para 2004, que correspondieron a casi el 50 % de los peces para la alimentación en el mundo (Bochi *et al.*, 2008). Por lo tanto, la acuicultura se percibe como el mayor potencial para satisfacer la creciente demanda de alimentos de origen acuático (FAO, 2006).

En América, Chile fue el mayor productor acuícola (27,21 %), seguido de

Estados Unidos (19,23 %) y Brasil (18,61 %), en el 2010. En América Latina y el Caribe el consumo de pescado per cápita fue 9,9 kg/año en 2009 (FAO, 2012). El consumo anual del pescado en Brasil fue uno de los más bajos en el bienio 2001-2002 (6,8 kg/habitante) (MPA, 2012); esto probablemente debido a la baja calidad y variedad de productos alimenticios a base de pescados disponibles y su alto costo (Oetterer, 2002); para el 2010 fue 9,75 kg/habitante (MPA, 2012).

En Colombia, producto de la pesca artesanal de consumo en la cuenca del Orinoco se desembarcaron 51,53 toneladas de cachama

blanca (*Piaractus brachypomus*) en 2006 (CCI, 2006); especie que, en Venezuela ha recibido poca atención (Mora, 2005). Por otra parte, es evidente la escasa oferta nacional de alevines y producción de pescado por piscicultura (Mora, 2005; García *et al.*, 2009; Nascimento *et al.*, 2010). Esfuerzos han sido realizados para mejorar la calidad y estabilidad de estos alimentos y los, a base de pescado, se están convirtiendo en muy populares, como la picada, hamburguesas, dedos de pescado y productos marinados, entre otros (Çaklı *et al.*, 2005; Yerlikaya *et al.*, 2005; Köse *et al.*, 2006). Las empanadas y dedos de pescado a partir de la carpa (*Cyprinus carpio*) se han sugerido como productos convenientes para mejorar la preferencia de consumo de esta especie, disminuida en aceptabilidad por las espinas intramusculares (Sehgal y Sehgal, 2002).

La cachama blanca, conocida también en nuestro país como morocoto, pirapitinga en Brasil y paco en Perú (González *et al.*, 2007; Tafur-Gonzales *et al.*, 2009; Barrero *et al.*, 2012), es una especie que tiene como ventajas su fácil adaptación al consumo de alimentos concentrados y alimentos naturales en condiciones de cautiverio, de crecimiento rápido, con excelentes conversiones alimenticias, adecuada respuesta frente a restricciones alimenticias y gran demanda en el mercado (Aguirre, 2001; Gil *et al.*, 2003; Riaño *et al.*, 2011). Además, otra ventaja de estas especies es la gran capacidad que tienen para efectuar cruces interespecíficos, con lo cual se obtienen híbridos con muy buenas características (Gil *et al.*, 2003). Para el *Piaractus brachypomus* se ha documentado que posee humedad 74,03 %; proteína 19,05 %; grasa 5,80 % y concentraciones de potasio 16.488,90 µg/g; sodio 3.529,66 µg/g y calcio 3.497,48 µg/g, que lo convierten en una excelente materia prima para la fabricación de productos alimenticios (Cortez-Solis, 2000; González *et al.*, 2007). Sin embargo, su consumo está afectado por sus características fisiológicas, por presentar espinas fuertemente

unidas al músculo que impiden su fileteado (Mora, 2005; Mesa-Granda y Botero-Aguirre, 2007). No obstante, su carne blanca, inodora y suave, convierte a esta especie en excelente materia prima para la elaboración de productos alimenticios, tales como, la carne para hamburguesas (Cabello *et al.*, 1995).

La carne para hamburguesa es clasificada como un producto picado (no embutido) y según los métodos de procesado como producto cárnico fresco (Price y Schweigert, 1994; COVENIN, 1998). Este alimento es, desde el punto de vista microbiológico, más susceptible que los productos cárnicos enteros y embutidos, debido a que el área superficial expuesta al entorno es mayor, facilitando la penetración y disponibilidad de oxígeno a los microorganismos, por lo que se deben implementar buenas prácticas de manufactura durante las operaciones de procesado, molido y adición de condimentos, ya que la alteración del producto final dependerá de la calidad microbiológica de la materia prima, de la flora microbiana intrínseca del animal vivo y de las condiciones sanitarias de la planta de procesamiento (Sánchez-Pineda de las Infantas, 2003; Fernández-Ramírez *et al.*, 2006).

En Venezuela es necesaria la introducción de tecnologías aplicadas en otros países, como en Japón, que se utiliza gran parte de la captura de pescado para la producción de alimentos no convencionales del tipo pastas de pescado, budines, croquetas, embutidos y jamones (Novoa-R., 2002), con la finalidad de aprovechar el músculo de la cachama (*P. brachypomus*), y para comenzar a consumir esta especie de pescado en hamburguesa que es producto novedoso a manera de comercializar el pescado de aguas continentales y acuícolas en Venezuela, diferente al fresco, salado y en conserva (García *et al.*, 2009). Por consiguiente estimularía el consumo de este recurso como fuente alternativa de proteínas.

Las carnes para hamburguesas utilizan para su elaboración mezcla de carne picada con condimentos y especias. Ingredientes no cárnicos, tales como proteína de soya, huevo, harinas de cereales, almidón y suero de leche se utilizan a menudo para mejorar la textura (Piñero-C. *et al.*, 2004).

En la industria de la carne, la proteína de soya (*Glycine max*) es la proteína vegetal más ampliamente usada debido a su valor biológico, su propiedades como emulsionante y estabilizador, y su capacidad para aumentar la capacidad de retención de agua y mejorar la textura del producto final (Macedo-Silva *et al.*, 2001; Torres y Torres y Tovar-Palacio, 2009).

Los objetivos del trabajo de investigación fueron caracterizar mediante análisis proximal y evaluar microbiológica y sensorialmente carnes para hamburguesas elaboradas con pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y harina de soya texturizada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La manufactura de las carnes para hamburguesas se llevó a cabo a escala semi-industrial, en el Laboratorio de Tecnología II, de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela.

### Diseño experimental

El proceso comprendió la fabricación de 4 lotes por 4 semanas seguidas. A las carnes para hamburguesas de pescado se le incluyeron 3 niveles de harina de soya texturizada (HST) (3, 6 y 9 %), y un control con 0 % de HST. Se realizaron un total de 16 procesos y cada tratamiento proporcionó aproximadamente 80 porciones de carnes para hamburguesas. Se estableció un diseño experimental aleatorio para los tratamientos de las muestras. La investigación fue de campo, de carácter experimental (Hernández-Sampieri *et al.*, 2006). El análisis proximal se efectuó en las

carnes para hamburguesas crudas y cocidas, la calidad microbiológica se evaluó solo en las muestras crudas y la evaluación sensorial en las muestras cocidas.

