



Composición descriptiva de ácidos grasos en carne de filete y fajita de Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) de Tamaulipas

Descriptive fatty acid composition in fillet and fajita (*Ictalurus punctatus*) meat of Channel catfish from Tamaulipas

Grethel Martínez-Rubio¹, Adriana L. Perales-Torres², Leilany Margarita Esparza-Acebo¹, Isidro Otoniel Montelongo-Alfaro³, Flaviano Benavides-González⁴, Ana L. Lara-Rivera⁵, Xochitl Fabiola De La Rosa-Reyna¹, Aldo Vega-Esquivel¹, Gaspar Manuel Parra-Bracamonte^{1*}

RESUMEN

El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es una especie endémica del noreste de México. Tiene potencial acuícola en Tamaulipas, aunque su producción ha ido disminuyendo. Para valorar su calidad nutricional y contribuir a la reactivación del sector, este estudio evaluó la composición de ácidos grasos en dos cortes de tejido cárnico: filete y fajita de 41 organismos. Se usó cromatografía de gases y se identificaron 25 ácidos grasos. La fajita presentó concentraciones mayores de ácidos grasos saturados (142.57 vs. 34.84 mg/100 g), monoinsaturados (261.21 vs. 64.80 mg/100 g) y poliinsaturados (105.55 vs. 32.92 mg/100 g) en comparación con el filete. En ambos cortes predominaron el ácido palmítico (C16:0), oleico (C18:1n9c) y linoleico (C18:2n6c). Las relaciones omega 6/omega 3 fueron de 12.9 en filete y 8.4 en fajita. Fueron valores superiores a los recomendados para una dieta saludable. Este es el primer estudio en México que caracteriza el perfil lipídico de la carne de bagre de canal y destaca la fajita como un corte subutilizado, pero que tiene alto valor energético y potencial comercial.

Palabras clave: DHA, EPA, fajita, filete, omega

*Autor para correspondencia: gparra@ipn.mx

Fecha de aceptación: 8 de junio de 2026

ABSTRACT

The channel catfish (*Ictalurus punctatus*) is a species endemic to northeastern Mexico. It has aquaculture potential in Tamaulipas, although its production has been declining. To assess its nutritional quality and contribute to the revitalization of the sector, this study evaluated the fatty acid composition in two cuts of meat: fillet and fajita, from 41 individuals. Gas chromatography was used, and 25 fatty acids were identified. The fajita had higher concentrations of saturated fatty acids (142.57 vs. 34.84 mg/100 g), monounsaturated (261.21 vs. 64.80 mg/100 g), and polyunsaturated (105.55 vs. 32.92 mg/100 g) compared to the fillet. In both cuts, palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1n9c), and linoleic acid (C18:2n6c) predominated. The omega-6/omega-3 ratios were 12.9 in fillet and 8.4 in fajita. These values were higher than those recommended for a healthy diet. This is the first study in Mexico to characterize the lipid profile of channel catfish meat and highlights the fajita as an underutilized cut that nevertheless has high energy value and commercial potential.

Keywords: DHA, EPA, fajita, meat, omega

Fecha de recepción: 26 de abril de 2026

Fecha de publicación: 15 de julio de 2026

¹ Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional, Reynosa, Tamaulipas, México.

² Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa, Tamaulipas, México.

³ Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario, La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas, México.

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

⁵ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

INTRODUCCIÓN

El creciente interés global por la acuicultura, como fuente de proteína sostenible, ha posicionado el cultivo del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) como una actividad económica en regiones como Tamaulipas, México (García-De-León et al., 2005; Mendoza-Pacheco et al., 2019; Parra-Bracamonte et al., 2017).

Esta especie ha sido importante para la acuicultura en Tamaulipas (Parra-Bracamonte et al., 2011; Parra-Bracamonte et al., 2024). A pesar de esto, la producción de crías y engorde disminuyó en los últimos años. La vocación acuícola de la región es latente y existe un potencial para el mejoramiento productivo y el fomento de su consumo. El bagre de canal nativo, de la región noreste del México, ha mostrado tener una gran adaptación. Se han identificado, posiblemente, cinco orígenes que trazan líneas genéticas que son potencialmente útiles para el mejoramiento (Lara-Rivera et al., 2019). Las condiciones climáticas, con inviernos fríos; veranos y primaveras cálidos, facilitan la maduración de las gónadas, la reproducción y la engorda. Entonces, la industria tiene los recursos necesarios para ofrecer productos de calidad y en cantidad (Parra-Bracamonte et al., 2011).

