



Nota científica

USO DE CÍTRICOS COMO SUSTRATO PARA LA CRÍA EN SEMICAUTIVERIO DE *Hermetia illucens* "MOSCA SOLDADO NEGRA" EN LORETO, PERÚ

Germán Augusto MURRIETA MOREY^{1*}, Harvey SATALAYA ARELLANO¹, Luciano Alfredo RODRÍGUEZ CHU¹, Miriam ALVÁN AGUILAR¹, Carlos Alfredo TUESTA ROJAS¹, Jorge NÁJAR REÁTEGUI¹, Joel VÁSQUEZ BARDALES²

¹ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. AQUAREC. Carretera Iquitos-Nauta Km 4.5. San Juan Bautista, Loreto, Perú.

² Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Jr. Nauta, Iquitos, Loreto, Perú.

* Correo electrónico: gmurrieta@iiaap.gob.pe

RESUMEN

En la crianza de peces nativos de la Amazonía peruana como *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus*, *Brycon amazonicus*, *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas* se utiliza alimento balanceado, en cuya formulación predomina la harina de pescado y otros insumos no locales. Esto, encarece y dificulta su adquisición, principalmente por los productores rurales amazónicos que se encuentran alejados del área urbana. Mundialmente, existen experiencias de alternativas para la crianza de peces en base al uso de vegetales, frutas e insectos, aprovechando la diversidad biológica del entorno. Así, el uso de larvas de insectos constituye una alternativa promisoriosa para el sector acuícola a escala global. El presente estudio muestra la cría en semicautiverio de *Hermetia illucens* "mosca soldado negra" utilizando residuos orgánicos (cítricos) colectados del área urbana y rural, destacando el uso de bagazo de naranjas y toronja. De esta forma utilizando, el principio de economía circular, se obtuvieron larvas vivas y harina de mosca soldado, las cuales podrán ser utilizadas para alimentar a peces de importancia comercial. Como producto final de la crianza de las larvas se obtuvo un compost orgánico ideal para sistemas agroforestales. Este estudio muestra una metodología barata, accesible y armónica con el

ambiente para la crianza de mosca soldado negra en semicautiverio en la región de Loreto utilizando cítricos del área urbana y rural.

PALABRAS CLAVE: harina de insecto, larvas, naranja, residuos orgánicos, toronja

USE OF CITRUS AS SUBSTRATE FOR SEMI-CAPTIVITY BREEDING OF *Hermetia illucens* "BLACK SOLDIER FLY" IN LORETO, PERU

ABSTRACT

In the rearing of native fish of the Peruvian Amazon such as *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus*, *Brycon amazonicus*, *Prochilodus nigricans* and *Arapaima gigas*, balanced feed is used, in whose formulation fishmeal and other non-local inputs predominate. This makes its acquisition more expensive and difficult, mainly by rural Amazonian producers who are far from the urban area. Worldwide, there are experiences of alternatives for raising fish based on the use of vegetables, fruits and insects, taking advantage of the biological diversity of the environment. Thus, the use of insect larvae constitutes a promising alternative for the aquaculture sector on a global scale. The present study shows the semi-captivity breeding of *Hermetia illucens* "black soldier fly" using organic waste (citrus) collected from urban and rural areas, highlighting the use of orange bagasse and grapefruit. In this way, using the circular economy principle, live larvae and soldier fly meal were obtained to be used as an alternative to feed commercially important fish. As a final product of the rearing of the larvae, an organic compost ideal for agroforestry systems was obtained. This study shows a cheap, accessible and environmentally friendly methodology for raising black soldier fly in semi-captivity in the region of Loreto by using citrus from the urban and rural area

KEY WORDS: insect flour, larvae, orange, organic waste, grapefruit.