### Adquisición de los ejemplares de cachama blanca

Para la formulación de las hamburguesas se adquirieron 12 ejemplares vivos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de las lagunas de la Estación de Piscicultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) ubicada en Yaritagua (Estado Yaracuy, Venezuela); siendo ejemplares de la misma edad y tamaño cuya alimentación estuvo basada en alimento extrusionado (Mora, 2005). Estos fueron mantenidos vivos en estanques aislados provistos de un sistema continuo de recambio de agua, hasta el momento de elaborar el producto.

Los ejemplares fueron trasladados al Laboratorio de Tecnología II a fin de obtener filetes. Durante el proceso de sacrificio, descamado, deshuesado, eviscerado y fileteado, se utilizó agua potable y cuchillos de acero inoxidable. Los filetes fueron cubiertos con plástico semipermeable para envoltura y mantenidos a -10 °C por 24 horas en un congelador marca Rania, hasta el momento de preparar la pasta de cachama blanca; esta pasta es conocida como pulpa sin tratamiento, la cual tiene un aspecto suave y coloración amarillo claro. El rendimiento de esta especie es 21,50 % a 24,10 % en despulpado manual, para ejemplares de longitud 27,86-32,87 cm (García *et al.*, 2009).

### Formulación y elaboración de las carnes para hamburguesas

En el Cuadro 1, se muestran las proporciones de materias primas e ingredientes utilizados en las diferentes formulaciones basadas en la realización de ensayos previos.

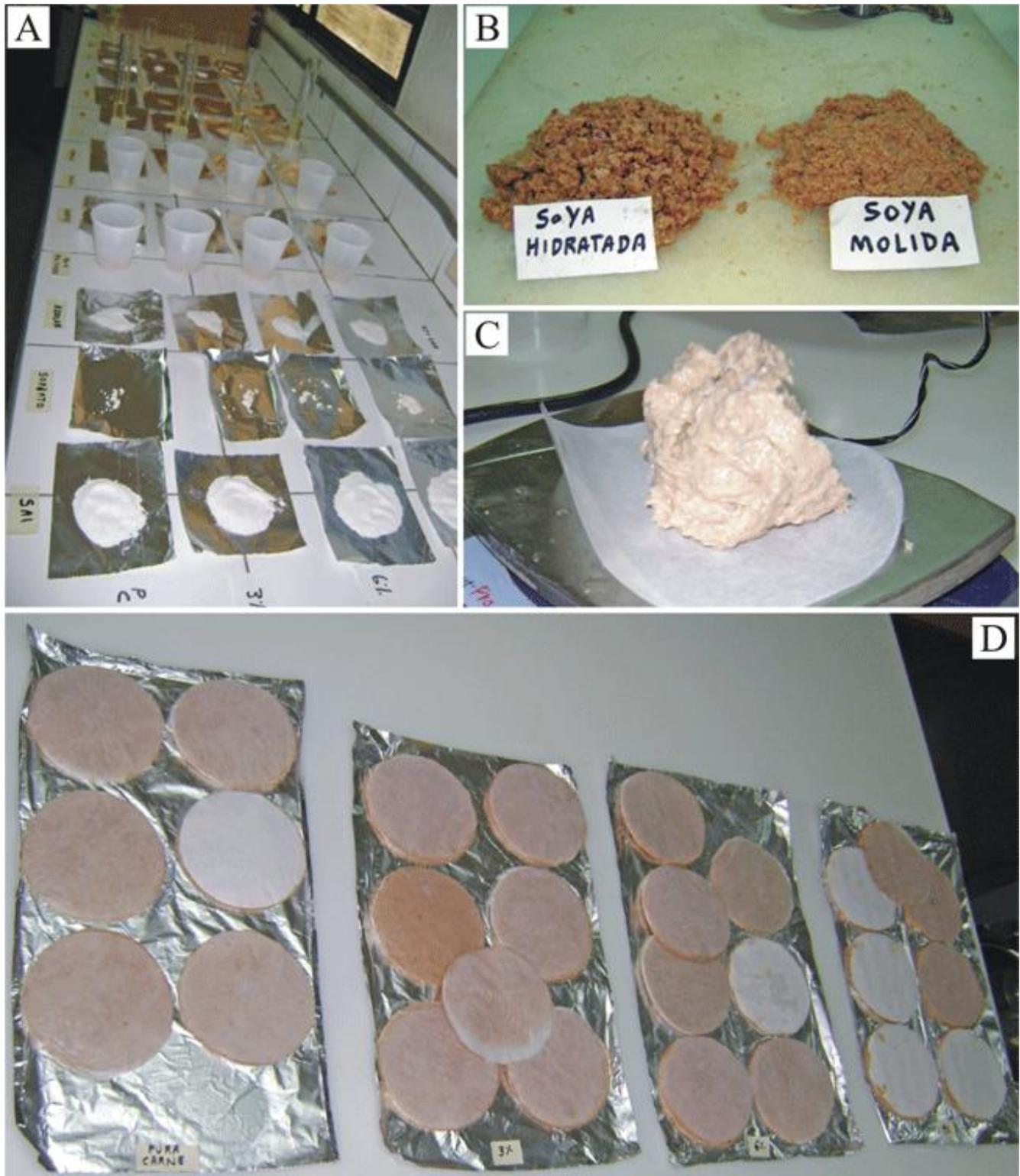
**Cuadro 1.-** Formulación de las carnes para hamburguesas.

Ingredientes	Formulaciones con inclusión de HST (g)			
	0	3	6	9
Pulpa de cachama	400,00	388,00	376,00	364,00
HST	0,00	12,00	24,00	36,00
Agua helada	21,82	21,82	21,82	21,82
Aceite de soya	21,82	21,82	21,82	21,82
Sal	9,82	9,82	9,82	9,82
Sorbato de potasio	0,11	0,11	0,11	0,11
Azúcar	2,18	2,18	2,18	2,18
Curry	0,27	0,27	0,27	0,27
Pan rallado	8,18	8,18	8,18	8,18
Harina de trigo	8,18	8,18	8,18	8,18
Cebolla molida	0,27	0,27	0,27	0,27
Ajo molido	1,11	1,11	1,11	1,11
Pimienta	0,22	0,22	0,22	0,22
Orégano	0,22	0,22	0,22	0,22
Difosfato de sodio	1,09	1,09	1,09	1,09
Ácido ascórbico	0,27	0,27	0,27	0,27
Total	475,56	475,56	475,56	475,56

HST = harina de soya texturizada.