En México, se han hecho estudios para resolver problemas como la evaluación de la endogamia en las granjas reproductoras bagre de canal (Parra-Bracamonte et al., 2011), la caracterización de los sistemas de producción (Lara-Rivera et al., 2015), la descripción genética de líneas, el establecimiento de programas de mejoramiento (De-la-Rosa-Reyna et al., 2014; Lara-Rivera et al., 2019; Suárez-Salgado et al., 2016), la caracterización de aspectos reproductivos (Parra-Bracamonte et al., 2017), la diferenciación de especies etiquetados genéricamente como bagre de canal (Lara-Rivera et al., 2018), los estudios genómicos de caracteres de crecimiento (Suárez-Salgado et al., 2020) y estudios enfocados en ácidos grasos de uso potencial para el fomento del consumo (Mendoza-Pacheco et al., 2019; Mendoza-Pacheco et al., 2021; Parra-Bracamonte et al., 2024). En estos últimos, se ha sugerido que el análisis de los caracteres de la carne y su calidad nutricional puede ayudar para el establecimiento de programas para incentivar el consumo, con la generación de esquemas comparativos con otras especies importadas en los mercados regionales y nacionales.

La evaluación de la calidad nutricional, de los productos acuícolas, se centra en el estudio del perfil de ácidos grasos. Los omega-3 y omega-6 son conocidos por sus efectos benéficos en la salud humana (Armendáriz & Salinas, 2024; Baeza et al., 2014). Los ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AGPI), que incluyen ácido alfa-linolénico (ALA), eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) son componentes esenciales de las membranas celulares. Influyen en su función y aportan efectos cardioprotectores y neuroprotectores (Wang et al., 2023), por su papel en el desarrollo y la prevención de enfermedades crónicas (Jannas-Vela et al., 2023; Shahidi & Ambigaipalan, 2018). Los omega-6, como el ácido linoleico (LA) y araquidónico (AA), participan en la estructura celular y en procesos inflamatorios, siendo decisivos en su equilibrio con los omega-3 para mantener la homeostasis fisiológica.

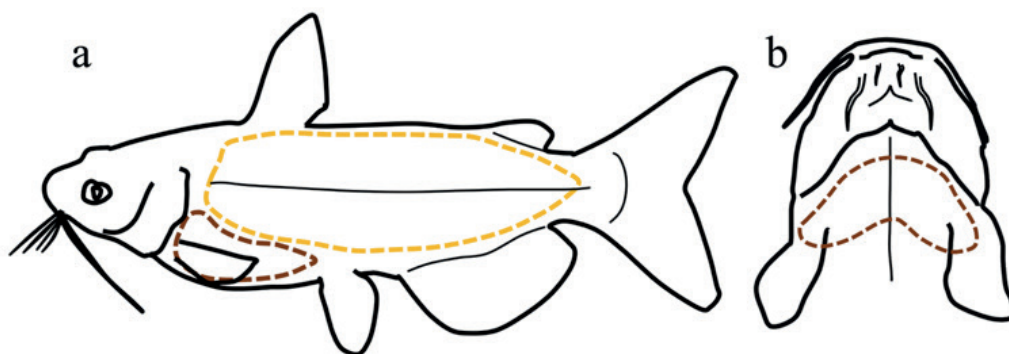
Diversos estudios han evaluado el perfil de ácidos grasos en el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y en especies acuícolas afines, estos aportan evidencia clave sobre la calidad nutricional. Investigaciones como las de Nettleton et al. (1990) en Estados Unidos reportaron un predominio de ácidos grasos monoinsaturados en filetes de bagre de granja, aunque con bajo contenido de omega-3. Akoh y Hearnberger (1993) encontraron que los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) representan alrededor del 19% del total lipídico, con un escaso porcentaje de PUFA n-3 (4.22%). En tilapia y

