BIOFERTILIZANTE PLECOGROW: UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL PEZ ARMADO PTERYGOPLICHTHYS SPP.

PLECOGROW BIOFERTILIZER: AN ALTERNATIVE FOR THE VALORIZATION OF ARMORED CATFISH PTERYGOPLICHTHYS SPP.

Lidia Iriana Morales González[1]

[1] Estudiante de la Licenciatura en Administración. División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-8084-6558. Correo: 212K20020@alumno.ujat.mx

María Fernanda Enedelia Andrade Soria[2]

[2] Estudiante de la Licenciatura en Administración. División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-6050-2437. Correo: 212K20009@alumno.ujat.mx

Alejandro Alpuche Palma[3]

[3] Profesor-Investigador del Área de Informática. División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2447-0966. Correo: alejandro.alpuche@ujat.mx

Jorge Víctor Hugo Mendiola Campuzano[4*]

[4] Profesor-Investigador del Área de Acuicultura. División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8043-0315. Correo: jorge.mendiola@ujat.mx

*** Autor para correspondencia: jorge.mendiola@ujat.mx**

Resumen

El aprovechamiento de recurso ícticos sin valor comercial es de suma importancia en una economía circular. En el presente estudio se elaboró y evaluó un biofertilizante denominado PLECOGROW, producido a partir del pez armado Pterygoplichthys spp., una especie exótica invasora que ocasiona impactos ecológicos y socioeconómicos negativos en los cuerpos de agua de Tabasco, México. El objetivo fue transformar esta

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

especie en un producto orgánico con valor agregado, contribuyendo al manejo sostenible de la especie y promoviendo la economía circular. Los ejemplares capturados fueron sometidos a procesos de acondicionamiento, cuarentena, sacrificio, lavado, congelado, troceado, deshidratado y molienda; posteriormente, el producto fue envasado y etiquetado. Se realizaron análisis proximales y microbiológicos para determinar su composición nutrimental y calidad. Los resultados reportaron 49.29% de proteína cruda, 28.65% de cenizas totales y 8.60% de humedad. Asimismo, 98.30% de las cenizas resultó soluble, lo que indica una elevada fracción mineral. Los análisis microbiológicos mostraron bajas cargas de bacterias mesofílicas, mohos y levaduras, así como ausencia de coliformes totales y Salmonella. Se concluye que PLECOGROW presenta características que respaldan su potencial como fertilizante orgánico. Se recomienda evaluar su eficacia agronómica, estabilidad y composición completa en estudios posteriores en diferentes especies vegetales.

Palabras clave: Aprovechamiento; Sostenible, Pez; Invasor, economía circular.

Abstract

The utilization of fish resources with no commercial value is of great importance in a circular economy. This study involved the development and evaluation of a biofertilizer named PLECOGROW, produced from the armored catfish Pterygoplichthys spp., an invasive alien species that causes negative ecological and socioeconomic impacts in the water bodies of Tabasco, Mexico. The objective was to transform this species into an organic product with added value, contributing to its sustainable management and promoting the circular economy. The captured specimens underwent conditioning, quarantine, slaughter, washing, freezing, chopping, dehydration, and grinding processes. Subsequently, the product was packaged and labeled. Proximate and microbiological analyses were conducted to determine their nutritional composition and quality. The results showed 49.29% crude protein, 28.65% total ash, and 8.60% moisture. Furthermore, 98.30% of the ash was soluble, indicating a high mineral fraction. Microbiological analyses revealed low levels of mesophilic bacteria, molds, and yeasts, as well as the absence of total coliforms and Salmonella. It is concluded that PLECOGROW exhibits characteristics that support its potential as an organic fertilizer. Further studies are recommended to evaluate its agronomic efficacy, stability, and complete composition in different plant species.

Keywords: *Exploitation; Sustainable; Fish; Invader; Circular economy.*

Fecha de recibido: 12/09/2026
Fecha de aceptado: 13/11/2026
Fecha de publicado: 27/11/2026

Introducción

La introducción intencional o accidental de especies exóticas a un ecosistema diferente al de su hábitat natural, representa una amenaza constante para cualquier sistema ecológico. De estas especies, algunas logran establecerse, pero en muchas ocasiones producen impactos negativos siendo consideradas especies exóticas

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).
Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

invasoras. Las especies exóticas invasoras se reproducen y propagan de forma descontrolada debido a su alta capacidad de adaptación a las condiciones ambientales de sus nuevos hábitats, lo que genera impactos ecológicos y socioeconómicos negativos (Brugnoli y Boccardi, 2005; Amador et al., 2009; Mendoza et al., 2011; Ponciano et al., 2021; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2023; Juárez et al., 2025), por lo que su establecimiento atenta contra la supervivencia de las especies nativas, produciendo daños irreversibles a la biodiversidad, hibridaciones, así como modificaciones en la composición, estructura y procesos de los ecosistemas (Castro y Diez, 2015; García et al., 2015).

Juárez et al. (2025, p. 266) han introducido el término de Especies Exóticas Invasoras (EEI), mismas que de acuerdo con Amador et al. (2009) "pueden desequilibrar las funciones del ecosistema al actuar como competidores, depredadores, parásitos o patógenos de las especies nativas, condicionando su supervivencia" (p. 13). Con la presencia de las EEI, se deriva un fenómeno conocido como invasión biológica, siendo entendido como "el proceso de introducción, establecimiento y expansión de especies exóticas procedentes de otras áreas geográficas" (Vila et al., 2008), la cual representa la segunda causa de la reducción de las poblaciones de especies nativas a nivel mundial (Bufrao, 2012; Castro et al., 2008; Mendoza y Koleff, 2014).