La harina de soya texturizada, sorbato de potasio, difosfato de sodio y ácido ascórbico fueron suministrados por la empresa Alpro, C. A. (Zona industrial II, Municipio Iribaren, Lara, Venezuela) y por la empresa Productos Alimex, C. A. (Zona industrial I, Municipio Iribaren, Lara, Venezuela); y en un mercado local se adquirieron el aceite, sal, azúcar, curry, pan rallado, harina de trigo (*Triticum aestivum*), cebolla (*Allium cepa*) molida, ajo (*Allium sativum*) molido, pimienta (*Piper nigrum*) y orégano (*Origanum vulgare*) (Fig. 1A).

Las carnes para hamburguesas se elaboraron siguiendo el proceso de manufactura establecido por los autores Melgarejo y Maury (2002) y Piñero *et al.* (2008), modificado. Después de obtenida la pulpa de cachama, se congeló a temperatura de  $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas. Por otra parte, se pesó la HST (de composición: humedad 12 %, proteína 50 %, grasa 5 % y cenizas 5 %) y el aceite de soya marca comercial en una balanza digital (marca Ohaus®, modelo Scout™ Pro SP2001) en recipientes por separados. Seguidamente, fueron pesados los ingredientes: cebolla molida,



A) Ingredientes. B) Soya hidratada y molida. C) Pesado de la mezcla de pulpa de cachama con los ingredientes. D) hamburguesas formadas con las diferentes formulaciones.

**Figura 1.-** Formulación y elaboración de las carnes para hamburguesas.

ajo molido, pimienta, orégano, sal y aditivos no cárnicos (ácido ascórbico y difosfato de sodio) en la balanza digital, de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 1.

La pulpa congelada de cachama fue primeramente troceada con sierra eléctrica marca METVISA® tipo SFPI Max (BIMG® Brasil (METVISA®) - Indústria de Máquinas para Gastronomia, Ltda, Brusque, Santa Catarina, Brasil) y posteriormente se molió para reducir el tamaño de la pulpa en un molino marca STAR, con disco de 8 mm. Durante los pasos operacionales de molienda y desmenuzado se garantizó que la temperatura no superara a los 2 °C en la pasta y que el tiempo de proceso fuera lo más corto posible para no recalentar la misma (Price y Schweigert, 1994).

La soya texturizada se hidrató a una relación de 4:1 con agua destilada, se incorporó 1 % de sal y se cocinó en una cocina industrial (marca Premier, modelo 230 PTB) durante 20 min, a temperatura de 100 °C, posteriormente escurrió y se congeló durante 24 horas a temperatura de -8 °C, hasta su utilización, acorde a García *et al.* (2009) (Fig. 1B).

La pulpa de pescado y la HST hidratada fueron molidas 2 veces por separado para facilitar la mezcla posterior. Luego de la molienda se procedió al amasado y mezclado en un equipo semi-industrial marca Boia (Importaciones BOIA, C. A., Caracas, Venezuela); en los primeros 2 min, para permitir un mezclado continuo de la pulpa de pescado molida, aceite de soya y HST hidratada molida, hasta obtener una textura homogénea. Luego se agregó el resto de los ingredientes, a 60 rpm en el siguiente orden: la sal y el difosfato de sodio, diluidos previamente en una salmuera para evitar la presencia de gránulos en la masa, seguidamente la pimienta, ajo molido, cebolla molida, orégano y pimienta; posteriormente los aglutinantes como el pan rallado, la harina de trigo y finalmente la incorporación del ácido ascórbico, manteniendo la temperatura por debajo de 4 °C (Elif-Bilek y

Turhan, 2009). Con la incorporación de almidones y pan rallado, se obtiene una matriz proteica emulsionada (García *et al.*, 2009). El aceite que se usó fue el de soya debido a su grado de instauración (Badui-Dergal, 2006). De la mezcla obtenida fueron tomadas las porciones de 45 a 50 g, las cuales fueron pesadas en la balanza digital (Fig. 1C).

Con las porciones obtenidas se formaron las hamburguesas (Fig. 1D). Se empleó una máquina formadora, tipo prensa, marca NOAW (NOAW, s. r. l., Solbiate Arno, Varese, Italia), la cual dispone de un molde en forma circular de 10 cm. Cada unidad de carne para hamburguesa fue separada por medio de papel parafinado o celofán. Las porciones formadas fueron colocadas en bandejas de acero inoxidable por separado e inmediatamente fueron congeladas (-8 °C x 24 h). Al ejecutar esta etapa, se garantizó el uso de guantes desechables por parte de los operadores para evitar presencia de crecimientos de microorganismos indeseables (Puig-Peña *et al.*, 2008).

Transcurridas las 24 horas se envasaron al vacío en bolsas de polietileno por medio de una selladora Oster® VAC<sub>550</sub> en grupos de 6 unidades, para evitar la humedad y consecuente desecación. Se congelaron durante 15 días a -8 °C, simulando el tiempo promedio de permanencia comercial de las hamburguesas en los mercados de la localidad.

### Método de cocción

Las carnes para hamburguesas, previamente descongeladas a 5 °C por 12 h, se cocinaron siguiendo la metodología descrita por la Asociación Americana de Ciencia de la Carne (AMSA, 1995), en una plancha de teflón sobre una cocina eléctrica (marca Sueco). La temperatura interna final fue de 71 °C, determinada mediante una termocupla digital (marca KOCH, de 0 a 150 °C), correspondiente al término de cocción “bien cocida” (Piñero-C. *et al.*, 2004).

### **Análisis proximal**

Se seleccionaron al azar 6 unidades crudas y 6 cocidas por tratamiento en cada lote, para completar un total de 48 muestras para cada tratamiento (24 crudas; 24 cocidas). Las muestras se homogeneizaron en un procesador de alimentos marca Dampa/IMstar, CT-35 (Metalúrgica STAR, C. A., Charallave, Miranda, Venezuela) durante 3 min, y luego se conservaron dentro de bolsas impermeables, a -8 °C hasta su análisis.