Uno de los aspectos que genera mayor controversia en la acuicultura es la elaboración de harinas y aceites a partir de especies marinas para la alimentación de otras especies, así, se producen peces como alimento de otros peces (Keramat *et al.*, 2014; Opiyo *et al.*, 2018). La harina de pescado, por lo general elaborado de *Engraulis ringens* "anchoveta", tiene un costo elevado y es de difícil acceso para los productores rurales amazónicos de bajos recursos que se encuentran bastante alejados del área urbana. En tal sentido, es necesario contar con la incorporación de insumos locales de la Amazonía para generar tecnología accesible, de bajo costo y armónica con el ambiente y, que a su vez permita el desarrollo del piscicultor amazónico utilizando los insumos que su entorno le ofrece (Tacon & Metian, 2008; Keramat *et al.*, 2014; Toro-Díaz, 2017; Opiyo *et al.*, 2018).

Existen experiencias de países como Honduras, México, Colombia que han incorporado insumos vegetales u otras fuentes proteínicas como insectos con alto valor nutricional en sus dietas alimenticias para peces, (Heredia & Villalba, 2020). El uso de insectos como fuente de proteína para la alimentación animal es un modelo de negocio que cada día es más común y está adquiriendo más relevancia; esto se debe a que se está convirtiendo en una fuente de proteína más barata y sostenible que las actualmente usadas, debido a que sus colecta y procesamiento no requieren de tecnologías costosas o tan avanzadas (Avendaño *et al.*, 2020; Blanco *et al.*, 2020). Además, se cuentan con centros de reproducción y manejo en cautiverio, lo que garantiza la disponibilidad del material biológico sin alterar o impactar a la fauna de los ecosistemas naturales (Gutiérrez, 2005; Heredia & Villalba, 2020; Moreno *et al.*, 2021).

En la Amazonía peruana, *Colossoma macropomum* "gamitana", *Piaractus brachipomus* "paco", *Brycon amazonicus* "sábalo cola roja",

Prochilodus nigricans "boquichico" y *Arapaima gigas* "paiche" son alimentados principalmente con alimento balanceado el cual está hecho con harina de pescado, y que resulta costoso para los productores locales debido al coste de transporte a los centros de comercialización. Estos alimentos no son siempre adecuados para alimentar a los peces amazónicos y es por ello que los piscicultores optan por utilizar "peces forrajeros" e insectos silvestres a pesar de que este tipo de alimentación incrementa la probabilidad de infección endoparasitaria (Tavares Días, 2021).

Como una alternativa para satisfacer las necesidades nutricionales de los peces, se han realizado investigaciones sobre el uso de *Hermetia illucens*, llamada comúnmente como mosca soldado negra (Barroso *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2020). Este insecto de la familia Stratiomyidae, tiene un ciclo de vida de 30 a 35 días (desde que eclosiona del huevo hasta que llega a adulto y muere); de los cuales, alrededor de 14 días corresponden al estadio de larva y es sólo durante este estadio que se alimenta, principalmente de residuos orgánicos, lo que le otorga un gran potencial en el manejo y tratamiento de este tipo de residuos. Cuando es adulto, sólo bebe agua y copula para reiniciar el ciclo de vida (Díclaro & Kaufman, 2009; Singh & Kumari, 2019).

Los residuos orgánicos, con el debido tratamiento, podrían ser aprovechados para generar alimento humano, alimento para animales y abono orgánico para la actividad agrícola (Mateo & Arana, 2006; Meante & da Costa, 2017; Medeiros *et al.*, 2018).

El abono obtenido a partir de la mezcla de las excretas de las larvas de *H. illucens* con sustrato orgánico degradado (Giraldo *et al.*, 2019; Flores & Figueroa, 2021; Hierro *et al.*, 2021; Gutiérrez & Gutiérrez, 2021) también puede ser aprovechado como fertilizante natural de estanques piscícolas (activando la productividad primaria

de los estanques), así como también para utilizarlo para abonar plantas y hortalizas de fin alimenticio y medicinal (Barroso *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2020; Gutiérrez & Gutiérrez, 2021).