En los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo del Sureste de México, se han identificado 12 especies de peces invasores: seis cíclidos, dos ciprínidos, dos loricáridos, un esciénido y un escorpénido (Amador et al., 2014). Para el presente trabajo de investigación, se consideraron únicamente a las especies de la familia Locariidae, debido a su abundante presencia en los cuerpos de agua localizados en el estado de Tabasco, México; especialmente en el municipio de Tenosique, donde se han generado impactos en la biodiversidad acuática por competencia de hábitat, daño a la nidación de especies endémicas, remoción de sedimentos, sospecha de hibridaciones, entre otros. También se han observado afectaciones serias en las pesquerías, lo que incide directamente en la economía de las personas que se dedican a esta actividad.

El pez armado Pterygoplichthys spp., conocido comúnmente como pez diablo, plecostomus o pleco, son un grupo de especies ícticas nativas de la cuenca del Amazonas en Sudamérica, pertenecientes a la familia Loricariidae, identificándose hasta el momento a más de 825 especies (Wakida y Amador, 2008; Cano, 2011; Corea et al., 2014; Sánchez et al., 2015). La introducción de los peces armados en México es atribuida a diversas causas, tales como los escapes accidentales a la vida silvestre, incorporarlos a los cuerpos de agua de forma intencional para ser utilizados como agentes de control biológico, por dispersión natural de las poblaciones ya establecidas en los ríos y presas (Mendoza et al., 2007; Sandoval et al., 2012; Cruz, 2016).

Aunado a lo anterior, los adultos de Pterygoplichthys spp., son presas difíciles de depredar por parte de otros organismos (Hernández y Bautista, 2022), aunque en los países amazónicos es una especie apreciada para consumo humano, la cual llega a competir con el precio de la tilapia; sin embargo, en México no existe una demanda de mercado para su consumo (Amador et al., 2009); no obstante, diversos estudios se han encaminado al desarrollado de alternativas para su aprovechamiento como por ejemplo, la elaboración de harinas para la producción de calabacita Cucurbita pepo (Monares et al. (2012), en la alimentación de tilapia Oreochromis niloticus (Filigrana, 2016), para consumo de ganado vacuno de engorde (Fonseca y Vargas, 2018), como componente de un ensilado compuesto para la alimentación animal (González et al., 2022), como fertilizante orgánico en cultivo de tomate Solanum lycopersicum (Ruiz et al., 2023), así como en su procesamiento como ensilado químico para su inclusión en la alimentación acuícola (Mendiola et al., 2025), todos estos trabajos enfocados a convertir a estas especies ícticas en productos pesquero con valor agregado.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Por su parte, Mendoza et al. (2009) han mencionado que una de las alternativas más provechosas para el uso del pez armado Pterygoplichthys spp. es el procesado de harina para ser empleada en la producción vegetal, ya que:

> La harina de Pterygoplichthys spp. es una buena alternativa como abono orgánico, ya que sus características químicas indican valores altos de nitrógeno (7.74%) y de cenizas (34.7%), por lo que puede ser utilizada en la nutrición vegetal, como complemento parcial del fertilizante inorgánico nitrogenado.

Estudios realizados por Soza et al. (2020), González et al. (2022), Mendiola et al. (2022) y Mendiola et al. (2025) han comprobado que el pez armado es una opción viable para ser empleado como ingrediente en la elaboración de alimentos acuícolas, así como para ser utilizados como un compuesto biotecnológico, ya que productos como ensilado o harina muestran ser recursos viables, debido a que su composición nutrimental es adecuada, sobresaliendo el contenido de proteína cruda (entre 24% y 44%, respectivamente), extracto etéreo (12%) y cenizas totales (de 25% a 32%), además de ser productos muy estables que presentan una óptima inocuidad.

Además, Dehara et al. (2023) al realizar un estudio sobre la solubilidad que tienen las cenizas totales en agua, ácido clorhídrico e hidróxido de sodio, en diversos productos elaborados con pez armado Pterygoplichthys spp. (harina, papilla, ensilado químico y ensilado biológico), demostraron que la solubilidad es alta, ya que solo entre el 3% y el 8% de las cenizas totales son insolubles, lo que se traduce en que los minerales presentes en los productos de estas especies pueden ser aprovechados por las especies consumidoras, por lo que pueden ser empleados tanto en la alimentación animal o como biofertilizantes.

Aunado a lo anterior, su utilización promueve estrategia para el fortalecimiento de la economía circular, sobre todo en la población más vulnerable, creando en ellos una alternativa que les permita fortalecer su economía sustentada a través de un manejo sostenible de estas especies ícticas invasoras, con el fin de garantizar su explotación para las generaciones presentes y futuras (Hernández et al., 2014).

No obstante, pese a los avances científicos y tecnológicos que existen sobre el aprovechamiento del pez armado Pterygoplichthys spp., transformado en harina para su inclusión en actividades agrícolas y plantas ornamentales, aun alberga información muy limitada sobre la elaboración y evaluación de biofertilizantes derivados de esta especie y el efecto que podría tener en el crecimiento de plantas ornamentales o en la producción de vegetales para consumo humano y animal bajo condiciones controladas.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio consistió en la elaboración de un biofertilizante hecho a base del pez armado Pterygoplichthys spp., evaluando su calidad nutrimental en cuanto a su contenido proteico, extracto etéreo, humedad, materia seca, cenizas totales y extracto libre de nitrógeno (ELN), en base a lo descrito por la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2019) organismo que establece los métodos de análisis químico, bioquímico y microbiológico consensuados y basados en la ciencia para garantizar la seguridad, calidad e integridad de los alimentos, bebidas, suplementos dietéticos, fertilizantes y productos ambientales. También se determinaron las cenizas solubles en agua e insolubilidad en ácido clorhídrico, a través de la NMX-F-260-S-1978 (Dirección General de Normas [DGN], 1978) con la finalidad de conocer el porcentaje mineral que puede ser asimilado por parte del organismo vegetal que sea nutrido con el biofertilizante propuesto en este trabajo de investigación.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Además, se determinó la inocuidad microbiológica del producto propuesto, de acuerdo a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para determinar las cargas microbianas de bacterias mesofílicas aeróbicas mediante la NOM-092-SSA-1994 (Secretaria de Salud, 1994), mohos y levaduras con lo descrito en la NOM-111-SSA-1994 (Secretaria de Salud, 1995), coliformes totales en placa a través de la NOM-112-SSA-1994 (Secretaria de Salud, 1995), coliformes fecales NOM-2010-SSA-2014 (Secretaria de Salud, 2015) y Salmonella mediante la metodología de la NOM-114-SSA-1994 (1995).