Se determinó en la pulpa de cachama y en las carnes para hamburguesas crudas y cocidas, la humedad, proteína, grasa y cenizas, según métodos oficiales (AOAC, 1990). La humedad por el método gravimétrico directo de la AOAC en estufa convencional (marca GLOBE, modelo LAR-15) hasta obtener un peso constante. Proteína por macro-Kjeldahl empleando un equipo Tecator™ (Kjeltec™ 1002 System Distilling Unit, 2006 Digestion Unit) (FOSS Tecator AB, Höganäs, Suecia). La determinación de grasa se realizó a través del método de extracción de Soxhlet y la de cenizas por incineración en una mufla marca Naber, modelo N3 R. Los resultados fueron el promedio de 9 determinaciones, excepto en pulpa de cachama.

### **Análisis microbiológicos**

Las pruebas microbiológicas se realizaron a las carnes para hamburguesas crudas, de acuerdo con las metodologías descritas en las normas venezolanas: bacterias aerobias mesófilas (COVENIN, 1987), *Escherichia coli* (COVENIN, 1996), *Staphylococcus aureus* (prueba de la coagulasa) (COVENIN, 1989), mohos y levaduras (COVENIN, 1990), y *Salmonella* (COVENIN, 1988). Se analizaron 3 muestras de cada formulación a las 24 horas de elaboradas, por duplicado.

### **Evaluación sensorial**

La aceptación del consumidor se evaluó basándose en su “nivel de agrado” por apariencia, color, jugosidad, sabor y blandura de las carnes para hamburguesas cocidas, utilizando escala hedónica modificada, no estructurada, de 9 puntos (1 ‘me desagradó mucho’ y 9 ‘me gusta mucho’). El panel de catadores, estuvo conformado por 100 consumidores voluntarios, conformados por estudiantes de ambos sexos, del Programa de Ingeniería Agroindustrial del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

La evaluación fue realizada en un área ventilada, con buena iluminación, libre de olores extraños. Se cocinaron las carnes para hamburguesas en una plancha de teflón sobre una cocina eléctrica (marca Sueco) durante 7 min. Fueron cortadas en 8 porciones de 2,5 cm para cada formulación, codificando toda porción con 3 dígitos. A los evaluadores se le dio a probar una porción de cada formulación; y entre cada una se solicitó que comieran galleta de soda Premium de la compañía Nabisco de Venezuela (Fortin y Desplancke, 2001) y bebieran un sorbo de agua, como neutralizantes.

La prueba sensorial constó de 2 etapas. En la primera, se evaluó la apariencia, el color y la blandura, y en la segunda, se valoró el sabor y la jugosidad de cada formulación, para ello se les suministró una ficha de evaluación.

### **Análisis estadístico**

Se verificaron los supuestos básicos por medio de la prueba de homogeneidad de la varianza por Levene y la prueba de Wilk-Shapiro correspondiente a la normalidad de los datos, a las variables analizadas de la composición proximal para llevar a cabo el análisis de la varianza.

Se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System, versión 9.1 (SAS

Institute Inc., Cary, NC, USA). Se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA), descrito por Chacín (2000), Montgomery (1991), y Gutiérrez-Pulido y De La Vara-Salazar (2008), a cada uno de los parámetros en estudio para determinar la existencia de diferencias entre las carnes para hamburguesas con diferentes incorporaciones de HST; cuando los efectos principales resultaron significativos ( $p < 0,05$ ) fue aplicada la prueba de Tukey para la comparación de medias. (Montgomery 1991; Gutiérrez-Pulido y De La Vara-Salazar, 2008). La variación de los atributos sensoriales se evaluó mediante una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis). Para el grado de asociación entre variables, se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (entre variables químicas) y Spearman (entre variables sensoriales).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis proximal y efectos de la cocción e inclusión de la HST

La pulpa de cachama blanca presentó valores de humedad 75,30 % y proteína 17,12 % similares a los obtenidos por Barrero *et al.* (2012) (76,02 y 18,32 %, respectivamente); y de grasa 1,96 % y cenizas 0,93 % menores a los de los autores citados (3,15 y 1,75 %, respectivamente), para la misma especie y cultivada en la misma región.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis proximal de las 4 formulaciones de carne para hamburguesa de cachama blanca con diferentes inclusiones de HST.

En relación a la humedad, en las muestras crudas no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ); se observó una disminución del contenido de humedad en las muestras cocidas con respecto a las crudas por efecto del tratamiento térmico, pero también, entre las cocidas, hubo aumento del contenido de humedad al aumentar el contenido de HST,

es decir, a mayor adición de HST se favoreció la retención de agua durante la cocción. Taki (1991) señaló pérdida de humedad del 5 % por la cocción, similar a las encontradas en este estudio y a medida que se incorpora HST la pérdida disminuye. Otros autores han informado pérdidas mayores en este tipo de producto formulados con extensores; pero sin extensores, las hamburguesas “bajas en grasa”, exhiben pérdidas aún mayores; en el orden del 10 al 30 % (El-Magoli *et al.*, 1996; Piñero-C. *et al.*, 2004). Por otra parte, la capacidad de retener agua no tiene un comportamiento homogéneo y depende de fuerzas externas como efecto de la temperatura, molido, tipo de corte, tiempo de almacenamiento y calidad de músculo (Rengifo-Gonzales y Ordóñez-Gómez, 2010).

El contenido de proteína, grasa y cenizas de las carnes para hamburguesas crudas y cocidas, fue afectado significativamente por la cocción y la inclusión de HST ( $p < 0,05$ ).

Los valores de proteína en hamburguesas crudas se encontraron entre el intervalo 17,57-18,87 % y en las cocidas entre 19,07-21,95 %. Fue notable que para crudas y para cocidas el contenido de proteína se incrementó significativamente ( $p < 0,05$ ) al aumentar la inclusión de HST. En cocidas fue mayor y la razón probable fue la pérdida de agua, no obstante, la inclusión de HST en sustitución de pulpa de cachama elevó el contenido de proteína porque HST posee mayor contenido de proteínas (vegetales) que la pulpa de cachama blanca. Por otro lado, valores por encima del 20 % de proteína se han observado al añadir una mayor proporción de carne (90 %) en las formulaciones, como también cuando se utilizan ligantes de origen proteico (Piñero-C. *et al.*, 2005). Desde el punto de vista nutricional se ha determinado que las proteínas deben aportar entre el 9 y el 14 % del total de las calorías, siendo deseable que por lo menos 1/3 de las mismas sean de origen animal, y tomando en cuenta que las necesidades proteicas en los niños venezolanos en edad

**Cuadro 2.-** Análisis proximal de las 4 formulaciones de carne para hamburguesa de cachama blanca con diferentes inclusiones de HST.\*

