

## Elaboración de un escabeche a base de carne del caracol dulceacuícola *Pomacea flagellata* (Mesogastropoda: Ampullariidae), Tabasco, México

### Preparation of marinade with *Pomacea flagellata* (Mesogastropoda: Ampullariidae) pickled snail meat from Tabasco, Mexico

Edgar Estuardo Ramírez-Muñoz\*, Martha Isabel Centeno-Zúñiga\*, Heradia Pascual-Cornelio\*, Emilio Jesús Maldonado-Enríquez\*, Malaquías Hernández-Ortiz\*, Juan Guzmán-Ceferino\*\*, Martha Esther May-Gutiérrez\*, Carlos Alberto Cuenca-Soria\*✉

Ramírez-Muñoz, E. E., Centeno-Zúñiga, M. I., Pascual-Cornelio, H., Maldonado-Enríquez, E. J., Hernández-Ortiz, M., Guzmán-Ceferino, J., ... & Cuenca-Soria, C. A. (2021). Elaboración de un escabeche a base de carne del caracol dulceacuícola *Pomacea flagellata* (Mesogastropoda: Ampullariidae), Tabasco, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 29(82), 5-14.

#### RESUMEN

Los caracoles del género *Pomacea*, conocidos como caracoles de pantano, representan gran relevancia desde los puntos de vista ecológico, trófico y alimentario. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un escabeche de caracol de río *Pomacea flagellata*, en Tabasco, México. Se realizaron análisis bromatológicos al escabeche de caracol, para conocer su composición química; microbiológicos, con fines de inocuidad, y sensoriales para dilucidar el grado de aceptabilidad por el consumidor. Se encontró que el escabeche a base de caracol *P. flagellata* presenta alta inocuidad (coliformes totales

y levaduras, 0 NMP g<sup>-1</sup> y 0 UFC g<sup>-1</sup>, respectivamente). Los resultados confirman que la carne del caracol de pantano presenta niveles medios de proteína (11.3 ± 2.6%) y bajos niveles de grasas (4.5 ± 1.1%). En conclusión, fue posible obtener un escabeche de caracol *P. flagellata* de alto valor inocuo, nutricional y de aceptación por el consumidor.

#### ABSTRACT

Snails of the genus *Pomacea*, commonly known as swamp snails, are of great relevance from an ecological, trophic, and nutritional point of view. The objective of this research was to prepare pickled snail marinade using *Pomacea flagellata* meat from Tabasco, Mexico. Bromatological analyses were conducted to know the escabeche's chemical composition, as well as microbiological analyses for safety purposes and sensory tests to clarify consumer acceptability. The *P. flagellata* snail-based marinade was found to be highly safe (total coliform and yeast, 0 NMP g<sup>-1</sup> and 0 UFC g<sup>-1</sup>, respectively). Results confirm that swamp snail meat has average levels of protein (11.3 ± 2.6%) and low-fat levels (4.5 ± 1.1%). In conclusion, the marinade made from pickled *P. flagellata* snail had a high degree of safety and nutritional value and was greatly accepted by consumers.

**Palabras clave:** escabeche; caracol; *Pomacea flagellata*; Tabasco; México.

**Keywords:** snail; marinade; *Pomacea flagellata*; Tabasco; Mexico.

Recibido: 5 de mayo de 2020, Aceptado: 12 de febrero de 2021

\* División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Tenosique-Estapilla km 1, Colonia Solidaridad, C. P. 86901, Tenosique, Tabasco, México. Correo electrónico: edgarestuardorm@gmail.com; martha.centeno@ujat.mx; heradia@hotmail.com; emilio.maldonado@ujat.mx; malaquias.hernandez@ujat.mx; martha.may@ujat.mx; cccp0900@hotmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1610-6814>; <http://orcid.org/0000-0002-3119-1482>; <http://orcid.org/0000-0003-1624-0685>; <http://orcid.org/0000-0002-3640-4811>; <http://orcid.org/0000-0001-6462-9332>; <http://orcid.org/0000-0002-3128-4304>; <http://orcid.org/0000-0001-7954-9845>

\*\* División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa km 25+2, Villahermosa Centro, C. P. 86298, Tabasco, México. Correo electrónico: juan.guzman@ujat.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-9527>