Por último, se elaboró una propuesta de comercialización del producto, para lo cual se realizó el etiquetado con la información requisitada en la NOM-050-SCFI-2004 (Secretaria de Economía, 2004); también se creó el nombre del biofertilizante y su eslogan, haciendo una búsqueda exhaustiva en las plataformas MARCia® y MARCANET® pertenecientes al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), con la finalidad de evitar plagio.

Materiales y métodos

Este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR), de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ubicada en el km 1 de la carretera Tenosique-Mactún, perteneciente al municipio de Tenosique, Tabasco, México.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque interdisciplinario, ya que integró conocimientos en el área de administración, acuacultura, agronomía y ciencia de los alimentos, con el propósito de diseñar un proceso de aprovechamiento sostenible de la especie exótica invasora Pterygoplichthys spp., mediante la obtención de un biofertilizante que agregue a la especie un valor agregado y con ello, el poder promover los principios de economía circular (Ndondo, 2023; Ruiz et al., 2023; Moreira et al., 2024).

Para la elaboración del biofertilizante se hizo bajo un proceso experimental para el aprovechamiento de la biomasa proveniente del pez armado; así, el procedimiento consistió en la trasformación de la biomasa en un deshidratado orgánico en grado harinoso estabilizado mediante operaciones física y químicas, las cuales permitieron conservar los nutrimentos y garantizar la calidad microbiológica del producto final. Además, se diseñó una propuesta para su comercialización.

Los ejemplares fueron obtenidos mediante una red de arrastre de tres puntas como arte de pesca y se desarrolló un arrastre como método de captura en la comunidad de El Recreo del municipio de Tenosique, Tabasco, donde la presencia de Pterygoplichthys spp. representa un problema ecológico debido a su carácter invasor (Marenco, 2016). Una vez capturados, los especímenes fueron trasportados a las instalaciones de la DAMR-UJAT, donde se introdujeron en un tanque de plástico vertical Rotoplas® con capacidad de 1000 l, al cual se le agregó agua limpia y libre de cloro, a fin de someter a los organismos a una cuarentena de 20 días realizando recambios de agua diarios del 10% y alimentando a los peces ad libitum dos veces al día. Pasado este tiempo, se dejaron en ayuno por 48 h, con la finalidad de vaciar su tracto digestivo y posteriormente se hizo su sacrificio. El aprovechamiento total de esta especie busca mitigar su impacto ambiental a través del 100% de su aprovechamiento como materia prima y generar un producto con valor agregado favoreciendo los principios de la economía circular (Ndondo, 2023).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

El sacrificio de los ejemplares se realizó mediante un doble shock térmico a través de la inmersión de los organismos en una nevera con capacidad de 20 l a la cual se le agregó agua a la que se le aumentó su temperatura a 40°C, donde permanecieron en ella durante 20 min y enseguida se introdujeron en otra nevera que contenía 20 l de agua que tenía una temperatura de 4°C, permaneciendo en ella durante 20 min. Este procedimiento fue empleado para cumplir con los patrones de bienestar animal, reduciendo el estrés y realizando un sacrificio humanitario de los ejemplares; además, este tipo de sacrificio disminuye la actividad metabólica, lo cual favorece las características organolépticas de la materia prima y se mejora la conservación de sus tejidos musculares.

Posteriormente se realizó el lavado de los organismos utilizados agua potable, a fin de eliminar residuos ajenos y materias orgánicas adherida. Durante esta etapa, también se retiraron impurezas externas que pudieran afectar la calidad microbiológica del producto final, para lo cual se siguieron los procedimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, la cual establece las prácticas de higiene para el procesamiento de alimentos (Secretaria de Salud, 2010). Luego, los organismos fueron almacenados dentro de un recipiente de plástico con tapa con capacidad de 10 l por espacio de 72 h en la parte de congelación de un refrigerador convencional Mabe® a una temperatura de -20°C. Este proceso permitió conservar la materia prima, disminuir la carga microbiana, facilitar el troceó, así como evitar el desperdicio del producto.

Una vez concluido el periodo de congelación, los ejemplares fueron colocados sobre una charola de plástico para inicias su procesamiento. Para ello, cada organismo fue troceado manualmente utilizando un cuchillo tipo hachuela sobre una tabla de cocina para corte cárnico. El troceado se realizó hasta obtener piezas pequeñas y delgadas, con el propósito de favorecer la eliminación de humedad durante la deshidratación del producto y mejorar la eficiencia de la molienda. Luego, el producto troceado de los ejemplares se depositó sobre un colador de alimentos convencional para su descongelamiento y drenado total del excedente de agua.

Con el propósito de disminuir la oxidación de lípidos y preservar las características fisicoquímicas del biofertilizante, se aplicó al troceado una solución de ácido cítrico en grado alimenticio al 5% p/v, por espacio de 30 min, con la finalidad de que actuará como conservador y antioxidante. La solución se distribuyó de manera uniforme, procurando que toda la superficie de los peces troceados quedara cubierta para mejorar la conservación del producto. El uso del ácido cítrico como antioxidante natural contribuye a disminuir el deterioro de los lípidos, retrasa el oscurecimiento material, enranciamiento y mantiene la estabilidad del producto, lo cual favorece la calidad del biofertilizante.