Análisis (%)	Inclusión de HST (%)			
	0	3	6	9
<b>Humedad</b>				
Cr	66,06 ± 4,15 <sup>a</sup>	65,44 ± 0,25 <sup>a</sup>	66,42 ± 0,96 <sup>a</sup>	65,70 ± 0,31 <sup>a</sup>
Co	61,54 ± 0,02 <sup>a</sup>	62,65 ± 0,02 <sup>b</sup>	62,96 ± 0,01 <sup>c</sup>	64,41 ± 0,01 <sup>d</sup>
<b>Proteína cruda</b>				
Cr	17,57 ± 0,07 <sup>a</sup>	17,94 ± 0,01 <sup>b</sup>	18,20 ± 0,03 <sup>c</sup>	18,87 ± 0,14 <sup>d</sup>
Co	19,07 ± 0,02 <sup>a</sup>	20,45 ± 0,03 <sup>b</sup>	20,96 ± 0,04 <sup>c</sup>	21,95 ± 0,03 <sup>d</sup>
<b>Grasa</b>				
Cr	1,93 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,05 <sup>b</sup>	2,89 ± 0,08 <sup>c</sup>	3,02 ± 0,13 <sup>d</sup>
Co	3,89 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,43 ± 0,07 <sup>b</sup>	4,73 ± 0,04 <sup>c</sup>	5,93 ± 0,03 <sup>d</sup>
<b>Cenizas</b>				
Cr	2,53 ± 0,18 <sup>a</sup>	2,92 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,85 ± 0,08 <sup>b</sup>	3,03 ± 0,02 <sup>b</sup>
Co	3,47 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,64 ± 0,04 <sup>b</sup>	6,13 ± 0,02 <sup>c</sup>	6,20 ± 0,03 <sup>c</sup>

HST: harina de soya texturizada. Cr: carne para hamburguesas cruda. Co: carne para hamburguesas cocida.

\* Valores promedio de 9 determinaciones ± desviación estándar.

Letras en una fila con distinto superíndice, son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

escolar son de 50 g por día (Izquierdo *et al.*, 2007), una porción de 100 g de las carnes de hamburguesas de pescado formuladas en este estudio aportarían aproximadamente el 41 % de su requerimiento proteico diario; por lo que se debería considerar la inclusión de este producto en la dieta del escolar venezolano.

Con respecto al contenido de grasa, éste varió significativamente ( $p < 0,05$ ) entre las formulaciones crudas (1,93-3,02 %) y entre las cocidas (3,89-5,93 %). Mayores valores se obtuvieron cuando hubo mayor inclusión de HST. En cocidas fue mayor por la pérdida de agua. El bajo tenor graso permitiría clasificar a las carnes como “bajas en grasa” (10 %), según

el Servicio de Alimentos y Nutrición del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (FNS/USDA, 2012), y está por debajo del valor deseable (8 %) planteado por Troy *et al.* (1999) y Allen *et al.* (1999) para mantener las características sensoriales en este tipo de producto. En los últimos años se ha observado una tendencia hacia la formulación de alimentos “bajos en grasas”, debido a la asociación entre su elevada ingesta y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Izquierdo *et al.*, 2007).

En relación a las cenizas, la inclusión de HST diferenció ( $p < 0,05$ ) marcadamente los grupos homogéneos, conformándose en las

carnes crudas un grupo homogéneo que correspondió a la formulación 0 % HST y otro grupo integrado por las formulaciones 3, 6 y 9 %; y en las carnes cocidas, 3 grupos, donde las formulaciones 6 y 9 % conformaron uno. La inclusión de HST incrementó los contenidos de cenizas en las carnes crudas y cocidas.

Taşkaya *et al.* (2003) elaboraron carne para hamburguesas de trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) utilizando carne fresca y carne congelada-descongelada, determinando, respectivamente, contenidos porcentuales de humedad (63,61 y 61,87), proteína (16,63 y 17,50), grasa (1,95 y 2,87) y cenizas (3,38 y 3,33) similares a los obtenidos en este trabajo en la formulación sin inclusión de HST. Mahmoudzadeh *et al.* (2010) elaboraron carnes de hamburguesa a partir de pulpa de 2 especies de pescado *Pseudorhombus elevatus* y *Saurida undosquamis*, previamente descongelados. Las carnes formadas fueron rebosadas, empanizadas, freídas a 180 °C x 30 s en aceites vegetales, rápidamente congeladas a -40 °C x 45 min, empacadas en bolsas y almacenadas a -18 °C x 5 meses. Para ambas especies determinaron, respectivamente, contenidos de humedad 65,58 y 67,55 %; proteína 19,01 y 18,69 %; grasa 6,73 y 5,45 y cenizas 2,71 y 2,87 %; similares en mayor medida a los determinados en este trabajo para las formulaciones con inclusión de 9 % de HST, excepto en los contenidos de cenizas, que fueron mayores en este trabajo (Cuadro 2). Estos autores emplearon aislado de proteína de soya en concentración de 1 % en la formulación. HassabAlla *et al.* (2009) en carnes para hamburguesas de bagre (*Clarias* spp.) empleando diferentes métodos de cocinado (freído en aceite vegetal, horneado y en parrilla), determinaron en muestras crudas y cocidas, respectivamente, contenidos de humedad 71,23 y 53,79-63,40 %; proteína 18,67 y 24,62-31,92 %; grasa 5,55 y 7,25-9,11 % y cenizas 1,70 y 1,95-2,23 %; estos valores son coincidentes con los de este trabajo por la pérdida de agua e incrementos de la proteína,

grasa y cenizas en las cocidas, por efecto del tratamiento térmico.

### Análisis microbiológicos

De los 4 productos desarrollados se puede observar en el Cuadro 3, que en las formulaciones hay indicación de inocuidad alimentaria, encontrándose todos los valores por debajo de lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 2127-1998 para hamburguesa (COVENIN, 1998) y otras normas de referencia.

En una planta procesadora de alimentos el principal riesgo latente es la propagación microbiana, la cual incide en el proceso de elaboración de los productos. Un bajo conteo de microorganismos se debe a la utilización de materias primas frescas y con buen manejo sanitario, altas temperaturas de cocción o en los diferentes tratamientos térmicos, además de un rápido enfriamiento del producto y utilización de empaque adecuado (García *et al.*, 2005; Izquierdo *et al.*, 2007).