Se ha identificado a la actividad ornamental como una de las tres principales actividades que generan ingresos a la región Loreto como producto de las exportaciones de peces ornamentales (Villafana *et al.*, 2018; Moya *et al.*, 2022). Sin embargo, la principal limitante que frena la actividad ornamental en países exportadores e importadores es la disponibilidad de alimento accesible y de bajo costo para mantener a los peces ornamentales, que, en su mayoría, pasan solo algunos días o semanas en los acuarios de acopio para su posterior exportación y/o comercialización (Raja *et al.*, 2019; Evers *et al.*, 2019; Yue, 2019; Oliveira & Joséth, 2020). Existen más de 200 especies de peces, de distintas formas y tamaños, que están catalogadas como las más exportadas en los últimos años (García *et al.*, 2021), haciendo necesario diferentes tipos de alimentos para satisfacer las necesidades de estos animales; ante ello, por ejemplo, las dietas alimenticias basadas en larvas y harina de mosca soldado negro contribuirían con este objetivo, atendiendo una necesidad identificada para la actividad ornamental.

Así, basándose en el principio de economía circular, el presente estudio demuestra la utilidad de cítricos como la naranja y toronja como sustrato para la crianza de larvas de *Hermetia illucens* "mosca soldado negra" y la producción de harina en base a larvas, las cuales, podrían ser utilizadas como alimento para peces amazónicos.

La metodología empleada surgió de experimentos pilotos realizados previos al desarrollo del presente trabajo. Así, según la experiencia de los investigadores se diseñó la metodología que detallamos a continuación.

La colecta de residuos orgánicos se realizó en tres puntos de la ciudad de Iquitos: Mercado Central (-3.74886, -73.24824), Mercado Modelo (-3.74047, -73.24283) y Mercado de Productores (-3.74224, -73.24102) colectando cáscaras y bagazo de naranja.

Para el caso de las zonas rurales, como las del eje carretero Iquitos-Nauta, se colectaron toronjas de un terreno localizado en el Km 19. Las toronjas colectadas fueron transportadas en baldes hasta las instalaciones del módulo de producción de mosca soldado negro del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IAP, lugar donde se encontraban acondicionadas dos unidades de producción.

Los módulos de producción de mosca soldado negra constaron de cajones de madera de 2 metros de largo x 1 metro de ancho con patas largas de 1m, para evitar el ingreso de aves de corral o de otros animales. Los cajones fueron forrados con plástico. Los cajones estuvieron al aire libre, debajo de un techo cobertor para evitar el ingreso de agua a los módulos ante la lluvia o evitar el exceso de sol (Figura 1A-B).

Para la preparación del sustrato, que actúa como un cebo atrayente para *H. illucens*, se usaron 40 kg de cáscaras y bagazos cortados en pedazos de naranjas y toronjas mezclados con 6 kg de polvillo de arroz y 20 L de agua (Figura 1C-D) una vez obtenida una masa compacta parecida a una papilla, se vertió en las unidades de producción para esperar el ingreso y posterior oviposición de la mosca soldado. Además, se cortaron pedazos de cartón de 4,5 cm de ancho y 16,5 cm de largo, se aseguraron los pedazos uno encima de otro con ligas (Figura 1E-F) y fueron colocados sobre el sustrato para facilitar la puesta de los huevos de mosca soldado negra.

Se visualizaron a moscas soldado adultas volando por los alrededores de los módulos a los 2 días de haber colocado el sustrato. Algunas fue-



Figura 1. Unidades de producción. A y B: confección de cajones de madera para la producción de mosca soldado negra. C: cajones de madera en funcionamiento. E y F: Confección de trampas para postura de huevos de mosca soldado negra

ron observadas copulando, mientras que otras se observaron depositando sus huevos ya sea en los reservorios de los huevos, como en el mismo sustrato, así como, en las esquinas y paredes de las unidades de cría forradas con plástico (Figura 2A). Las características morfológicas observadas que permitieron la identificación taxonómica de *H. illucens* se basaron en los criterios establecidos por Üstüner *et al.* (2003). Estos fueron: pigmentación oscura del cuerpo, alas de color negro, tamaño de las antenas dos veces la longitud de la cabeza, constituida por ocho artejos irregulares, patas negras, con zona basal de todos los tarsos con pigmentación blanca, abdomen con cinco segmentos visibles de color negro, con margen posterior del margen de los terguitos 1 y 2 con un par de manchas translúcidas y blanquecinas. Los huevos fueron reconocidos porque eran masas de color blanquecino y/o amarillenta con forma ovalada como pequeños granos de arroz (Figura 2B).