bocachico, Restrepo et al. (2012), encontraron una alta proporción de ácidos grasos saturados y un desbalance en la relación omega 6/omega 3. En trucha arcoíris, Arcos et al. (2008) reportaron una buena presencia de ácidos grasos poliinsaturados, con predominancia de linolénico (26.8%) y linoleico (23.5%). Recientemente, Parra Bracamonte et al. (2024) destacaron la importancia de conocer el contenido de ácidos grasos en el bagre de canal como una herramienta para fomentar su consumo y revitalizar su producción en regiones como Tamaulipas. Estos estudios son necesarios, para comprender la calidad nutricional de los productos acuícolas, y justificar la realización de nuevas investigaciones en la caracterización de la abundancia y composición de ácidos grasos en cortes específicos de bagre de canal.

Estas investigaciones pueden ayudar a incentivar el consumo y reactivar la producción en el estado de Tamaulipas, además corroborar el potencial como alimento rico en ácidos grasos benéficos. El objetivo del presente estudio fue identificar la abundancia y la composición de ácidos grasos en la carne de fajita y de filete de bagre de canal en el estado de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron muestras de tejido muscular de bagre de canal en vida libre ($n = 16$) y granja ($n = 25$) de Tamaulipas, dando un total de 41 organismos. Se extrajeron muestras de tejido cárnico provenientes del filete y la fajita. La Figura 1 muestra las secciones de muestreo de cada tipo de tejido cárnico extraído. De cada organismo muestreado se registró la longitud furcal, peso corporal, peso del hígado y origen. Tras la recolección, las muestras se transportaron al laboratorio y se preservaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Antes del análisis, se descongelaron, lavaron con agua destilada y fueron homogeneizadas.



■ Figura 1. Ilustración de las secciones de tejido cárnico correspondientes a filete (amarillo) y fajita (marrón) en vista lateral (a) y ventral anterior (b) en el bagre de canal. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de grasa cruda se realizó por triplicado, según el método de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (AOAC), utilizando el sistema Soxtec™ 2045 (FOSS, Selandia, Dinamarca). La extracción de lípidos se realizó con el kit de extracción de ácidos grasos de Sigma-Aldrich (Cat: MAK174), siguiendo las instrucciones del fabricante. Los ácidos grasos se transformaron en ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) mediante metilación ácida. El análisis de los FAME se llevó a cabo mediante cromatografía de gases, con detector de ionización de llama (GC-FID) en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies equipado con una columna capilar HP-88 (100 m ×

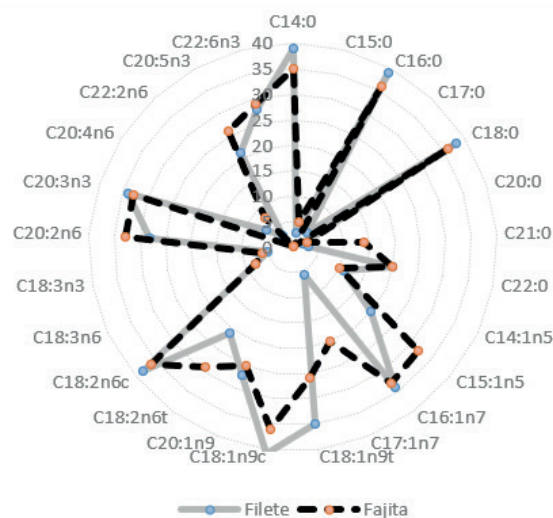
0.250 mm i.d., 0.20 μ m; Agilent Technologies, California, U.S.A.). Las condiciones de operación del GC-FID fueron: temperatura del inyector, 250 °C; temperatura del detector, 260 °C; programa de temperatura del horno: 175 °C durante 8 min, aumentó a 4 °C/min hasta 205 °C (tiempo total: 65 min). Se utilizó helio como gas portador y nitrógeno como gas auxiliar. Se inyectó manualmente 1 μ L de muestra con una relación de división de 100:1. La identificación y cuantificación de los FAME se realizaron por comparación de los tiempos de retención con una mezcla estándar de 37 componentes (Supelco™ 37 Component FAME mix, Cat no. CRM47885, Supelco, USA). El contenido de ácidos grasos se estimó utilizando la siguiente fórmula: Cantidad de estándar interno (mg) $\times$ Área del pico del ácido graso en la muestra / Área del estándar interno $\times$ Peso del tejido (g).