La mayoría de los microorganismos cuantificados provienen de la materia prima, los condimentos y las especias que pueden contener esporas que no se ven afectadas por el proceso térmico y que son causantes del deterioro de los productos finales (Hleap *et al.*, 2010). Por otra parte, la carne del pescado por su alto contenido en humedad, pH cercano a la neutralidad y su alto valor nutritivo, constituyen un excelente medio de cultivo para el crecimiento de los microorganismos; debido a esto, se hace obligatorio realizar pruebas microbiológicas para garantizar un producto apto para el consumo humano desde el punto de vista microbiológico y sanitario (Izquierdo *et al.*, 2007).

### Evaluación sensorial

Los cambios en los parámetros sensoriales de las muestras se presentan en el Cuadro 4. En la apariencia, la blandura y el sabor se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 3.-** Análisis microbiológico de las 4 formulaciones crudas de carne para hamburguesa de cachama con diferentes inclusiones de HST.

Análisis	Inclusión de HST (%)				Norma COVENIN	Requisitos*	
	0	3	6	9		m	M
Aerobios mesófilos (UFC/g)	$6 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$6 \times 10^3$	902:87	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	1104:1996	43	93
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	< 100	< 100	< 100	< 100	1292:89	$10^2$	$10^3$
Mohos (UFC/g)	< 10	20	25	30	1337:1990	$10^2$	$10^3$
Levaduras (UFC/g)	< 10	20	25	30	1337:1990	$10^3$	$10^4$
<i>Salmonella</i> en 25 g de muestra	negativo	negativo	negativo	negativo	1291:88	0	-

$n = 3$ , por duplicado.

HST: harina de soya texturizada. m = límite mínimo o único. M = límite máximo.

\* La norma venezolana para hamburguesa COVENIN 2127-1998 (COVENIN, 1998) solo establece requisitos para aerobios mesófilos, *E. coli* y *Salmonella*. Para *S. aureus* y mohos y levaduras, los requisitos en el cuadro corresponden a los establecidos en la Norma Venezolana FONDONORMA (NVF) 412:2005 Salchicha cocida (FONDONORMA, 2005a), NVF 3305-2005 Pechuga cocida (FONDONORMA, 2005b), NVF 2126:2006 Chorizo cocido (FONDONORMA, 2006) y NVF 3720:2008 Chuleta ahumada (FONDONORMA, 2008).

**Cuadro 4.-** Valores promedios de rangos\* de la evaluación sensorial de las 4 formulaciones cocidas de carne para hamburguesa de cachama con diferentes inclusiones de HST.

Atributos	Inclusión de HST (%)			
	0	3	6	9
Apariencia	2,56 <sup>a</sup>	2,27 <sup>a</sup>	2,92 <sup>b</sup>	2,85 <sup>b</sup>
Color	2,64 <sup>a</sup>	2,66 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>
Blandura	2,32 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,53 <sup>a</sup>	2,75 <sup>b</sup>
Sabor	2,53 <sup>b</sup>	2,37 <sup>b</sup>	2,16 <sup>ab</sup>	2,04 <sup>a</sup>
Jugosidad	2,66 <sup>a</sup>	2,56 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>

\* El valor de mediana fue 2,0.

Letras en una fila con distinto superíndice, son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Con respecto a la apariencia, la inclusión de 6 y 9 % de HST, conformó un grupo homogéneo que se diferenció estadísticamente ( $p < 0,05$ ) de otro grupo

integrado por las formulaciones de 0 y 3 % de HST.

La blandura aumentó de manera proporcional al incremento porcentual en la

inclusión de HST y las formulaciones con 0, 3 y 6 % de HST representaron un grupo que se diferenció significativamente ( $p < 0,05$ ) de la formulación con 9 %.

El sabor del producto desagradó a medida que se incorporó la HST. Algunos consumidores hicieron asociaciones de sabor a carne de pollo, mariscos y hervidos de pollo. Pinedo-F. y Ordóñez-G. (2010) elaboraron carnes para hamburguesas (9 formulaciones) usando la misma especie de pescado que en este trabajo mezclada con diferentes relaciones de soya texturizada: aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Sensorialmente determinaron que la de nivel medio de inclusión de soya texturizada (2,5 %) tuvo el mejor sabor, y citan, indicando, que niveles bajos y muy altos de soya texturizada afectan considerablemente el atributo sabor.

Desde el punto de vista general, la apariencia agradó más en las formulaciones 6 y 9 %, la blandura en 9 %, y el sabor en el control (0 %), seguido de 3 %.

El color y la jugosidad contribuyeron muy poco a la verificación de la calidad sensorial de las carnes para hamburguesas de pescado con HST. Mahmoud y Badr, (2011) no encontraron diferencias en la evaluación sensorial del color de muestras de carnes para hamburguesas cocidas (irradiadas y no irradiadas) formuladas con diferentes niveles de aceite de oliva y afrecho de trigo en reemplazo de la grasa de carne de vacuno.

Su *et al.* (2013) en la evaluación sensorial de carnes para hamburguesas formuladas con 0, 20 y 25 % de okara (subproducto generado de la elaboración de leche de soya), encontraron que la jugosidad, apariencia, blandura y aceptabilidad general de las carnes formuladas con 20 y 25 % no difirieron del control, pero si en el sabor en la formulación con 25 %; por lo que recomendaron la formulación con 20 %.

Al respecto, muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura en carne cruda) y de aceptación (jugosidad y blandura en

carne cocinada) dependen de su capacidad para retener el agua, componente más abundante de la carne (65-80 %); sin embargo, la cantidad de agua en el tejido muscular puede ser muy variable debido a la pérdida posible después de beneficiado el animal y durante el almacenamiento, afectando la calidad de la carne (Rengifo-Gonzales y Ordóñez-Gómez, 2010).