Después, se escurrió el exceso de la solución de ácido cítrico y se procedió a su secado, empleando para ello un deshidratador marca Excalibur® de nueve charolas en la que se distribuyó el troceado de forma uniforme y se calibró el equipo a 60°C por espacio de 8 h.

Una vez obtenido el producto deshidratado, este fue sometido a un proceso de molienda utilizando para ello un molino eléctrico marca Truper®, hasta obtener el producto en un grado harinoso fino, uniforme y homogéneo. Este proceso permitió reducir el tamaño de las partículas de la biomasa, favorece la homogeneidad del biofertilizante y mejora su manipulación, almacenamiento y aplicación. Asimismo, la disminución del tamaño de las partículas incrementa el área de las superficies del material, lo que facilita una

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

mayor disponibilidad y liberación gradual de nutrientes los cuales se van incorporando de manera más efectiva al suelo y con ello, se favorece la disposición de nutrimentos para las plantas fertilizadas con este producto.

El biofertilizante fue envasado en presentaciones de 250 g, utilizando bolsas con barrera contra humedad y oxígeno. Finalmente, cada envase fue etiquetado con la información y correspondiente al producto. Posteriormente almacenado en un lugar fresco y seco para preservar sus propiedades físicas y químicas.

La metodología anteriormente descrita fue estructurada con base en investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de residuos pesqueros para la producción de biofertilizantes (Ndondo, 2023; Ruiz et al., 2023; Moreira et al., 2024), considerando además las buenas prácticas de higiene establecidas en las NOM-251-SSA1-2009 (Secretaría de Salud, 2010), así como las disposiciones de la ley general de pesca y acuacultura sustentable y la ley de general para la prevención y gestión de integral de los residuos.

Una vez elaborado el biofertilizante, se procedió a realizar los análisis proximales básicos por triplicado en base a las técnicas internacionales estandarizadas (AOAC, 2019) para estimar el contenido porcentual de proteína cruda (método Kjeldahl, 2001.11), extracto etéreo (método Soxhlet, 920.39), cenizas totales (método por ignición, 942.05), humedad total (método de eliminación térmica 930.15), materia seca (934.01) y extracto libre de nitrógeno (ELN). Asimismo, se determinaron las cenizas solubles en agua para conocer el porcentaje de nutrientes presentes que pueden ser asimilables del biofertilizante por parte del organismo vegetal (como el fósforo, potasio, sodio, entre otros), así como la estimación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico (HCl) para corroborar la ausencia de arena y sílice, ambos métodos descritos en la NMX-F-260-S-1978 (DGN, 1978). Todos los resultados obtenidos en los análisis proximales se valoraron en base húmeda (BH) y se calcularon sus desviaciones estándar de cada nutrimento.

Para evaluar la calidad microbiológica del biofertilizante, se aplicaron las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes para la cuantificación de bacterias mesofílicas aeróbicas con la NOM-092-1994 (Secretaría de Salud, 1995), mohos y levaduras mediante la NOM-111-1994 (Secretaría de Salud, 1995), coliformes totales en placa a través de la NOM-113-1994 (Secretaría de Salud, 1995) y Salmonella con la NOM-114-1994 (Secretaría de Salud, 1995). Una vez realizados los métodos, se cuantificaron los resultados en Unidades Formadoras de Colonia por gramo (UFC/g-1) para reportar lo obtenido.

Tanto en los análisis proximales como en los microbiológicos se realizó una duplicidad experimental con la finalidad de confirmar los resultados, verificar su validez y asegurar la fiabilidad científica.

Una vez que se tuvieron los datos nutrimentales y microbiológicos, se procedió a nombrar al producto y proponer un eslogan, para lo cual se hizo una búsqueda minuciosa a través de MARCia® y MARCANET®, las cuales son las plataformas digitales oficiales del Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual (IMPI), donde se pueden detectar nombres, fonética y logotipos similares ya registrados o en trámite; particularmente, MARCANET® es la plataforma del IMPI que verifica la disponibilidad de marcas y eslogan por clase comercial. También se consultó la NOM-050-SCFI-2004 (Secretaría de Economía, 2004) para crear el etiquetado del producto con la información oportuna requisitada (nombre del producto, eslogan, contenido, información nutrimental y lugar de elaboración).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Resultados y discusión

De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados. En primer término, los análisis proximales básicos evidenciaron que el biofertilizante cuenta con un contenido nutrimental adecuado, destacando el porcentaje de proteína cruda y cenizas totales (Tabla 1).

Tabla 1: Contenido nutrimental del biofertilizante evaluado. Los porcentajes están calculados en base húmeda (BH). Los valores son los promedios con sus desviaciones estándar, (n=6).

Nutrimento	Porcentaje (%)
Proteína Cruda	49.29 ± 0.83
Extracto Etéreo	11.08 ± 0.41
Cenizas Totales	28.65 ± 0.39
Humedad Total	08.60 ± 0.10
ELN	02.38 ± 0.99
Materia Seca	91.40 ±0.83

Del contenido de cenizas totales, el 2.97% se solubilizó en agua, mientras que el porcentaje de cenizas insolubles en HCl fue de 1.70%; es decir, del total de minerales (28.65%), el 98.30% es soluble. Este alto porcentaje significa que el biofertilizante posee una alta cantidad y disponibilidad de minerales esenciales, además de garantizar la pureza del producto al estar libre de contaminantes inertes como arena o tierra. Cabe señalar que las cenizas solubles en medio ácido están constituidas por macronutrientes y micronutrientes clave extraídos de la materia orgánica, al disolverse en el HCl, se confirma la presencia abundante de calcio (Ca) y magnesio (Mg), los cuales son excelentes para estructurar las paredes celulares de las plantas y potenciar la fotosíntesis; el potasio (K) y fósforo (P), elementos críticos para el desarrollo de raíces, floración y resistencia a heladas o plagas, así como la presencia de oligoelementos como el hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu) y manganeso (Mn). Es importante recordar que el ácido clorhídrico (HCl) simula de forma extrema las condiciones de acidez que los ácidos orgánicos de las raíces y la actividad microbiana generan en la rizosfera. Cuando las cenizas son solubles bajo este parámetro significa que esos minerales no están conformados en estructuras cristalinas indestructibles; por lo tanto, pasarán con facilidad a la solución del suelo para ser absorbidos por los vegetales.