✉ Autor para correspondencia

#### INTRODUCCIÓN

Hoy día, a pesar de la alta biodiversidad de especies animales y vegetales en el sureste de México, son comunes las deficiencias nutrimentales en sus comunidades rurales. Lo anterior se asocia al bajo poder adquisitivo de las familias para

abastecerse de alimentos con alto contenido nutrimental que comúnmente acusan altos costos en el mercado local. Es necesario buscar alternativas de aprovechamiento de los múltiples recursos alimentarios que ofrece la región. Por otro lado, la disponibilidad de fuentes proteínicas no convencionales para el consumo humano en zonas del trópico-húmedo del sureste mexicano es vasta (Cuenca Soria et al., 2013; Frías-Quintana, Álvarez-González, & Márquez-Couturier, 2010). Para ello México cuenta con una gran extensión de ríos con alta biodiversidad faunística, donde sobresalen los crustáceos (Álvarez et al., 2014; Villalobos-Hiriart, Cantú, & Lira-Fernández., 1993), peces (Castillo-Domínguez et al., 2015; Chávez-Lomelí, Mattheeuws, & Vega, 1989) y moluscos (Naranjo-García, 2003; Vázquez-Silva, Castro-Barrera, Castro-Mejía, & Mendoza-Martínez, 2011).

El caracol tote *Pomacea flagellata* se encuentra en ecosistemas lacustres del sureste de México y cuyas propiedades constituyen un alto valor nutrimental para el consumo humano. Es el caracol de agua dulce más grande del mundo, pudiendo llegar a alcanzar los 15 cm de longitud en estado adulto. Se colecta en las aguas dulces tropicales de Mesoamérica para consumo de las comunidades ribereñas del sureste mexicano (Iriarte-Rodríguez & Mendoza-Carranza, 2007), donde sus altos índices de eclosión (90%), múltiples desoves, desarrollo directo, rápido crecimiento y capacidad de adaptación (Granados, 1996), hacen de él una especie con amplio potencial de cultivo desde un punto de vista comercial con fines de consumo humano.

Es una especie herbívora muy voraz que se alimenta de numerosas especies de plantas acuáticas de fácil digestión (Rodríguez Carrera, Sorolla Barber, Nuñez Seoane, García Floria, & Hernández Casorrán, 2014). La hipótesis que se plantea es que dadas sus posibles bondades nutrimentales en conjunto con su presentación en escabeche como valor agregado, el caracol *P. flagellata* constituye una alternativa alimentaria en México; por lo que el objetivo de la presente investigación fue elaborar un escabeche a base de caracol *P. flagellata*; así como dilucidar sus propiedades nutrimentales, de inocuidad y grado de aceptación por el consumidor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares adultos de *P. flagellata* ( $n=100$ ) fueron colectados en la laguna Playa Larga (17.936667° y -19.809444°, latitud y longitud decimales, respectivamente) del municipio de Jonuta, Tabasco, México. La colecta se realizó en la temporada de estiaje, cuando el nivel del agua es somero.

### Preparación del escabeche

Los caracoles fueron lavados con abundante agua de la llave, sacrificados por shock térmico, colocándolos en agua a 80 °C durante 15 min. Los caracoles fueron desconchados, eviscerados, lavados y puestos a cocción a 100 °C durante 120 min para el ablandamiento de la carne (figura 1). Los caracoles, junto con la cebolla, pimienta entera y los ajos, se dejaron a fuego medio en 350 ml de vinagre por 5 min. Se agregaron los nopales, la zanahoria, los chiles y los demás aditivos previamente limpiados y cortados, más 150 ml de aceite de oliva. La mezcla fue puesta a cocción por 15 min a fuego medio. Finalmente, se colocaron hojas de laurel a la mezcla con los caracoles previamente cocinados. El producto final (figura 3), se dejó reposando en condiciones de refrigeración.



Figura 1. Carne de caracol para la elaboración de escabeche de *P. flagellata*.

Fotografía de Edgar Estuardo Ramírez- Muñoz.