## CONCLUSIONES

- La pulpa de pescado cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) proporcionó una respuesta tecnológica en la elaboración de carnes para hamburguesas y constituye una alternativa de procesamiento con otras materias primas de origen vegetal e inclusión de HST, para mejorar características químicas y atributos sensoriales.
- En las carnes para hamburguesas, a mayor adición de HST se favoreció la retención de agua durante la cocción y se elevó el contenido de proteína, grasa y cenizas en las carnes crudas y cocidas.
- El análisis microbiológico reveló inocuidad alimentaria en las carnes para hamburguesas crudas, encontrándose todos los valores por debajo de lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 2127-1998 para hamburguesa y otras normas de referencia.
- No hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el color y la jugosidad de las carnes de hamburguesa de pescado cocidas por la inclusión de HST, en cambio la apariencia de las carnes de hamburguesa agradó más en las formulaciones 6 y 9 %; la blandura en 9 % y el sabor en el control (0 %), seguido de 3 %.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, M. 2001. La cadena agroalimentaria de alimentos balanceados para acuicultura en Venezuela. Tesis. Decanato de Estudios de Postgrado, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela. 70 p.
- Allen, Paul; Dreeling, Niamh; Desmond, Eoin; Hughes, Eimear; Mullen, Ann Maria and Troy, Declan. 1999. New technologies in the manufacture of low fat meat products. Dublin, Ireland: Teagasc-The National Food Centre.
- AMSA. 1995. American Meat Science Association. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago, IL, USA: American Meat Science Association-National Live Stock and Meat Board.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (15ta. ed.). Washington, USA.
- Badui-Dergal, Salvador. 2006. Química de los alimentos. (4ta. ed.). México: Pearson Educación de México, S. A. de C. V. pp. 633-650.
- Barrero, Marinela; Paredes, Ana; Romero, Oneida y Poleo, Germán A. 2012. Proximate composition and flesh quality of red bellied pacu, *Piaractus brachypomus*, cultured in two different closed systems. *Agronomía Tropical*. 30(3):263-268.
- Bochi, Vivian C; Weber, Jucieli; Ribeiro, Cristiane P; Victório, André de M. and Emanuelli, Tatiana. 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Bioresource Technology*. 99(18):8844-8849.
- Cabello, A.M.; Figuera, E.; Ramos, M.C. y Villegas, L. 1995. Nuevos productos pesqueros en la dieta del venezolano. *Fonaiap Divulga*. N° 49. [http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd49/pesca.htm](http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd49/pesca.htm)
- Çaklı, Şükran; Taşkaya, Lâtif; Kisla, Duygu; Çelik, Ufuk; Ataman, Cal Altinel; Cadun, Asli; Kilinc, Berna and Maleki, Ramin Haji. 2005. Production and quality of fish fingers from different fish species. *Eur. Food Res. Technol.* 220(5-6):526-530.
- CCI. 2006. Corporación Colombia Internacional. Pesca y Acuicultura Colombia 2006. [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/200833174541\\_Info\\_rmePescaCompleto.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200833174541_Info_rmePescaCompleto.pdf)
- Chacín, F. 2000. Diseño y análisis de experimentos. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay: Ediciones del Vicerrectorado Académico.
- Cortez-Solis, Juan. 2000. Técnicas de procesamiento y preservación de peces y moluscos. En Desarrollo de la acuicultura en la amazonia continental. Seminario Taller Internacional. 02-03 diciembre 1999, Iquitos, Perú. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. (pp. 111-114). Lima Perú: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- COVENIN. 1987. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri (2da. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 902:87. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1988. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Aislamiento e identificación de *Salmonella* (1ra. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 1291:88. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1989. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Aislamiento e identificación de *Staphylococcus aureus*. Norma Venezolana COVENIN 1292:89. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1990. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Método

- para recuento de mohos y levaduras (1ra. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 1337:1990. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1996. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *Escherichia coli* (2da. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 1104:1996. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1998. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Hamburguesa (1ra. Revisión). Norma Venezolana COVENIN 2127:1998. Caracas, Venezuela.
- El-Magoli, Salwa B.; Laroia, S. and Hansen, P.M.T. 1996. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Science*. 42(2):179-193.
- Elif-Bilek, A. and Turhan, Sadettin. 2009. Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. *Meat Science*. 82(4):472-477.
- FAO. 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. State of world aquaculture 2006. FAO Fisheries Technical Paper, N° 500. Rome.
- FAO. 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma, Italia: Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO. <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>
- Fernández-Ramírez, Andreína; Izquierdo-Córser, Pedro; Valero-Leal, Kutchynskaya; Allara-Cagnaso, María; Piñero-González, María y García-Urdaneta, Aiza. 2006. Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la calidad microbiológica de carne de hamburguesa. *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XVI(4):428-437.
- FNS/USDA. 2012. Food and Nutrition Service/United States Department of Agriculture. USDA foods fact sheet for schools & child nutrition institutions. 100162 - beef, patties, lean, ground, raw, 10 % fat, iqf. [http://www.fns.usda.gov/fdd/schfacts/WBSCM/100162\\_BeefPattiesLean10pctFat\\_40lb\\_April2012.pdf](http://www.fns.usda.gov/fdd/schfacts/WBSCM/100162_BeefPattiesLean10pctFat_40lb_April2012.pdf)
- FONDONORMA. 2005a. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Salchicha cocida (3ra. Revisión). Norma Venezolana FONDONORMA 412:2005. Caracas, Venezuela.
- FONDONORMA. 2005b. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Pechuga cocida (1ra. Revisión). Norma Venezolana FONDONORMA 3305:2005. Caracas, Venezuela.
- FONDONORMA. 2006. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Chorizo cocido (3ra. Revisión). Norma Venezolana FONDONORMA 2126:2006. Caracas, Venezuela.
- FONDONORMA. 2008. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Chuleta ahumada (1ra. Revisión). Norma Venezolana FONDONORMA 3720:2008. Caracas, Venezuela.
- Fortin, Jacinthe y Desplancke, Catherine. 2001. Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S. A.
- García, Aiza; Izquierdo, Pedro; Uzcátegui-Bracho, Soján; Faría, José F; Allara, María y García, Aleida C. 2005. Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y aceptabilidad. *Revista Científica FCV-LUZ*. 15(3):272-278.
- García, Oscar; Acevedo, Iria; Mora, José A.; Sánchez, Argenis y Rodríguez, Henry. 2009. Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con harina de soya texturizada. *Revista UDO Agrícola*. 9(4):951-962.