Por su parte, la calidad microbiológica que obtuvo el biofertilizante fue óptima para el producto propuesto en la presente investigación, ya que las cargas microbianas de bacterias mesofílicas aeróbicas, mohos y levaduras fueron muy bajas, mientras que coliformes totales y Salmonella, estuvieron totalmente ausentes (Tabla 2), por lo que su uso no representa ningún riesgo, tanto en su manipulación como en su inclusión en las expecies vegetales de interés.

Tabla 2: Resultados obtenidos en los análisis microbiológicos del biofertilizante evaluado.

Producto	Bacterias Mesofílicas	Mohos y Levaduras	Coliformes Totales	Salmonella
Biofertilizante	$2X10^3$ UFC g^{-1}	190 UFC g^{-1}	Ausencia	Ausencia

UFC representa las Unidades Formadoras de Colonias.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Una vez que se contó con los valores nutrimentales y la calidad microbiológica del biofertilizante, se procedió a nombrar al producto con el nombre comercial de PLECOGROW, haciendo alusión el término “pleco” por la especie íctica utilizada (Pterygoplichthys spp., comúnmente conocida como plecos) y “grow” es el término en inglés de “crecimiento” utilizado por el efecto esperado del biofertilizante sobre los organismos vegetales a los cuales se le aplique.

Luego de contar con el nombre del producto, se inició con la creación de su eslogan, para lo cual, se estuvieron conjugando y analizado diversas frases y su sentido de significancia y así, se determinó el eslogan: "Del agua al suelo, vida para tus plantas”, haciendo referencia al hábitat del organismo (agua) utilizado para la obtención del producto que una vez transformado, promueve el bienestar de los organismos vegetales al ser alimentados con él. Posteriormente, con el nombre y eslogan se procedió a realizar la búsqueda en las plataformas oficiales del IMPI, tanto en MARCia® como en MARCANET®, con el propósito de corroborar la factibilidad de uso tanto del nombre como del eslogan, para confirmar que el nombre, fonética o logotipos no estén registrados o en trámite o que se presente similitud al propuesto. de esta forma, se pudo contar con la creación del nombre y eslogan para el biofertilizante hecho a base del pez armado Pterygoplichthys spp.

Una vez creado el nombre y el eslogan, se procedió a diseñar el etiquetado del producto, considerando lo requisitado en la NOM-050-SCFI-2004 (Secretaría de Economía, 2004), por lo que se creó un logotipo alusivo al producto, mismo que se colocó al centro del empaque hecho de papel estraza, mostrando un pez en color azul, el cual representa al pez utilizado y el color al hábitat acuático al que pertenece, en la parte media superior del cuerpo del pez una hoja verde que simboliza a quien va destinado el producto; además, el color verde tiene el significado de representar un producto orgánico sostenible, debajo del logotipo se colocó el nombre, su eslogan y la cantidad contenida en gramos en el empaque.

En la parte izquierda se nombra la composición nutrimental, el distribuidor con su domicilio comercial e instrucciones para su conservación. Hacia la derecha del etiquetado se pueden observar las instrucciones de uso. advertencia, código de barras, la leyenda “Hecho en México”, el número de lote, así como la fecha de caducidad. Toda esta información debe estar contemplada en este tipo de productos para su registro y comercialización (Figura 1).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial “ALEMA-Pentaciencias” E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com



Figura 1. Etiquetado e información requisitada del biofertilizante PLECOGROW.

En base a los resultados que se obtuvieron, se puede discutir que:

Callejas et al. (2020) mencionan que los biofertilizantes suelen ser componentes básicos para el desarrollo de la agricultura sostenible, ya que mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo y con ello, conservan su fertilidad bajo un enfoque de sostenibilidad a largo plazo, pues los biofertilizantes son productos obtenidos mediante la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal, vegetal o de ambos, que se componen de macronutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), constituyentes esenciales en la nutrición vegetal, por lo que su empleo representa una estrategia enfocada a la sostenibilidad ambiental en el desarrollo agrícola, reduciendo costos por los insumos utilizados en la producción de cultivos convencionales y satisfacer la demanda alimentaria de los consumidores y de los productores, por lo que se puede deducir que el producto PLECOGROW puede ser una alternativa para este propósito.

Esto se constata con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que se evidenció que el biofertilizante PLECOGROW elaborado a partir de Pterygoplichthys spp., posee características nutrimentales y microbiológicas que respaldan su potencial para su producción como fertilizante orgánico. Esto se puede corroborar con el resultado del contenido de cenizas totales (28.65%), mismo que refleja una importante concentración de minerales, resultado que coincide con investigaciones previas donde se afirma que las harinas de pez armado de las especies Plecostomus spp. y Pterygoplichthys spp., conserva una elevada fracción mineral susceptible de ser aprovechada en la nutrición vegetal y con ello, su aplicación en las actividades agrícolas (Monares et al., 2012), mientras que Dehara et al. (2023), destacaron que diversos

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

productos (harina, pasta, ensilado químico y ensilado biológico) elaborados cada uno de ellos con especímenes de Pterygoplichthys spp. presentan una fracción mineral considerable con potencial para su aprovechamiento en diversos sistemas productivos agropecuarios, lo cual se corrobora con el porcentaje de solubilidad de cenizas que se valoró en este trabajo, el cual se situó en 98.30% del total de las cenizas totales; es decir, del 28.65% de cenizas totales, 28.18%, siendo solo el 1.70% insolubles (0.46% del total de cenizas). Además, el alto contenido proteico (49.29%) pone a disposición el nitrógeno (N) que se encuentra conformando a estas moléculas.