El porcentaje de ácido graso se estimó a partir del total estimado de cada ácido graso cuantificado. Se estimó la abundancia de ácidos grasos, en porcentaje de ácido graso, presente por tipo de corte de carne y se estimaron las medias aritméticas, desviaciones estándar, máximos y mínimos de cada uno de los ácidos grasos, así como los totales de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

RESULTADOS

Se observó una amplia variabilidad en el contenido de ácidos grasos, tanto en filete como en fajita. Esto se reflejó en los amplios rangos (mínimos y máximos; tabla 1). Esta variabilidad puede ser atribuida a factores individuales de los organismos, por ejemplo, talla, alimentación y origen. Se aislaron, en total, 25 ácidos grasos. Ocho fueron saturados, siete monoinsaturados y diez poliinsaturados. La abundancia, en ambos cortes analizados, se muestra en la Figura 2.

Los más abundantes fueron el mirístico, esteárico, pentadecenóico, palmitoleico, oleico, linoleico, eicosadienoico y eicosatrienoico.



■ Figura 2. Abundancia (%) de ácidos grasos en dos tipos de cortes de carne de Bagre de Canal de Tamaulipas.

■ Tabla 1. Estadísticas descriptivas de contenido de ácidos grasos (mg/100 g) en carne de filete y fajita de bagre de canal de Tamaulipas.

Ácido graso	Símbolo	$\bar{x}_{\text{Filete}}$	SFilete	Mín.	Máx.	$\bar{x}_{\text{Fajita}}$	SFajita	Mín.	Máx.
Mirístico	C14:0	1.81	1.93	0.01	7.35	6.33	5.88	0.01	26.89
Pentadecanóico	C15:0	0.59	0.16	0.45	0.76	0.95	0.80	0.22	2.16
Palmítico	C16:0	26.59	23.67	2.41	107.59	107.11	87.72	3.24	332.22
Heptadecanóico	C17:0	4.95	1.66	3.80	7.40				
Estearico	C18:0	7.03	5.22	1.09	25.48	24.89	19.20	1.46	67.61
Araquídico	C20:0	1.77	0.80	1.20	2.33	4.15	1.79	2.16	5.64
Heneicosanóico	C21:0	5.72	6.55	1.05	13.21	2.94	3.49	0.03	11.83
Docosanóico	C22:0	0.52	0.64	0.03	2.26	5.03	3.01	1.42	11.96
Total saturados	AGS	34.84	29.87	2.01	141.43	142.57	115.90	4.71	436.99
Miristoleico	C14:1n5	1.68	3.72	0.01	12.77	3.58	3.18	0.43	10.70
Cis-10-Pendadecaenoico	C15:1n5	1.87	1.86	0.08	5.65	13.74	11.20	0.82	44.50
Palmitoleico	C16:1n7	3.60	4.78	0.02	20.75	3.43	5.48	0.01	22.23
Cis-10-Heptadecenoico	C17:1n7	4.30	6.27	0.00	16.20	2.88	4.34	0.02	18.90
Trans-9-elaidico	C18:1n9t	30.47	60.48	0.04	295.43	12.99	10.58	1.18	40.59
Oleico	C18:1n9c	31.96	30.89	5.28	157.86	222.93	214.01	0.07	805.50
Eicosanoico	C20:1n9	2.82	5.20	0.15	25.58	15.76	24.51	0.02	96.45
Total monoinsaturados	AGM	64.80	67.50	13.46	340.27	261.21	235.79	3.87	860.12
Linoleáidico	C18:2n6t	24.97	14.83	6.53	66.19	18.51	9.50	1.34	50.92
Linoleico	C18:2n6c	12.49	18.30	0.38	84.01	70.09	90.63	0.07	421.13
γ -linoleico	C18:3n6	1.63	1.82	0.07	5.57	5.17	3.30	1.34	10.59
Alpha-linolenic ALA	C18:3n3	2.35	1.95	0.17	3.83	2.58	5.00	0.06	12.71
Eicosadienóico	C20:2n6	6.87	11.80	0.02	46.82	7.20	17.16	0.05	97.11
Eicosatrienóico	C20:3n3	0.53	0.56	0.05	2.25	3.60	3.46	0.49	14.72
Araquidónico ARA	C20:4n6	6.77	2.94	2.99	11.77				
Docosadienóico	C22:2n6	2.64	1.64	0.75	3.61	6.83	5.20	0.63	15.31
Eicosapentaenóico EPA	C20:5n3	2.65	4.40	0.01	12.71	5.29	9.56	0.06	38.03
Docosaheptaenóico DHA	C22:6n3	0.41	0.23	0.05	0.84	4.63	4.10	0.22	14.43
Omega3	Omega3	2.36	4.32	0.00	17.75	11.29	11.89	0.60	56.02
Poliinsaturados	AGP	32.92	29.16	1.03	110.22	105.55	91.84	3.27	449.38