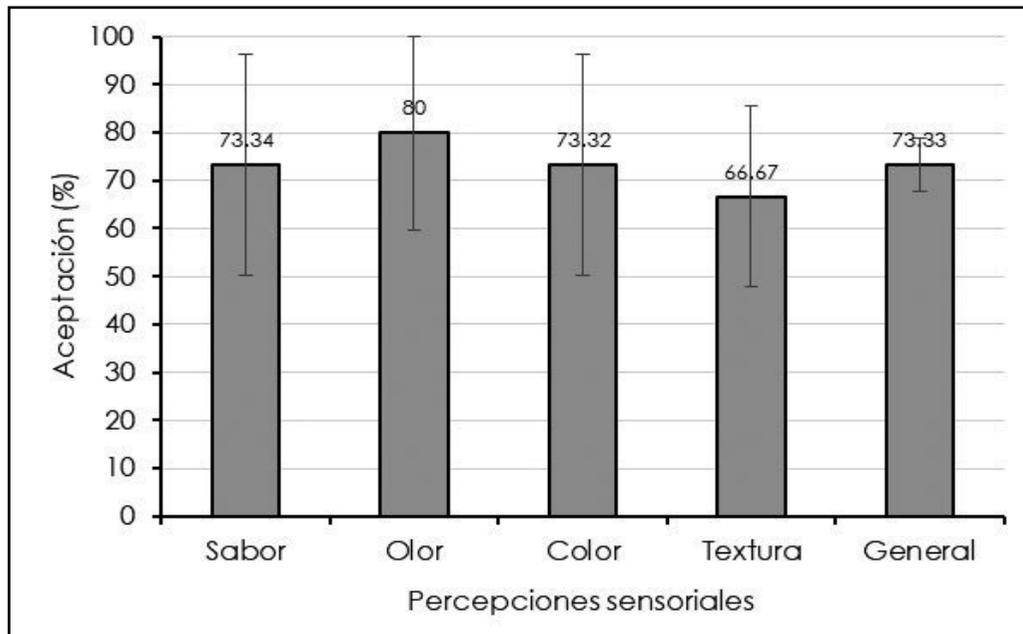


Figura 2. Nivel de aceptación por el consumidor del escabeche de caracol *Pomacea flagellata*. Elaboración propia.

### Análisis bromatológicos

Los análisis bromatológicos fueron llevados a cabo según Yanes (1985). El contenido de humedad fue determinado como sigue. En un horno marca Binder se obtuvo el peso constante de crisoles (uno por muestra, y por duplicado) a 105 °C por 24 h. Los crisoles con 10 g de muestra, se pesaron en una balanza analítica marca Ohaus-Pionner con resolución 0.00001g, y se colocaron en el horno a 105 °C por 4 h. Una vez enfriados los crisoles con las muestras, fueron nuevamente pesados para obtener el peso final. La humedad según la fórmula:

$$\%H = \frac{(M1-M2)}{(M1-M0)} \times 100$$

donde: %H= Porcentaje de humedad de la muestra, M0= Peso constante del crisol sin la muestra (g), M1= Peso de la muestra antes del secado (g) y M2= Peso de la muestra después del secado (g). El análisis de ceniza se procedió precalcinando las muestras para el análisis de humedad, sobre una placa de calentamiento. Posteriormente los crisoles

fueron expuestos a 500 °C por 4 h. Para determinar el contenido de ceniza, se empleó la fórmula que sigue:

$$\%CT = \frac{(MCYC - MCV)}{(MCYMS - MCV)} * 100$$

donde: %CT= Contenido de ceniza (%), MCV= Masa del crisol vacío (g), MCYMS= Masa del crisol y la muestra seca (g), MCYC= Masa del crisol y la muestra calcinada (g).

Para el análisis de proteína, se siguió el método de Kjeldahl, digiriendo 0.1 g de muestras por separado en presencia de ácido sulfúrico concentrado (15 ml), pastilla catalítica y una perla de cristal; en tubos para digestión marca Labconco de 250 ml, dentro de un módulo de calentamiento de cerámica de 12 unidades (Labconco, Rapid digester) durante 1 h. Se añadieron 100 ml de ácido bórico al 2% e hidróxido de sodio a 50%, con solución indicadora de azul de metileno-rojo de metilo, para ser puestas a destilar en una unidad de destilación Rapid Still II (Labconco, módulo semiautomático). Las muestras fueron

puestas a titular con ácido clorhídrico al 0.02 N. Los cálculos de nitrógeno proteínico fueron realizados de acuerdo con la fórmula:

$$\%N = (6.25) * \frac{(Vn-Vb)(N)(meq)}{(Pmuestra)} * (100)$$

donde: %N= Nitrógeno proteico, Vn= Volumen de HCl gastado en la muestra (ml), Vb= Volumen de HCl gastado en el blanco (ml), N= Normalidad del HCl, Meq= Miliequivalentes gramo del nitrógeno, Pmuestra= Peso de la muestra (mg). El factor de corrección para carne y derivados, así como para vegetales, igual a 6.25 (AOAC, 2000). Finalmente, el contenido de grasa se evaluó primero llevando a peso constante el matraz marca Soxhlet (por muestra) a 105 °C segregándolas por reflujo, con éter de petróleo como disolvente, mediante un sistema de tubos refrigerantes. Las muestras fueron lavadas en el sistema por 4 h. Una vez evaporado el éter a 105 °C se estimaron los porcentajes de inclusión de lípidos mediante la fórmula:

$$\%G = \frac{MG}{MT} \times 100$$

donde: MG= Gramos de grasa y MT= Gramos de muestra.