Cabe recordar que la composición del suelo es el factor principal que establece la fertilidad del mismo y por ende, su productividad para las labores agrícolas, que en diversas ocasiones, debido a la intensidad de la producción agrícola se deteriora la constitución del suelo; por ello, los bioabonos surgen como una alternativa que permiten mejorar y mantener la estructura del suelo, aumenta su capacidad para la retención de agua y facilitan la disponibilidad de nutrimentos requeridos por los organismos vegetales (Félix et al., 2008; Grageda et al., 2012; Florez, 2017; Su y Arostegui, 2020). Por ello, el empleo de este tipo de biofertilizantes se aporta al suelo materia orgánica y nutrientes esencial como NPK (nitrógeno, fósforo, potasio), los que mejoran su composición, haciendo posible su incorporación en la agricultura (Castro et al., 2009; Ramos y Terry, 2014; Delgado, 2018). Sumado a lo anterior, el manejo adecuado de especies ícticas nocivas e invasoras, así como la utilización de residuos de pescado contribuyen a mejorar la economía a través de la venta de abonos orgánicos y especies no comerciales, así como el aumento de la producción agrícola (Ramos, 2014; Maquera et al., 2024).

Por otra parte, el contenido de humedad obtenido (8.60%) se encuentra dentro de valores que favorecen la conservación del producto al limitar el desarrollo de microorganismos y reducir el deterioro durante el almacenamiento. Estos resultados son consistentes con los principios de procesamiento de harinas de origen pesquero, donde la reducción de humedad constituye una etapa fundamental para prolongar la vida útil del producto y preservar sus propiedades fisicoquímicas (Ndondo, 2023; Moreira et al., 2024).

Respecto a la evaluación microbiológica, aunque se observó crecimiento microbiano de bacterias mesofílicas aeróbicas (2X103 UFC g-1), así como de mohos y levaduras (190 UFC g-1), fueron aceptables, ya que las colonias presentes no representan ningún riesgo microbiológico, mientras que coliformes totales y Salmonella estuvieron ausentes en el producto. Estos resultados sugieren que el proceso de elaboración, que incluyó operaciones de lavado, tratamiento antioxidante, choques térmicos, deshidratación y almacenamiento bajo condiciones controladas, permitieron obtener un producto con condiciones microbiológicas aceptables para continuar con su evaluación como biofertilizante.

En cuanto a la propuesta para su comercialización, esta es factible, ya que el logotipo, nombre y eslogan fueron creadas con el fin de presentar un producto llamativo para su venta y se confirmó su originalidad de cada uno de ellos. Adicionalmente, el etiquetado cuenta con lo requisitado en la NOM-050-SCFI-2004 (Secretaría de Economía, 2004), cumpliendo con cada uno de los parámetros que se requieren para su registro como marca registrada.

Finalmente, los resultados obtenidos fortalecen la propuesta de aprovechar el Pterygoplichthys spp. como materia prima para la elaboración de biofertilizantes, transformando una especie exótica invasora en un producto de valor agregado. Esta estrategia coincide con lo reportado por Ruiz et al. (2023), quienes

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

demostraron que la harina de pez diablo puede emplearse exitosamente en la fertilización orgánica de cultivos agrícolas; por su parte, Moreira et al., (2024), quienes destacan que el aprovechamiento de residuos pesqueros para la producción de fertilizantes constituye una alternativa sostenible que favorece la economía circular, disminuye la generación de residuos y promueve un uso más eficiente de los recursos biológicos.

Conclusiones

La elaboración del biofertilizante PLECOGROW, a partir de Pterygoplichthys spp., representa una alternativa viable para el aprovechamiento de esta especie exótica invasora mediante un proceso que contribuye a la economía circular y al manejo sostenible de los recursos biológicos. Los resultados obtenidos demostraron que el producto presentó un contenido porcentual de cenizas de 28.65%, lo que evidencia una importante concentración de minerales, así como un contenido porcentual de humedad total de 8.60, valor que favorece su estabilidad durante el almacenamiento. Asimismo, los análisis microbiológicos mostraron una calidad óptima, por lo que su empleo es seguro.

En conjunto, estos resultados indican que la harina de Pterygoplichthys spp. posee características que respaldan su utilización como materia prima para la elaboración de fertilizantes orgánicos. Además de ofrecer una alternativa de aprovechamiento para una especie invasora con alto impacto ambiental, este tipo de productos puede contribuir a la valoración de residuos biológicos y al desarrollo de insumos agrícolas de menor costo. No obstante, es recomendable realizar investigaciones complementarias que evalúen la composición nutrimental completa del fertilizante, su estabilidad durante el almacenamiento y su eficacia agronómica en diferentes especies vegetales, con el fin de fortalecer su aplicación comercial y su contribución a una agricultura más sostenible.

Agradecimientos

Al Cuerpo Académico: Administración y Desarrollo Tecnológico con Enfoque Multidisciplinario (UJAT-CA-279) de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) por hacernos parte del proyecto de investigación: *Uso de especies ícticas invasoras para su aprovechamiento en las comunidades rurales del estado de Tabasco*.