Las larvas de mosca soldado negra se colectaron desde el día 7 a 10 luego de la instalación los sustratos en las unidades de producción. De los 40 Kg de sustrato utilizados por cada unidad de cría, fueron colectados 8 Kg de larvas de mosca soldado negra, separando manualmente los residuos orgánicos, utilizando una bandeja plástica donde se colocó el sustrato con las larvas, observando migraciones a los extremos de la bandeja para luego ser colectadas

El proceso de extracción de las pupas y pre pupas de las camas de cultivo se realizó a 30 días de haber iniciado el sistema de crianza en semicautiverio. Se realizó un tamizaje del sustrato ya seco para separar los distintos estadios, en donde las pre pupas y pupas se separaron en distintos envases para ponerlas en otro sustrato. Las pre pupas se colocaron en un envase con arena para que se entierren buscando un lugar seguro para pasar al siguiente

estadio y, las pupas se colocaron en otro envase para fines de liberación o también crianza en cautiverio en moscarios.

La duración del ciclo de vida de la mosca soldado negra fue de 30 ± 5 días. La fase de huevo tuvo una duración de 5 días; la fase larval duró 15 ± 2 días, tiempo en el cual fue posible la colecta de las larvas. La fase de pre-pupa duró 7 ± 2 días, en esta fase se pueden utilizar las larvas para convertirlas en harina. La fase de pupa, duró 7 ± 2 días hasta convertirse en adultos,

Para la elaboración de la harina de mosca soldado negra se colectaron las larvas más grandes de 3 ± 1 cm. Estas larvas fueron sacrificadas utilizando congelación, colocando las larvas en la nevera por cinco minutos. Luego, fueron secadas en secadores artesanales con madera y calamina, expuestas al sol y también fueron colocadas en microondas por cinco minutos. Finalmente, fueron trituradas con molinos manuales y así obtener la harina de mosca soldado negra. Por cada kilo de larvas de mosca soldado se obtuvo 600 g de harina

El producto final de la degradación del sustrato empleado en la cría de mosca soldado negra fue un abono orgánico, el cual se obtuvo después de extraer todas las larvas, pupas y pre pupas de las unidades de crianza, tamizar los residuos y así se pudo colectar 5 kg de abono.

De acuerdo con Studt (2010) y Rehman *et al.* (2023) la larva de mosca soldado negra *H. illucens* representa una oportunidad de biotransformación al aprovechar los residuos orgánicos y productos de la descomposición, para finalmente como acción de su metabolismo, producir un compost de utilidad para los suelos y sistemas agroforestales.

La fase larval de la mosca soldado negra puede aumentar o disminuir su tiempo de duración, dependiendo así, de factores como disponibilidad y tipo de alimento, así como de la temperatura del ambiente de cría. Condiciones

ambientales desfavorables con temperaturas bajas y escasez de alimento pueden extender la duración de la fase larval por 6 o 7 semanas (Díclaro & Kaufman, 2009). En el presente estudio, se observaron y registraron tiempos similares en el ciclo de vida de la mosca soldado negra, completando el ciclo en aproximadamente 30 ± 5 días. Esto puede explicarse a la cantidad de alimento ofrecido a las larvas y a la temperatura del ambiente de cría que oscilaba en promedio en $28 \text{ °C} \pm 1.0 \text{ °C}$.