En el filete, los ácidos grasos predominantes, en términos de concentración media, fueron el oleico (C18:1n9c, 31.96 mg/100 g), palmítico (C16:0, 26.59 mg/100 g) y linoleico (C18:2n6c, 12.49 mg/100g). En cambio, en la fajita, destacaron marcadamente el oleico (222.93 mg/100g), palmítico (107.11 mg/100 g) y linoleico (70.09 mg/100 g). Los ácidos grasos saturados totales (AGS) fueron más bajos en filete (34.84 mg/100 g) que en fajita (142.57 mg/100 g), al igual que los

monoinsaturados (AGM: 64.80 vs. 261.21 mg/100 g) y los poliinsaturados (AGP: 32.92 vs. 105.55 mg/100 g). Esta tendencia muestra que la fajita presenta un contenido lipídico total superior, esto es consistente con cortes que incluyen una mayor proporción de grasa intramuscular y de tejido conectivo.

En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados, se detectaron cantidades apreciables de omega-3, principalmente EPA, DHA y ALA y omega-6, linoleico y araquidónico. En filete, el contenido medio de omega-3 fue de 2.36 mg/100 g y el de omega-6 de 30.56 mg/100 g, resultando en una relación omega-6/omega-3 de aproximadamente 12.9. En fajita, los valores fueron de 11.29 mg/100 g para omega-3 y 94.27 mg/100 g para omega-6, con una relación de 8.4.

DISCUSIÓN

La composición de ácidos grasos del bagre de canal de Tamaulipas mostró un perfil similar al reportado en otros estudios de esta especie. Por ejemplo, Chanmugam et al. (1986) encontraron, en bagre de canal cultivado en Estados Unidos, que los ácidos grasos predominantes eran los ácidos oleico, palmítico y linoleico, la concentración variaba con la dieta. La alta proporción de oleico y linoleico en la fajita sugiere un aporte significativo de grasas de origen vegetal en la alimentación de los peces. Estos ácidos grasos son característicos de aceites de soya y maíz, ingredientes utilizados en alimentos balanceados (Bell et al., 2001).

Se encontró contenido lipídico, entre filete y fajita, dado que la fajita proviene de la región ventral y muscular con mayor infiltración grasa. Estudios previos en bagre han reportado que la composición de ácidos grasos puede variar entre las distintas partes del músculo, influenciada por la función metabólica y la proximidad a depósitos de grasa visceral (Nettleton et al., 1990). En este sentido, los valores más altos de AGS, AGM y AGP en la fajita reflejan una mayor densidad energética.

Desde el punto de vista nutricional, el bagre de canal es considerado una fuente de proteína de alta calidad. Sin embargo, el perfil de ácidos grasos puede no ser óptimo para la salud cardiovascular cuando se consume en exceso, debido a su relación omega-6/omega-3. Diversos autores recomiendan incrementar el consumo de ácidos grasos omega-3 de cadena larga, EPA y DHA, para contrarrestar los efectos proinflamatorios de los omega-6 (Simopoulos, 2002). En el presente estudio, los niveles de EPA y DHA fueron bajos en comparación con peces marinos grasos como el salmón, pero se encuentran dentro del rango típico para el bagre de cultivo (Karapanagiotidis et al., 2006). La presencia de DHA en fajita (4.63 mg/100 g) supera a filete (0.41 mg/100 g), esto puede ser explicado por una mayor retención de este ácido graso en tejidos con mayor contenido lipídico. Estas relaciones superan ampliamente los valores recomendados para una dieta saludable (≤ 4 -5). Este es un perfil lipídico con predominio de omega-6, característico de peces cultivados alimentados con dietas basadas en ingredientes vegetales (Turchini et al., 2009).