### Análisis microbiológicos

La determinación de coliformes totales, se llevó a cabo de acuerdo a la NOM-113-SSA1-1994 (SSA, 1995) para determinación de coliformes totales, en productos alimenticios. Las muestras fueron homogeneizadas en 90 ml de solución diluyente de agua peptonada, a partir de la cual se obtuvieron diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , de las cuales se tomó 1 ml para inocular por triplicado en 9 ml de Caldo Lauril Triptosa en tubos de ensayo con tubos marca Durham. Las mezclas se incubaron a 35 °C por 24 h, de donde las muestras con presencia de gas y turbiedad se consideraron positivas. La prueba confirmativa consistió en inocular por separado 1 ml de muestras con crecimiento positivo en tubos con 9 ml de caldo Lactosa Bilis Verde Brillante y la inclusión de una campana de Durham invertida para incubarse a 35 °C por 24 h. Las muestras que no observaron presencia de gas y turbidez fueron de

nuevamente incubadas en las mismas condiciones. La prueba concluyó pasadas 48 h, considerando crecimiento positivo aquellas muestras con presencia de gas y turbidez.

Los mohos y levaduras se determinaron de acuerdo con la NOM-110-SSA1-1994 (SSA, 1995), donde se describe el proceso para la determinación de mohos y levaduras en alimentos. A 1 ml de muestra líquida directa se añaden 15 ml de agar papa dextrosa acidificado a 45 °C en baño de agua. Las muestras en cajas de Petri (incluyendo las diluciones), fueron agitadas de forma circular cuidadosamente, en el sentido de las manecillas del reloj hasta solidificarse. Por último, las cajas de Petri con las muestras fueron incubadas a 25 °C entre tres y cinco días. Después de cinco días, se seleccionaron las placas que tenían entre 10 y 150 colonias y fueron consideradas de crecimiento positivo.

### Análisis sensoriales

Se realizaron las pruebas sensoriales (olor, sabor, color y textura), del escabeche de caracol *P. flagellata*, para dilucidar el grado de aceptabilidad por el consumidor. Para ello, se empleó la escala hedónica de 9 puntos (Drake, Lopetcharat, & Drake, 2009).

## RESULTADOS

### Análisis bromatológicos

Los análisis químicos proximales del escabeche de caracol *P. flagellata*, se muestran en la tabla 1. Es posible apreciar un contenido de humedad de  $74.0 \pm 3.2\%$ , ceniza de  $3.3 \pm 0.8\%$ , proteína de  $11.3 \pm 2.6\%$  y lípidos de  $4.5 \pm 1.1\%$ . Asimismo, es posible observar la composición química proximal de la carne de *P. flagellata*, en la columna izquierda de la tabla 1, donde destaca un  $88.6\% \pm 2.8\%$  de proteína.

### Análisis microbiológicos

Con lo que respecta a los estudios microbiológicos, el escabeche de caracol *P. flagellata* mostró alto grado de inocuidad, ya que como se muestra en la tabla 2 se obtuvieron 0 UFC  $g^{-1}$  y 0 NMP  $g^{-1}$  para levaduras y coliformes totales, de modo respectivo. En adición, las pruebas arrojaron 0 UFC  $g^{-1}$  para mohos.

Tabla 1

*Composición proximal del escabeche de caracol Pomacea flagellata*

Análisis químico proximal	Contenido (g) por cada 100 g de muestra	
	Carne de <i>P. flagellata</i>	Escabeche de <i>P. flagellata</i>
Humedad	88.6 ± 2.8	74.0 ± 3.2
Ceniza	8.9 ± 0.6	3.3 ± 0.8
Proteína	72.7 ± 1.8	11.3 ± 2.6
Grasa	1.8 ± 0.2	4.5 ± 1.1

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2

*Análisis microbiológicos de escabeche del caracol Pomacea flagellata*

Análisis microbiológicos	Valores UFC-NMP g <sup>-1</sup> de muestra
Mohos	0 UFC g <sup>-1</sup>
Levaduras	0 UFC g <sup>-1</sup>
Coliformes totales	0 NMP g <sup>-1</sup>

Nota: UFC= Unidades formadoras de colonias. NMP= Número más probable de bacterias. Elaboración propia.

**Análisis sensorial**

Los niveles de aceptación del escabeche de caracol *P. flagellata*, reflejadas en las cuatro categorías de prueba (sabor, olor, color y textura), se pueden mostrar en la figura 2. El nivel de aceptación promedio de los panelistas en cuanto al sabor, olor, color y textura del escabeche, fue de  $73.3 \pm 22.9$ ,  $80.0 \pm 20.2$ ,  $73.3 \pm 22.9$  y  $66.7 \pm 18.8\%$ , y una aceptación general del  $73.3 \pm 5.4\%$ , respectivamente.