Las larvas de mosca soldado negra se alimentan de diferentes tipos de materia orgánica en descomposición y su desarrollo depende de la calidad y cantidad de alimento ingerido (Rehman *et al.*, 2023). El crecimiento de las larvas se ve afectado por la calidad de los alimentos, así, si el uso final de las larvas es para la alimentación de los peces, entonces se debe alimentar en grandes cantidades a las larvas, ya que, entre más comida, mayor será su peso pupal y deberán alimentarse con sustratos que aporten nutrientes a su desarrollo y crecimiento (Myers *et al.*, 2008). En el presente estudio, se utilizaron 40 Kg de cítricos + 6 Kg de polvillo de arroz, los cuales demostraron ser adecuados para la alimentación de las larvas de mosca soldado negro como parte de su crianza en semi cautiverio.

Arroyave *et al.* (2019) sostienen que los nutrientes de la larva de *H. illucens* representan en promedio un 40% de proteína y 35% de grasa, siendo ideales para su uso en la alimentación de otros animales, como por ejemplo de peces, los cuales necesitan para su desarrollo aportes proteicos entre 25 y 53% (Gutiérrez & Garzón, 2019; Oña, 2020; Acela-Moreno *et al.*, 2022). El producto final del proceso de degradación de materia orgánica, genera un abono orgánico libre de patógenos, con altos niveles nutricionales para aplicar a sistemas agroforestales (Oviedo *et al.*, 2017). En el presente estudio,

también su obtuvo como producto final de la degradación del sustrato, abono orgánico para un posible uso como fertilizante natural de sistemas piscícolas y agroforestales.

Diversos estudios como los descritos por Singh & Kumari (2019); Girotto & Cossu (2019); Lu *et al.* (2022); Lemke *et al.* (2023) y Rehman *et al.* (2023) confirman que la producción de harina a partir de larvas de mosca soldado negra puede suplir la harina de pescado gracias a los nutrientes que esta presenta. Con la metodología empleada en el presente estudio para criar a la mosca soldado negro en semi cautiverio utilizando cítricos como sustrato, se puede proponer el uso de sus larvas y harina como fuentes alimenticias promisorias para el desarrollo de los peces criados en cautiverio.

De los resultados obtenidos en este estudio se sugiere ampliar las investigaciones cuantificando los volúmenes de producción por unidad experimental, así como evaluar el crecimiento y desarrollo de los peces alimentados tanto con larvas como con harina de mosca soldado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acela-Moreno, L. H.; Álvarez Vergel, J.C.; Avellaneda, M.C.G.; Castellanos, R.L.D. 2022. *Calidades nutricionales de peces originarios e introducidos en el neotrópico: revisión sistemática de literatura*. Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bucaramanga. Colombia. 63pp.
- Arroyave, O.J.; Chamorro, J.; Ochoa, A.F. 2019. Crecimiento de larvas de mosca soldado negra alimentadas con gallinaza, porcínaza y alimento para ponedoras. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11(2): 730. DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n2.2019.730>
- Avendaño, C.; Sánchez, M.; Valenzuela, C. 2020.



Figura 2. Ejemplares de mosca soldado negra. A: Mosca soldado negra merodeando los módulos de producción y hembra de mosca soldado negra en tarea de oviposición en el sustrato. B: Huevos de mosca soldado negra, postura en residuos de frutas, postura en plástico cobertor, masa de huevos de mosca soldado negra

Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista chilena de nutrición*, 47(6): 1029-1037. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>

Barroso, F.G.; Haro, C.; Sánchez, M.J.; Venegas, E.; Martínez, A.; Pérez, C. 2014. The potential of various insect species for use as food for

fish. *Aquaculture*, 423:193-201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.024>
Blanco, V.C.P.; Chavarro, C.F.G.; Polanco, Y.M.T.; Ruiz, X.M.C. 2020. Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2): 81-100.
Diclaro, J.W.; Kaufman, P.E. 2009. "Black soldier