- Gil, Humberto; Chung, Kyung S.; Lemus, Mairin y Altuve, Douglas. 2003. Relación ARN/ADN como índice de condición fisiológica del híbrido de la cachama *Colossoma macropomum* y el morocoto *Piaractus brachypomus* durante el desarrollo embrionario. *Revista de Biología Tropical*. 51(Supl. 4):91-96.
- González, Ángel; Márquez, Arístide; Senior, William y Martínez, Gregorio. 2007. Constituyentes minerales del morocoto *Piaractus Brachypomus* en el Orinoco Medio de Venezuela. *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XVII(4):325-329.
- Gutiérrez-Pulido, Humberto y De La Vara-Salazar, Román. 2008. Análisis y diseño de experimentos. (2da. ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- HassabAlla, A.Z.; Mohamed, G.F.; Ibrahim H.M.; AbdElMageed, M.A. 2009. Frozen cooked catfish burger: effect of different cooking methods and storage on its quality. *Global Veterinaria*. 3(3):216-226.
- Hernández-Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos y Baptista-Lucio, Pilar. 2006. Metodología de la investigación (4ta. ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Hleap, José Igor; Gutiérrez, Anyela y Rivera, Leidy Johana. 2010. Análisis microbiológico y sensorial de productos elaborados de surimi de carduma (*Cetengraulis mysticetus*) y plumuda (*Opisthonema* spp.). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 8(2):57-65.
- Izquierdo, Pedro; García, Aiza; Allara, María; Rojas, Evelin; Torres, Gabriel y González, Peggy. 2007. Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de cachama negra (*Colossoma macropomun*). *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XVII(3):294-300.
- Köse, Sevim; Boran, Muhammet and Boran, Gökhan. 2006. Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods. *Food Chemistry*. 99(1):129-135.
- Macedo-Silva, A.; Shimokomaki, M.; Vaz, A.J.; Yamamoto, Y.Y. and Tenuta-Filho, A. 2001. Textured soy protein quantification in commercial hamburger. *Journal of Food Composition and Analysis*. 14(5):469-478.
- Mahmoud, Karema A. and Badr, Hesham M. 2011. Quality characteristics of gamma irradiated beefburger formulated with partial replacement of beef fat with olive oil and wheat bran fibers. *Food and Nutrition Sciences*. 2:655-666.
- Mahmoudzadeh, M.; Motallebi, A.A.; Hosseini, H.; Haratian, P.; Ahmadi H.; Mohammadi, M. and Khaksar, R. 2010. Quality assessment of fish burgers from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus*) and brushtooth lizardfish (*Saurida undosquamis*) during storage at -18 °C. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 9(1):111-126.
- Melgarejo, Indhira y Maury, María. 2002. Elaboración de hamburguesa a partir de *Prochylodus nigricans* "Boquichico". *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*. 2(1):79-87.
- Mesa-Granda, Martha N. y Botero-Aguirre, Mónica. 2007. La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20(1):79-86.
- Montgomery. D.C. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Mora, José Abraham. 2005. Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun* x *P. brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. *Bioagro*. 17(3):161-169.

- MPA. 2012. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Brasil 2010. [http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf)
- Nascimento, A.F.; Maria, A.N.; Pessoa, N.O. Carvalho, M.A.M. and Viveiros, A.T.M. 2010. Out-of-season sperm cryopreserved in different media of the Amazonian freshwater fish pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). *Animal Reproduction Science*. 118(2-4):324-329.
- Novoa-R., Daniel F. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: presente y futuro. Caracas, Venezuela: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras-Instituto Nacional de la Pesca y Acuicultura (INAPESCA).
- Oetterer, M. 2002. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba, RS, Brasil: Livraria e Editora Agropecuária, Ltda.
- Pinedo-F., Jhenny Isabel y Ordóñez-G., Elizabeth Susana. 2010. Elaboración de hamburguesa de paco (*Piaractus brachypomus*) usando soya texturizada y aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Revista ECIPerú*. 7(2):86-90.
- Piñero, M.P.; Parra, K.; Huerta-Leidenz, N.; Arenas de Moreno, L.; Ferrer, M.; Araujo, S. and Barboza, Y. 2008. Effect of oat's soluble fibre ( $\beta$ -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beet patties. *Meat Science*. 80(3):675-680.
- Piñero-C., María Patricia; Ferrer-M., Mary Ann; Arenas de Moreno, Lilia; Huerta-Leidenz, Nelson; Parra-Q, Katynna C. y Araujo de R., Sylvia. 2005. Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XV(3):279-285.
- Piñero-C., María Patricia; Ferrer-M., Mary Ann; Arena de Moreno, Lilia; Huerta-Leidenz, Nelson; Parra-Q, Katynna C. y Barboza de M., Yasmina. 2004. Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesa de res "bajas en grasas" elaboradas con  $\beta$ -glucano. *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XIV(6):500-505.
- Price, James F. y Schweigert, Bernard S. 1994. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. (2 da. ed.). Zaragoza, España: Editorial Acribia, S. A.
- Puig-Peña, Yamila; Leyva-Castillo, Virginia y Martino-Zagovalov. 2008. Virus en alimentos. En *Temas de higiene de los alimentos*. (pp. 72-80). La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas.
- Rengifo-Gonzales, Lenard Ibsen y Ordóñez-Gómez, Elizabeth S. 2010. Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco. *Revista ECIPerú*. 7(2):77-85.
- Riaño, F.Y.; Landines, M.A. y Díaz, G.J. 2011. Efecto de la restricción alimenticia y la realimentación sobre la composición del músculo blanco de *Piaractus brachypomus*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 58(2):84-98.
- Sánchez-Pineda de las Infantas, M<sup>a</sup>.Teresa. 2003. *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*. Madrid, España: A. Madrid Vicente, Ediciones-Ediciones Mundi-Prensa. pp. 310-322.
- Sehgal, H.S. and Sehgal, G.K. 2002. Aquacultural and socio-economic aspects of processing carps into some value-added products. *Bioresource Technology*. 82(3):291-293.
- Su, Simone Ing Tie; Yoshida, Cristiana Maria Pedroso; Contreras-Castillo, Carmen Josefina; Quiñones, Eliane Marta y Venturini, Anna Cecilia. 2013. Okara, a soymilk industry by-product, as a non-meat protein source in reduced fat beef burgers. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brazil)*. 33(Supl. 1):52-56.

- Tafur-Gonzales, Jimmy; Alcántara-Bocanegra, Fernando; Del Águila-Pizarro, Marina; Cubas-Guerra, Rosana; Mori-Pinedo, Luis y Chu-Koo, Fred. 2009. Paco *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, *Chaetobranchius semifasciatus* (Cichlidae). *Folia Amazónica*. 18(1-2):97-104.
- Taki, G.H. 1991. Functional ingredient blend produces low-fat meat products to meet consumer expectations. *Food Technology*. 45(11):70-74.
- Taşkaya, Lâtif; Çaklı, Şükran; Kışla, Duygu and Kılınç, Berna. 2003. Quality changes of fish burger from Rainbow trout during refrigerated storage. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi - E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 20(1-2):147-154.
- Torres y Torres, Nimbe y Tovar-Palacio, Armando R. 2009. La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud. *Salud Pública de México*. 51(3):246-254.
- Troy, Declan J.; Desmond, Eoin M. and Buckley, D.J. 1999. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79(4):507-516.
- Yerlikaya, Pinar; Gokoglu, Nalan and Uran, Harun. 2005. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *European Food Resesarch & Technology*. 220(3-4):287-291.