**DISCUSIÓN**

De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible observar que el contenido de proteína del escabeche de *P. flagellata* ( $11.25 \pm 2.6\%$ ), es mayor a los escabeches convencionales, cuyo contenido proteico oscila entre 1 y 2%. Sin embargo, en un estudio para determinar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del caracol en salmuera enlatado *Pomacea maculata*, López-Vázquez (2001) reveló un contenido proteínico de 22.07%. Aunque los niveles de proteína entre una y otra



Figura 3. Producto final (escabeche de *Pomacea flagellata*). Fotografía de Edgar Estuardo Ramírez- Muñoz.

presentación son el doble, la carne de caracol enlatado se presenta como de origen animal y no mixto (caracol y vegetales), como en la presente investigación; lo que puede explicar las diferencias de contenido proteínico y el pobre aporte proteínico de los ingredientes vegetales.

Paralelamente, el del escabeche de *P. flagellata* como producto alimenticio propuesto en el presente trabajo cae dentro del rango de valores proteínicos de carne de caracoles africanos reportados por Babalola & Akinsoyinu (2009), los cuales estuvieron entre 5.86 y 19.53% de proteína. Los grupos estudiados por los autores mencionados fueron de los géneros *Archachatina* y *Achatina*.

El contenido de grasa para el escabeche de *P. flagellata* de  $4.5 \pm 1.1\%$  es similar al de un escabeche de vegetales convencional. Asimismo, es similar incluso al que reportan Narku Engmann, Akowuah Afoakwah, Owusu Darko y Sefah (2013), para el caracol gigante africano *Achatina achatina* de  $3.98 \pm 0.11\%$ , así como aproximado al nivel de grasa obtenido por López-Vásquez (2001) para el caracol *P. maculata* en salmuera de 2.04%.

Cabe resaltar la mayor riqueza nutrimental de un escabeche de caracol, respecto del contenido bromatológico de los productos pesqueros conservados en salmuera, debido al aporte adicional de vitaminas y minerales de los ingredientes vegetales del primero. Por otro lado, aunque no existe una norma dentro de las normas oficiales mexicanas (NOM) que especifique los valores máximos y mínimos en cuanto al contenido bromatológico de alimentos no convencionales, es posible considerar de mayor calidad nutrimental el escabeche de *P. flagellata*, que el de un escabeche común debido al aporte proteínico del caracol.

En la tabla 3 se muestra un análisis comparativo de los contenidos nutrimentales de *P. flagellata*, respecto de otras especies de caracol de agua dulce; donde es posible resaltar el hecho de que *P. flagellata* muestra el mayor aporte proteínico, del total de especies de caracoles dulceacuícolas y terrestres mostrados, como se encuentra en Baby, Hasan, Kabir y Naser (2010), Cagiltay, Erkan, Tosun y Selcuk (2011), Eneji, Ogogo, Emmanuel-Ikpeme y Okon (2008) y Obande, Omeji e Isiguzo (2013), citados por Ghosh et al. (2016). Como se puede

Tabla 3

Análisis comparativo del contenido nutrimental de *Pomacea flagellata* y otras especies de caracol de agua dulce

Especie	H (%)	PC (%)	GC (%)	Ce (%)	Referencias
<i>Pomacea maculata</i>	63.8	22.1	2.0	ND	López-Vásquez (2001)
<i>Lanistes varicus</i>	75.8	70.0	1.8	8	Eneji et al. (2008)*
<i>Nucella lapillus**</i>	73.7	82.3	8.5	8	Eneji et al. (2008)*
<i>Pila globosa</i>	85.5	57.0	5.0	17.9	Baby et al. (2010)*
<i>Bellamya bengalensis</i>	82.1	50.1	5.5	20.3	Baby et al. (2010)*
<i>Melania tuberculata</i>	74.6	48.7	7.1	14.5	Baby et al. (2010)*
<i>Anisus convexiusculus</i>	75.7	53.2	4	18.9	Baby et al. (2010)*
<i>Helix aspera***</i>	82.5	73.5	3.3	6.1	Cagiltay et al. (2011)*
<i>Pila ampullacea</i>	76.3	45.1	0.3	23.4	Obande et al. (2013)*
<i>Pomacea flagellata</i>	88.6	72.7	1.8	8.9	Presente trabajo

Nota: H, PC, GC y Ce= Humedad, proteína cruda, grasa cruda y ceniza, respectivamente; expresadas en g/100 g.

ND: No determinada.

\*Citados por Ghosh et al. (2016).

\*\*Caracol de origen marino, \*\*\* Caracol de origen terrestre

Elaboración propia.

apreciar en la tabla, solamente es superado por el caracol marino *Nucella lapillus* y por el terrestre *Helix aspera*, que también lo rebasan en contenido graso.

El grupo de bacterias coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos, como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas, y como indicador de contaminación biológica en agua y alimentos. De acuerdo con el presente estudio, el escabeche de *P. flagellata* se encuentra dentro de los límites permisibles por la NOM-242-SSA1-2009 (SSA, 2011), que establece un valor máximo de 230 NMP/100 g, en lo referente a bacterias coliformes fecales y/o *Escherichia coli*, para productos de la pesca con fines de consumo humano; específicamente para carne de moluscos gasterópodos.