- fly *Hermetia illucens* Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae)". *Eddis*, 4:6-1. DOI: <http://dx.doi.org/10.32473/edis-in830-2009>
- Evers, H.G.; Pinnegar, J.K.; Taylor, M.I. 2019. Where are they all from? –sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal of Fish Biology*, 94(6): 909-916. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfb.13930>.
- Flores, B.; Figueroa, I. 2021. Cría artificial de una línea local de mosca soldado negra *Hermetia illucens* en condiciones de laboratorio. *Revista Bio Scientia*, 4: 49-50.
- Tavares Días, M. 2021. Sanidad acuícola en peces de agua dulce. En: García, C.R.; Murrieta, G.M.; Cardozo, D.N.; Del Castillo, D.; Puertas, P.E.; Mejía, K.C.; Ruiz, A.G. (Eds). *Primer Congreso Internacional sobre Amazonía Peruana: Investigación para el desarrollo, perspectivas y retos-CONIAP 2020*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Iquitos. p. 14.
- García, D.C.; Estivals, G.; Mejia, J.; Flores, M.; Angulo, C.; Sánchez, H.; Nolorbe, C.; Chuquipiondo, C.; Castro-Ruiz, D.; García, A.; Ortega, H.; Pinedo, L.; Oliveira, C.; Römer, U.; Mariac, C.; Duponchelle, F.; Renno, J.F. 2021. *Peces ornamentales de la Amazonía peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 503 pp.
- Giraldo, J.M.; Rodríguez, V.N.; Benavides, M.P. 2019. Uso potencial de *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) para transformación de pulpa de café: Aspectos biológicos. *Revista Cenicafé*, 70(2): 81-90.
- Giroto, F.; Cossu, R. 2019. "Role of animals in waste management with a focus on invertebrates' biorefinery: An overview". *Environmental Development*, 32: 100454. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2019.08.001>.
- Gutiérrez, G.P.A. 2005. Los insectos: una materia prima alimenticia promisoría contra la hambruna. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1): 33-37.
- Gutiérrez-Espinosa, M.C.; Garzón, J.S.V. 2019. Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce. *Revista politécnica*, 15(30): 82-93. DOI: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a8>
- Gutiérrez, D.; Gutiérrez, A.L. 2021. *Evaluación de la larva de mosca soldado negra (Hermetia Illucens) como alternativa para la degradación de residuos sólidos urbanos*. Tesis de pregrado. Universidad de America. Facultad de Biología. Fundación Universidad de América. 124pp.
- Heredia, N.M.; Villalba, S.I. 2020. *Exploración del uso alternativo de Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) en la dieta de pollos de engorde y peces en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. Tesis de pregrado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 30pp.
- Hierro, A.G.; Anrango, M.J.; Ortiz, D.; Sánchez, L. 2021. Captura y cría de la mosca soldado negra (*Hermetia Illucens*) para la biodegradación de desechos orgánicos en Puerto Quito, Ecuador. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3): 341-354. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.164>
- Keramat, A.A.; Shahsavary, M.; Hedayatifard, M. 2014. Full Replacement of Fishmeal by Poultry by Product Meal in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972) Diet. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13: 1069-1081.
- Lemke, N. B.; Dickerson, A.J.; Tomberlin, J.K. 2023. No neonates without adults: A review of adult black soldier fly biology, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *BioEssays*, 45(1): 2200162. DOI: <https://doi.org/10.1002/bies.202200162>