La variabilidad observada, dentro de cada corte (altas desviaciones estándar), en este estudio descriptivo, puede estar relacionada con el origen de los organismos (granja vs. vida libre). Los peces silvestres tienden a presentar perfiles lipídicos diferentes, debido a la dieta natural basada en invertebrados y peces pequeños (Rasoarahona et al., 2005). Se recomiendan estudios posteriores que consideren el origen, manejo, alimentación y estacionalidad. Esto ayudaría a explicar la fuente de la variabilidad de la presente investigación.

Implicaciones

En el presente estudio, se analizó el contenido de ácidos grasos de la carne de bagre de canal de Tamaulipas. Esto constituye el primer estudio de esta naturaleza en México. El bagre de canal es una especie de importancia fundamental para el estado, es endémica y tiene un rápido proceso de domesticación y reproducción. Las granjas de producción tienen complicaciones (Lara-Rivera et al., 2015) que han provocado el declive de la producción, tanto del pescado entero como de crías para su disseminación en diferentes estados con sistemas de engorde. Esto produce un déficit en la productividad del producto.

En términos de uso, la carne de bagre de canal se consume en filete o pescado entero para caldos. Algunos productores visionarios decidieron extraer la porción ventral de músculo (Figura 1) que generalmente era subutilizada, se llama fajita. Esta porción representa entre el 6% y el 7% del peso obtenido del filete (datos no publicados). Su aprovechamiento es significativo, aunque no muy conocido. Actualmente, la mayor parte de la producción se destina a la venta como pescado entero.

El conocimiento, de la variación en el contenido, de AG en fajita de bagre de canal local promueve el establecimiento de un enfoque comercial que apoye la comercialización y el reconocimiento de esta especie. Existen otros productos introducidos más conocidos, por ejemplo: Tilapia (*Oreochromis* sp.) y Basa (*Pangasius* sp.), que no son locales. A nivel nacional, la facilidad de reproducción y aceptación han situado a estas especies por encima de otras especies nativas.

El bagre Basa no representa una competencia real, esta reemplazando al bagre de canal en el consumo y venta, en cierta medida, por la falta de clarificación en su venta genérica (Lara-Rivera et al., 2023). La promoción del consumo de carne de bagre representa una oportunidad para posicionar esta especie frente a otras. Además, el cultivo de bagre en el estado es más rentable y tiene una recuperación de inversión más rápida que la tilapia, camarón y ostión (Trejo-Igueravide, 2017).

CONCLUSIONES

Se encontró una marcada diferencia entre los cortes: la fajita presenta un mayor contenido lipídico total y concentraciones más altas de ácidos grasos que el filete. En ambos cortes predominan los ácidos grasos oleico, palmítico y linoleico, con una relación omega-6/omega-3 elevada (8.4-12.9:1). La fajita, un corte subutilizado, adquiere valor comercial por su contenido nutricional. Este puede ser mejorado a través del manejo alimenticio. El bagre de canal, endémico, debe ser posicionado comercialmente y servir de base para la reactivación del sector. Hacen falta estudios específicos que consideren origen, manejo, alimentación y estacionalidad.