La inocuidad del escabeche del caracol tote a este respecto está plenamente garantizada, ya que los ensayos de la presente investigación reportaron un valor NMP de 0.0/100 g en carne de caracol. Tal propiedad de inocuidad puede ser atribuible a la presencia de ácido acético (vinagre) en el escabeche de caracol, cuya acidez disminuye de modo significativo el crecimiento de bacterias coliformes en los alimentos, cuya exposición al medio ambiente (tierra, aire, agua, insectos, entre otros) y su tolerancia a alimentos depende de la naturaleza del producto alimenticio (Durán-Mendoza et al., 2018). De igual manera, López-Vásquez (2001) reportaron total inocuidad del caracol *P. maculata* en salmuera, que se encuentra en el escabeche de caracol, un producto alimenticio microbiológicamente apto para el consumo humano.

En otro sentido, los mohos y levaduras están ampliamente distribuidos en la naturaleza. Se pueden encontrar en la flora normal de un alimento o como agentes contaminantes y en los equipos sanitizados inadecuadamente; lo que provoca su deterioro fisicoquímico debido a la utilización en su metabolismo de los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos, lo que origina mal olor, altera el sabor y el color en la superficie de los productos contaminados. Es de gran importancia cuantificar los mohos y levaduras en los alimentos, ya que permite establecer un indicador de las prácticas sanitarias durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima (Camacho et al., 2009).

Fue posible verificar el nulo crecimiento de levaduras en el escabeche de *P. flagellata*. En la presente investigación el crecimiento de mohos fue nulo. No obstante, aunque la NOM-130-SSA1-1995 (SSA, 1997) y la NOM-242-SSA1-2009 (SSA, 2011) no establecen un valor explícito de máximo valor permisible para mohos y levaduras en productos pesqueros; específicamente para carne de moluscos gasterópodos, el escabeche de *P. flagellata* resultó ser inocuo en este sentido. Se sabe que a la mayoría de las especies de moho se les puede considerar mesófilos, ya que la temperatura óptima de la mayoría de mohos se encuentra entre 25 y 30 °C (Camacho et al., 2009) y, por ende, la temperatura de cocción (100 °C) de la carne de caracol de pantano, durante el proceso de elaboración del escabeche, inhibe su crecimiento.

La evaluación sensorial es la medición de la percepción humana y su efecto sobre la aceptación de los alimentos, especialmente a través del sabor, aroma y textura (Stone & Sidel, 2004). Los distintos niveles de aceptación calificadas por el consumidor, mediante las categorías en las pruebas de sensibilidad (sabor, olor, color y textura), del escabeche final (figura 3); se consideraron de acuerdo con las categorías de la escala hedónica verbal de nueve puntos de Drake et al. (2009). Los resultados en este tenor muestran que en general resultó aceptable para el consumidor, lo que lo hace una potencial fuente de alimentación para el consumo humano. Adicionalmente, como señalan Iriarte-Rodríguez y Mendoza-Carranza (2007) el cultivo de caracol *P. flagellata* resulta factible desde un punto de vista económico, ya que al dilucidar el efecto de tres dietas para engorda de *P. flagellata* obtuvieron una relación costo-beneficio de 0.13 y 0.12, tras llevar a talla comercial a los caracoles con alimento para tilapia y pollo, respectivamente.

Llama la atención la alta similitud entre uno y otro, a pesar de que los precios del kilogramo de alimento para pollo son menores que los de tilapia (costos \$15.00, \$12.00, respectivamente), debida al menor contenido proteínico del alimento para pollo. Tales relaciones costo-beneficio se obtuvieron de acuerdo con la dinámica de mercado del municipio de Centro, que incluye a la capital de Tabasco, Villahermosa. Incluso ambas relaciones costo-beneficio muestran la alta factibilidad del cultivo de caracol *P. flagellata*, como fuente confiable de

materia prima para el escabeche, con alto valor agregado para el consumidor.

Dada la serie de ventajas del escabeche obtenido en la presente investigación, es posible continuar con los estudios encaminados al cultivo de esta especie, con fines de consumo humano. En términos de número de especies, los gasterópodos representan el grupo más amplio de clases en el reino animal (Ghosh, Jung, & Meyer-Rochow, 2016). La utilización de caracoles de agua dulce con fines de consumo humano, es una práctica en ciertas regiones de México (Flores-Garza et al., 2012), Taiwan (Baby et al., 2010) y Tailandia (Keawjam, 1986). Con respecto a los caracoles terrestres, es común el consumo del caracol cultivado del género *Helix* en España y del caracol escargot en Francia; y en grado *no convencional* en Nigeria (Ghosh et al., 2016). En otras regiones de África, la carne de caracol es considerada un platillo de alta cocina (Fagbuaro, Oso, Edward, & Ogunleye, 2006).