Referencias

Alonso, A. y Castro Díez, P. (2015). Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Revista Ecosistemas*, 24(1), 1-3. https://www.redalyc.org/pdf/540/54038707001.pdf

Amador del Ángel, L.E. y Wakida Kusunoki, A.T. (2014). Peces invasores en el sureste de México. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. [1ra. Edición, pp. 425-433]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/01/Especies-acu%C3%A1ticas-invasoras-en-M%C3%A9xico.pdf

Association of Official Agricultural Chemists [AOAC]. (2019). *Official methods of analysis*. [Twenty First Edition]. The Association of Official Analytical Chemists.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Bufrao Curiel, P. (2012). Las especies exóticas invasoras y el derecho, con especial referencia a las especies acuáticas, la pesca recreativa y la acuicultura. *Revista Catalana de Dret Ambiental (RCDA)*, III(1), 1-54. https://www.revistes.urv.cat/index.php/rcda/article/download/1238/1206

Callejas Chavero, A., Ayala Pérez, L.A., Miranda Romero, L.A. y Vázquez Silva, G. (2020, 21 al 25 de septiembre). *Biofertilizante de pescado a partir del proceso de fermentación en biodigestor tipo Batch*. [Ponencia Oral]. XVII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), León, Guanajuato; México. https://congresos.cio.mx/17_enc_mujer/cd_congreso/resumenes_posters.html

Cano Salgado, M.P. (2011). *El plecos (Pterygoplichthys spp.): Su invasión y el abordaje de las cooperativas balancanenses*. [Tesis Doctoral, El Colegio de la Frontera Sur, Campus Villahermosa, Tabasco; México]. Repositorio Institucional ECOSUR. https://www.researchgate.net/publication/234004652_El_plecos_Pterygoplichthys_spp_su_invasion_y_el_abordaje_de_las_cooperativas_balancanenses

Castro, A., Henríquez, C. y Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Revista Agronomía Costarricense*, 33(1), 31-43. https://www.redalyc.org/pdf/436/43612054004.pdf

Castro, P., Alonso, A., Santamaría, L. y Godoy, O. (2008). Las especies invasoras modifican las propiedades de los ecosistemas. En M. Vila, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría y P. Castro (coords.). *Invasiones Biológicas*. [1ra. Edición, pp. 117-127]. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). https://digital.csic.es/bitstream/10261/27302/1/invasionesbiologicas.pdf

Cruz de León, Z. (2016.). *Ocurrencia y aspectos biológicos del pez invasor del género Pterygoplichthys en el Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz y cuenca baja del Jamapa-Cotaxtla*. [Tesis de Posgrado, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad de Veracruz, México]. Repositorio Institucional UV. https://www.uv.mx/veracruz/mep/files/2012/10/Zeferino-Cruz-Leon.pdf

Dehara Herrera, I., Vera Quiñones, F., Alpuche Palma, A., Pérez Vera, E. y Mendiola Campuzano, J. (2023). Solubilidad de cenizas en cuatro ingredientes elaborados con *Pterygoplichthys* spp. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 10(3), 53-70. https://www.reibci.org/publicados/2023/sep/5200103.pdf

Delgado Tamayo, E.J. (2018). *Elaboración de abono orgánico a partir de vísceras de pescado para cultivos agrícolas*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú]. Repositorio Institucional UNSA. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7147

Dirección General de Normas [DGN]. (1978). *Norma Mexicana NMX-F-260-S-1978. Método de prueba para la determinación del porcentaje de cenizas solubles e insolubles en agua en el té y productos similares*. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. https://es.scribd.com/document/696449178/nmx-f-260-1978-determinacion-del-porcentaje-de-las-cenizas

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Félix Herrán, J.A., Sañudo Torres, R.R., Rojo Martínez, G.E., Martínez Ruiz, R. y Olalde Portugal, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Revista Ra Ximhai*, 4(1), 57-67. https://www.redalyc.org/pdf/461/46140104.pdf

Filigrana Celorio. G. (2016). *Uso de la harina de pez diablo (Pterygoplichthys spp.) en la alimentación de tilapia nilótica (Oreochromis niloticus)*. [Tesis de Posgrado, El Colegio de la Frontera Sur, Campus Villahermosa, Tabasco; México]. Repositorio Institucional ECOSUR. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1424/1/100000057617_documento.pdf

Fonseca Hernández, R. y Vargas Alpízar, P. (2018). Estudio de factibilidad del aprovechamiento económico de una especie invasora *Hypostomus plecostomus* en el humedal de Caño Negro, Costa Rica. *Revista Ciencias Costeras y Marinas*, 10(2), 31-49. http://dx.doi.org/10.15359/revmar.10-2.2

Florez Jalixto, M.A. (2017). *Elaboración de biofertilizante líquido utilizando subproductos del procesamiento de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. [Tesis de Licenciatura, Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2d4e43e3-ba0c-4ff3-af23-9cf11770a5f0/content

García Berthou, E., Almeida, D., Benejam, L., Magellan, K., Bae, M.J., Casals, F. y Merciai, R. (2015). Impacto ecológico de los peces continentales introducidos en la Península Ibérica. *Revista Ecosistemas*, 24(1), 84-92. https://www.redalyc.org/pdf/540/54038707009.pdf

González Artiga, N., Soza Chí, U., Peralta González, F., Rodríguez Flores, F., Alpuche Palma, A., Vera Quiñones, F. y Mendiola Campuzano, J. (2022). Ensilado compuesto: Una opción viable para su inclusión en la alimentación acuícola. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 9(1), 67-80. https://www.reibci.org/publicados/2022/abr/4500101.pdf

Grageda Cabrera, O.A., Díaz Franco, A., Peña Cabriales, J.J. y Vera Núñez, J.A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1261-1274. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015

Maquera Pilco, A.V., Florez Encinas, H.C., Guillermo Jacobo, N.M., Apaza Flores, F.J. y Manchaco Cerron, Y.S. (2024). Efecto de un biofertilizante a partir de residuos de pescado para el mejoramiento del suelo de la Yarada-Los Palos. *Revista Sciencevolution*, 4(12), 9-20. https://doi.org/10.61325/ser.v4i12.114