Esta investigación es la primera que se hace en México para caracterizar el perfil de ácidos grasos del bagre de canal en Tamaulipas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (COTACyT) por el financiamiento del proyecto SIP-2021-RE/027, y al Instituto Politécnico Nacional, a través de los proyectos de la Secretaría de Investigación y Posgrado, 20210381 y 20220055.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Los autores declaran que no tienen algún conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Akoh, C. C., & Hearnberger, J. O. (1993). Fatty acid profiles of farm raised catfish fillet. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1(2), 43-55. https://doi.org/10.1300/J030v01n02_06
- Armendáriz, M. D. U., & Salinas, J. V. C. (2024). Los ácidos grasos Omega 3 y Omega 6. *Revista de Educación Bioquímica*, 43(2), 78-83.
- Baeza, R., Alegria, A., & García-Díez, F. J. (2014). Dietary sources of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids and their role in health and disease. *Grasas y Aceites*, 65(1), 20-07.
- Bell, J. G., McEvoy, J., Tocher, D. R., & Sargent, J. R. (2001). Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 131(5), 1535-1543. <https://doi.org/10.1093/jn/131.5.1535>
- Burgos Arcos, Á., Imuez Figueroa, M. A., & Perdomo, D. A. (2008). Contenido de ácidos grasos esenciales en trucha arco iris. *Universidad y Salud*, 1(10), <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/231>
- Chanmugam, P., Boudreau, M., & Hwang, D. H. (1986). Differences in the ω 3 fatty acid contents in pond-reared and wild fish and shellfish. *Journal of Food Science*, 51(6), 1556-1557. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13859.x>
- Choi, J. Y., Park, H., Park, J. J., & Cho, I. H. (2023). Validation of the AOAC method for analyzing fatty acids in meat by-products for the Korean food composition database. *Food Science and Biotechnology*, 32(6), 847-854. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01223-8>
- De la Rosa-Reyna, X. F., Sifuentes-Rincón, A. M., Parra-Bracamonte, G. M., & Arellano-Vera, W. (2014). Identification of two channel catfish stocks, *Ictalurus punctatus*, cultivated in northeast Mexico. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45(2), 104-114.
- García de León, F. J., Gutiérrez Tirado, D., Hendrickson, D. A., & Espinosa Pérez, H. (2005). Fishes of the continental waters of Tamaulipas: Diversity and conservation status. En J. L. E. Cartron, G. Ceballos & R. S. Felger (Eds.), *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico* (pp.138-166). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195156720.003.0008>
- Jannas-Vela, S., Espinosa, A., Candia, A. A., Flores-Opazo, M., Peñailillo, L., & Valenzuela, R. (2023). The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids and their lipid mediators on skeletal muscle regeneration: A narrative review. *Nutrients*, 15(4), 871. <https://doi.org/10.3390/nu15040871>
- Karapanagiotidis, I. T., Bell, M. V., Little, D. C., & Yakupitiyage, A. (2006). Polyunsaturated fatty acid content of wild and farmed tilapias in Thailand: Effect of aquaculture practices and implications for human nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(12), 4304-4310. <https://doi.org/10.1021/jf0581877>
- Lara-Rivera, A. L., Hidalgo-Gallardo, R., Montelongo-Alfaro, I. O., Ruiz-Salazar, R., De la Rosa-Reyna, X. F., Zúñiga-Cortez, A., Reyes-Rivera, P., Benavides-González, F., & Parra-Bracamonte, G. M. (2023). Growth rates and weight-length relationship of *Ictalurus punctatus* and *Pangasius hypophthalmus* catfishes in commercial experimental conditions. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 18(2), 102-109. <https://doi.org/10.54451/PanamJAS.18.2.102>
- Lara-Rivera, A. L., Parra-Bracamonte, G. M., Sifuentes-Rincón, A. M., Gojón-Báez, H. H., Rodríguez-González, H., & Montelongo-Alfaro, I. O. (2015). El bagre de canal (*Ictalurus*