Adicionalmente, los caracoles dulceacuícolas pueden aportar un alto contenido proteínico a la dieta, especialmente en centros de población de bajos ingresos, como el caracol gigante *Achatina achatina* del África Occidental que, de acuerdo con Narku Engmann et al. (2013), puede llegar a aportar hasta 82.96% de proteína, lo que hace a los caracoles un excelente producto alimenticio alternativo y contribuye a la seguridad alimentaria mundial, lo cual constituye un derecho humano básico y uno de los principales retos de cualquier país es garantizarla (Ghosh et al., 2016).

Es posible sentar las bases científicas, técnicas y de factibilidad para considerar el escabeche de caracol *P. flagellata* como un producto de amplias expectativas que, por un lado, puede contribuir a un alto aporte nutrimental para las comunidades rurales de Tabasco y del sureste de México en general y, por el otro, como un producto de alta cocina dirigido al turismo nacional e internacional, del cual las comunidades rurales pudieran obtener el máximo provecho. El escabeche de *P. flagellata*, puede constituir un aporte adicional a la amplia diversidad culinaria del sureste de México, y una alternativa más para el amplio espectro gastronómico de México.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, se acepta la hipótesis de trabajo, dado que fue posible obtener un escabeche de caracol *P. flagellata* con alto valor nutricional, inocuidad, factibilidad y alta aceptación del consumidor, por lo cual podría ser una excelente alternativa alimentaria, con fines de consumo humano. Es posible brindar un valor agregado y, por tanto, un potencial valor comercial al caracol de pantano en estudio. No obstante, es menester continuar con los estudios de factibilidad, con fines de comercialización del escabeche del caracol tote *P. flagellata*. Finalmente, es posible contribuir con la vasta variedad de platillos de la gastronomía mexicana, país reconocido a nivel mundial por su amplia variedad en este rubro.

## Agradecimientos

El autor desea extender su pleno agradecimiento a la Ing. Fany Peralta González por el apoyo en la realización de los estudios bromatológicos, así como al Ing. Francisco Flores Rodríguez por sus asesorías concernientes a los estudios microbiológicos.