Mendiola Campuzano, J., Vera Quiñones, F., Alpuche Palma, A., Barceló Gutiérrez, V. y Urrieta Saltijeral, J. (2022). Inclusión de pez armado *Pterygoplichthys* spp. como ingrediente en dos alimentos acuícolas. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 9(2), 25-45. https://reibci.org/publicados/2022/sep/4600105.pdf

Mendiola Campuzano, J., Pascual Cornelio, H., Alpuche Palma, A., Damián Alejo, M. y Pérez Vera, E. (2025). Comparación nutrimental e inocuidad en dos ensilados químicos elaborados con *Oreochromis* spp. y *Pterygoplichtys* spp. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 12(2), 128-142. https://reibci.org/publicados/2025/dic/5800117.pdf

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Mendoza Alfaro, R., Escalera Gallardo, C., Contreras Balderast, S., Koleff Osorio, P., Ramírez Martínez, C., Álvarez Torres, P., Arroyo Damián, M. & Orbe Mendoza, A. (2009). Invasion of Armored Catfish in Infiernillo reservoir, Michoacán-Guerrero, Mexico, Socio-economic Impact Analysis: A tale of two Invaders. In *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species. Test Cases for the Snakeheads (Channidae) and Armored Catfishes (Loricariidae) in North American Inland Waters*. [First Edition, pp. 51-59]. Commission for Environmental Cooperation. https://www.cec.org/files/documents/publications/2379-trinational-risk-assessment-guidelines-aquatic-alien-invasive-species-en.pdf

Mendoza Alfaro, R. y Koleff Osorio, P. (2014). Introducción de especies exóticas acuáticas en México y en el mundo. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. [1ra Edición, pp. 17-41]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/01/Especies-acu%C3%A1ticas-invasoras-en-M%C3%A9xico.pdf

Moreira Sousa, S.J., Pereira Ribeiro, D., Protásio de Jesus, P. & Alves de Azevedo, G. (2024). Use of fish waste to produce organic fertilizers in agriculture: Literature review. *REMUNOM Journal*, 9 (1). https://doi.org/10.61164/rmnm.v9i1.2754

Ndondo, J.T.K. (2023). Review of the Food and Agriculture Organization (FAO) strategic priorities on food safety 2023. In Food safety-new insights. *IntechOpen Journal e*. https://doi.org/10.5772/intechopen.112132

Ponciano Núñez, M., Alpuche Palma, A., Vera Quiñonez, F. y Mendiola Campuzano, J. (2021). Diversidad, abundancia y distribución de peces invasores en el lago Petén Itzá, Guatemala. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 8(2), 16-29. https://www.reibci.org/publicados/2021/ago/4300107.pdf

Ramos Agüero, D. (2014). Bocashi: Abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Revista Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97. https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/834

Ramos Agüero, D. y Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Revista Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007

Ruiz Aguilar, M.Y., Montes Molina, J.A., Castañón González, J.H., Gutiérrez Miceli, F.A., Hernández Guzmán, M., López López, H., Ruiz Valdiviezo, V.M. y Villalobos Maldonado, J.J. (2023). Uso de la harina del pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) en la fertilización orgánica del tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 39, 159-169. https://doi.org/10.20937/RICA.54848

Sánchez A.J., Florido, R., Álvarez Pliego, N. y Salcedo, M.A. (2015). Distribución de *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(1), 1099-1102. http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.016

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Sandoval Huerta, E.R., Madrigal Guridi, X., García Meraz, A., Dimas Mora, N.I. y Domínguez Domínguez, O. (2012). Nuevo registro de *Pterygoplichthys disjunctivus* (Actinopterygii: Loricariidae) en la desembocadura del río Coahuayana, Coahuayana, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(1), 294-297. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000100033&lng=es&tlng=es

Secretaría de Economía. (2004, 01 de junio). *Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCFI-2004. Información comercial. Etiquetado general de productos*. Diario Oficial de la Federación. http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-050-SCFI-2004.pdf

Secretaría de Salud (1995, 12 de diciembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/copias.php?acc=ajaxPaginas&paginas=14&seccion=PRIMERA&edicion=209451&ed=MATUTINO&fecha=12/12/1995

Secretaría de Salud. (1995, 13 de septiembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. Diario Oficial de la Federación. https://www.norlexinternacional.com/arch/N111S194.htm

Secretaría de Salud. (1995, 25 de agosto). *Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. Diario Oficial de la Federación. http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69536.pdf

Secretaría de Salud. (1995, 22 de septiembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos*. Diario Oficial de la Federación. https://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69538.pdf

Secretaría de Salud. (2010, 01 de marzo). *Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud.htm

Secretaría de Salud. (2015, 26 de junio). *Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos*. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5398468

Soza Chí, G., Peralta González, F., Rodríguez Flores, F., Alpuche Palma, A., Vera Quiñones, F. y Mendiola Campuzano, J. (2020). Estimación del contenido nutrimental, inocuidad y costos en cuatro ensilados químicos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 7(1), 39-49. https://reibci.org/publicados/2020/jul/3900103.pdf

Su García, N.C. y Arostegui Alfaro, N.Z. (2020). *Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de Allium cepa*. [Tesis de Pregrado, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, Lima, Perú]. Repositorio

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Institucional UPEU. https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fbc1efa1-40ee-45e4-b217-06f3daf7adb9/content

Vila, M., Castro, P. y García Berthou, E. (2008). ¿Qué son las invasiones biológicas? En M. Vila, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría y P. Castro (coords.). *Invasiones Biológicas*. [1ra. Edición, pp. 21-28]. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). https://digital.csic.es/bitstream/10261/27302/1/invasionesbiologicas.pdf

Wakida Kusunoki, A.T. y Amador del Ángel, L.E. (2008). Nuevos registros de los plecos *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau 1855) y *P. disjunctivus* (Weber 1991) (Siluriformes: Loricariidae) en el Sureste de México. *Revista Hidrobiológica*, 18(3), 251-256. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972008000300008&lng=es&tlng=es

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com