- punctatus* Rafinesque, 1818): estado actual y problemática en México. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(3), 424-434. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue3-fulltext-4>
- Lara-Rivera, A. L., Parra-Bracamonte, G. M., & Rosa-Reyna, X. F. D. L. (2018). Identification of three *Ictalurus* species in Mexico using cytochrome oxidase I gene sequencing. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(2), 475-481. <https://doi.org/10.3856/vol46-issue2-fulltext-23>
- Lara-Rivera, A. L., Parra-Bracamonte, G. M., Sifuentes-Rincón, A. M., & De la Rosa-Reyna, X. F. (2019). Genetic diversity and structure of channel catfish from continental waters of Mexico. *North American Journal of Aquaculture*, 81(1), 74-80. <https://doi.org/10.1002/naaq.10073>
- Mendoza-Pacheco, O., Parra-Bracamonte, G. M., De-la-Rosa-Reyna, X. F., Sifuentes-Rincón, A. M., Montelongo-Alfaro, I. O., & Lara-Rivera, A. L. (2021). Novel polymorphisms in stearoyl-CoA desaturase (SCD) and fatty acid desaturase 2 (FADS2) in channel catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque, 1818). *Journal of Applied Ichthyology*, 37(1), 120-124. <https://doi.org/10.1111/jai.14155>
- Mendoza-Pacheco, O. M., Parra-Bracamonte, G. M., de-La-Rosa-Reyna, X. F., & Ambriz-Morales, M. S. R. Y. P. (2018). Genes candidatos para mejorar la deposición de ácidos grasos en carne de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). *Revista AquaTIC*, 51, 1-15.
- Nettleton, J. A., Allen, W. H., Klatt, L. V., Ratnayake, W. M., & Ackman, R. G. (1990). Nutrients and chemical residues in one- to two-pound Mississippi farm-raised channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Journal of Food Science*, 55(4), 954-958. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01573>
- Parra-Bracamonte, G. M., Lara-Rivera, A. L., Sifuentes-Rincón, A. M., Martínez-González, J. C., Rosa-Reyna, X. F., Montelongo-Alfaro, I., & Moreno-Medina, V. R. (2017). Assessment of some nongenetic factors that affect egg mass weight of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(5), 979-982. <https://doi.org/10.3856/vol45-issue5-fulltext-13>
- Parra-Bracamonte, G. M., Perales-Torres, A. L., Magaña-Monforte, J. G., Lara-Rivera, A. L., Segura Correa, J. C., & García-Ruiz, Y. (2024). Channel catfish, a species with potential deposition of human-beneficial fatty acids. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 52(1), 1-12. <https://doi.org/10.3856/vol52-issue1-fulltext-3085>
- Parra-Bracamonte, G. M., Sifuentes-Rincón, A. M., Rosa-Reyna, X. F. D. L., & Arellano-Vera, W. (2011). Monitoreo de la variabilidad fenotípica, genética y genómica de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) de Tamaulipas como base para el establecimiento de planes de mejoramiento productivo. Informe Técnico Final Proyecto del Fondo Mixto de Fomento a la investigación Científica y Tecnológica Conacyt-Gobierno del Estado de Tamaulipas 150598. 147.
- Rasoarahona, J. R., Barnathan, G., Bianchini, J. P., & Gaydou, E. M. (2005). Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species from Madagascar. *Food Chemistry*, 91(4), 683-694. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.001>
- Restrepo, T. I., Díaz, G. J., & Pardo, S. C. (2012). Peces dulceacuícolas como alimento funcional: perfil de ácidos grasos en tilapia y bocachico criados en policultivo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 44-53.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2018). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 541-581. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-111317-095850>
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(8), 365-379. [https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6)
- Suarez-Salgado, D., Herrera-Camacho, J., Lara-Rivera, A. L., & Parra-Bracamonte, G. M. (2016). Diversidad y origen genético de poblaciones introducidas de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*,

- Rafinesque, 1818), en el centro occidental de México. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3), 525-534.
- Suárez-Salgado, D., Parra-Bracamonte, G. M., Benavides-González, F., Alfaro, I. O. M., Rincón, A. M. S., Moreno-Medina, V. R., & De la Rosa-Reyna, X. F. (2020). Non-synonymous polymorphisms in candidate gene associated with growth traits in Channel catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque, 1818). *Molecular Biology Reports*, 47(1), 87-95.
- Trejo-Igueravide, R. (2017). Evaluación de los cultivos acuícolas en Tamaulipas, México. *CienciaUAT*, 12(1), 114. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v12i1.740>
- Turchini, G. M., Torstensen, B. E., & Ng, W. K. (2009). Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 10-57. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01001.x>
- Wang, Y. W., Li, Q., Li, X. Y., Zhao, Y. C., Wang, C. C., Xue, C. H., Wang Y. M., & Zhang, T. T. (2023). A comparative study about the neuroprotective effects of DHA-enriched phosphatidylserine and EPA-enriched phosphatidylserine against oxidative damage in primary hippocampal neurons. *Marine Drugs*, 21(7), 410. <https://doi.org/10.3390/md21070410>