- Li, Y.; Kortner, T.M.; Chikwati, E.M.; Belghit, I.; Lock, E.J.; Krogdahl, A. 2020. Total replacement of fish meal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Aquaculture*, 520(1): 50-64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734967>
- Lu, S.; Taethaisong, N.; Meethip, W.; Surakhunthod, J.; Sinpru, B.; Sroichak, T.; Paengkoum, P. 2022. Nutritional composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) and its potential uses as alternative protein sources in animal diets: A review. *Insects*, 13(9): 831. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
- Mateo, S.; Arana, C. 2006. *Estrategia regional de la diversidad biológica de Amazonas*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Comisión Regional de Amazonas. 142pp.
- Medeiros, P.A.; Oliveira, A.B.; Costa, J.M. 2018. Tecnologias de baixo custo para piscicultura familiar no Amazonas, Brasil. *Nexus-Revista de Extensão do IFAM*, 4(1): 11-18.
- Meante, R.E.X.; Costa Dória, C.R. 2017. Caracterização da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia: desenvolvimento e fatores limitantes. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, 9(4): 164-181. DOI: <https://doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v9n4p164-181>
- Moreno, F.L.V.; Ton, A.P.S.; Rosa, C.M.G.; Freitas, L.W. 2021. Uso de insectos como alternativa en la nutrición avícola: revisión. *Research, Society and Development*, 10: 3. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13274>
- Moya, V.L.; Ruiz, T.M.; Chuquimbalqui, N.J.; Estivals, G.; Ruiz, A.A.; Mejía, E.; García, C. 2022. *Guía de identificación de peces prohibidos de la Amazonía peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y Wildlife Conservation Society (WCS). 28pp.
- Myers, H.M.; Tomberlin, J.K.; Lambert, B.D.; Kattes, D. 2008. Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Fed Dairy Manure. *Scientific Research*, 37: 11-15. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/37.1.11>
- Oliveira, V.; Joséth, G. 2020. *Impacto de la exportación de peces ornamentales en el crecimiento económico de Loreto, Periodo, 2014-2019*. Tesis de pregrado. Universidad Privada de la Selva Peruana. Iquitos. 65pp.
- Oña, L.E.A. 2020. Alimentación y nutrición en peces de agua dulce. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 4(2): 604-608.
- Opiyo, M.A.; Marijani, E.; Muendo, P.; Odede, R.; Leschen, W.; Charo, H. 2018. A review of aquaculture production and health management practices of farmed fish in Kenia. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6(2): 141-148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.07.001>
- Oviedo, E.; Marmolejo, M.; Torres, P. 2017. Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 18(1), 31-42.
- Raja, K.; Aanand, P.; Padmavathy, S.; Sampathkumar, J.S. 2019. Present and future market trends of Indian ornamental fish sector. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(2): 6-15.
- Rehman, K. U.; Hollah, C.; Wiesotzki, K.; Rehman, R. U.; Rehman, A. U.; Zhang, J.; Aganovic, K. 2023. Black soldier fly, *Hermetia illucens* as a potential innovative and environmentally friendly tool for organic waste management: A mini-review. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 41(1): 81-97. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242x221105441>
- Singh, A.; Kumari, K. 2019. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A

- review. *Journal of Environmental Management*, 251 (1): 109569. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109569>
- Studt, N. 2010. *Uso de larvas de mosca soldado negra (Hermetia illucens) para el manejo de residuos municipales orgánicos en el campus de la Universidad Earth, Costa Rica*. Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Facultad de ingeniería, Costa Rica. 59pp.
- Tacon, A.G.; Metian, M. 2008. Global Overview on the Use of Fish Meal and Fish Oil in Industrially Compounded Aquafeeds: Trends and Future Prospects. *Aquaculture*, 285: 146-158. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>
- Toro-Díaz, D.D. 2017. *Alimentación de la dorada con piensos sin harina de pescado*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València, Facultad de Biología, Valencia. España. 41pp.
- Üstüner, T.; Hasbenli, A.; Rozkosny, R. 2003. The first record of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Stratiomyidae) from the Near East. *Studia dipterologica*, 10: 181-185.
- Villafana, R.J.Y.; Guarda, C.C.; Flores, L.V. 2018. Disminución de la tasa de mortandad de peces ornamentales para exportación por medio de la recirculación de las aguas efluentes con humedales artificiales en la región loreto-Perú. *Folia Amazónica*, 27(2): 215-221. DOI <https://doi.org/10.24841/fa.v27i2.455>.
- Yue, G. 2019. The ornamental fish industry in Singapore. *Journal of Fisheries of China*, 43(1): 116-127.

Recibido: 29 de octubre de 2022 **Aceptado para publicación:** 02 de febrero de 2023