## REFERENCIAS

- Association of Analytical Communities. (2000). *International: Official Methods of Analysis* (17<sup>th</sup>. ed.). Gaithersburg, US: AOAC.
- Álvarez, F., Villalobos, J. L., Hendrickx, M. E., Escobar-Briones, E., Rodríguez-Almaraz, G., & Campos, E. (2014). Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S208-S219. doi: 10.7550/rmb.38758
- Babalola, O. O., & Akinsoyinu, A. O. (2009). Proximate composition and mineral profile of snail meat from different breeds of land snail in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(12), 1842-1844.
- Baby, R. L., Hasan, I., Kabir, K. A., & Naser, M. N. (2010). Nutrient analysis of some commercially important molluscs of Bangladesh. *Journal of Scientific Research*, 2(2), 390-396.
- Çağıltay, F., Erkan, N., Tosun, D., & Selçuk, A. (2011). Amino acid, fatty acid, vitamin and mineral contents of the edible garden snail (*Helix aspersa*). *Journal of Fisheries Sciences*, 5(4), 354-363.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos* (2<sup>a</sup>. ed.). México: UNAM. Recuperado de [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras\\_6530.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras_6530.pdf).
- Castillo-Domínguez, A., Melgar-Valdes, C. E., Barba Macías, E., Rodiles-Hernández, R., Navarrete, A. J., Perera García, M. A., ...Hernández-Gómez, R. E. (2015). Composición y diversidad de peces del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Hidrobiológica*, 25(2), 285-292.
- Chávez-Lomelí, M. O., Mattheeuws, A. E., & Pérez Vega, M. H. (1989). *Biología de los peces del Río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura*. México: INIREB-FUCID.
- Cuenca-Soria, C. A., Álvarez-González, C. A., Ortiz-Galindo, J. L., Guerrero-Zárate, R., Perera-García, M. A., Hernández-Gómez, R. E., & Nolasco-Soria, H. (2013). Digestibilidad in vitro de ingredientes proteínicos en la mojarra castarica *Cichlasoma urophthalmus*. *Universidad y Ciencia (Ecosistemas y Recursos Agropecuarios)*, 29(3), 263-275.
- Drake, S. L., Lopetcharat, K., & Drake, M. A. (2009). Comparison of two methods to explore consumer preferences for cottage cheese. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 5883-5897. doi: 10.3168/jds.2009-2389
- Durán-Mendoza, T., González-Pérez, M., de la Cruz-Leyva, C., González-de la Cruz, J., Cuenca-Soria, C. A., Guzmán-Ceferino, J., ... Pérez-Sánchez, C. C. (2018). Análisis del efecto de la adición de fibra cítrica del bagazo de la naranja en las propiedades nutrimentales y sensoriales de un embutido y determinación de la calidad microbiológica. *European Scientific Journal*, 14(18), 14-24. doi: 10.19044/esj.2018.v14n18p14
- Eneji, C. A., Ogogo, A. U., Emmanuel-Ikpeme, C. A., & Okon, O. E. (2008). Nutritional assessment of some nigerian land and water snail species. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 1, 56-60.
- Fagbuaro, O., Oso, J. A., Edward, J. B., & Ogunleye, R. F. (2006). Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria. *Journal of Zhejiang University Science-B*, 7(9), 686-689. doi: 10.1631/jzus.2006.B0686
- Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Flores-Rodríguez, P., Torreblanca-Ramírez, C., Galeana-Rebolledo, L., Valdés-González, A., ... Violante-González, J. (2012). Commercially important marine mollusks for human consumption in Acapulco, México. *Natural Resources*, 3(1), 11-17. doi: 10.4236/nr.2012.31003
- Frías-Quintana, C. A., Álvarez-González, C. A., & Márquez-Couturier, G. (2010). Diseño de microdietas para el larvicultivo de pejelagarto *Atractosteus tropicus*, Gill 1863. *Universidad y Ciencia (Ecosistemas y Recursos Agropecuarios)*, 26(3), 265-282.
- Ghosh, S., Jung, C., & Meyer-Rochow, V. B. (2016). Snail farming: An Indian perspective of a potential tool for food security. *Annals of Aquaculture and Research*, 3(3), 1024.
- Granados, C. (1996). La cría de caracol chino (*Pomacea* sp.) en la ciudadela Guillermo Ungo, El Salvador. *Libro de Acuicultura en Latinoamérica*(pp. 190- 231). IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Universidad Católica del Norte, Chile.
- Iriarte-Rodríguez, F. V., & Mendoza-Carranza, M. (2007). Validación del cultivo semiintensivo del caracol tote (*Pomacea flagellata*), en el trópico húmedo. *Revista Aquatic*, 27, 16-30.
- Keawjam, R. S. (1986). The apple snails in Thailand: distribution, habitat and shell morphology. *Malacological Review*, 19(1-2), 61-82.
- López-Vásquez, R. (2001). *Enlatado de caracol acuático amazónico Pomacea maculata "churo", en salmuera*. Perú: Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/56>
- Naranjo-García, E. (2003). Moluscos continentales de México: Dulceacuículas. *Revista Biología Tropical*, 51(Suppl. 3), 495-505.

- Narku Engmann, F., Akowuah Afoakwah, N., Owusu Darko, P., & Sefah, W. (2013). Proximate and mineral composition of snail (*Achatina achatina*) meat; any nutritional justification for acclaimed health benefits? *Journal of Basic and Applied Science Research*, 3(4), 8-15.
- Secretaría de Salud. (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Bienes y servicios. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de octubre de 1995.
- \_\_\_\_\_ (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. *Diario Oficial de la Federación*, 25 de agosto de 1995.
- \_\_\_\_\_ (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995. Especificaciones sanitarias para alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. *Diario Oficial de la Federación*, 21 de noviembre de 1997.
- \_\_\_\_\_ (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009. Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. *Diario Oficial de la Federación*, 10 de febrero de 2011.
- Obande, R., Omeji, S., & Isiguzo, I. (2013). Proximate composition and mineral content of the fresh water snail (*Pila ampullacea*) from river Benue, Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 2, 43-46. doi: 10.9790/2402-0264346
- Rodríguez Carrera, E., Sorolla Barber, A., Nuñez Seoane, E., García Floria, M. C., & Hernández Casorrán, S. (2014). *El caracol manzana: Pomacea maculata y Pomacea Canaliculata. Informaciones Técnicas* (2/2014). Zaragoza, España: Centro de Sanidad y Certificación.
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices*. USA: Academic Press.
- Vázquez-Silva, G., Castro-Barrera, T., Castro-Mejía, J., & Mendoza-Martínez, G. D. (2011). Los caracoles del género *Pomacea* (Perry, 1810) y su importancia ecológica y socioeconómica. *Contacto*, 81, 28-33. Recuperado de <https://studylib.es/doc/7005204/los-caracoles-del-g%C3%A9nero-pomacea--perry--1810--y-su>
- Villalobos-Hiriart, J. L., Cantú, A., & Lira-Fernández, E. (1993). Los crustáceos de agua dulce de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44, 267-290.
- Yanes, M. (1985). *Manual de procedimientos químicos analíticos, Ciencias Agropecuarias*. México: Centro de Investigaciones y Enseñanza en Ecosistemas Tropicales.