

Hermetia illucens en la alimentación de aves

Hermetia illucens in bird feeding

Recibido: 26 de agosto de 2022

Aprobado: 4 de diciembre de 2022

Forma de citar: M. A. Roso Molina, N. Rodríguez Colorado, "*Hermetia Illucens* en la alimentación de aves", *Mundo Fesc*, vol. 13, no. 25, pp. 274-288, 2023. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1312>

Myriam Amparo Roso-Molina* 

Especialista, Msc (c)

marossom@ufpso.edu.co

Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña, Colombia

Nancy Rodríguez-Colorado 

Zoot. MSc. PhD.,

nrodriguez@ufpso.edu.co

Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña, Colombia

***Autor para correspondencia:**

marossom@ufpso.edu.co



***Hermetia illucens* en la alimentación de aves**

Resumen

A medida que aumenta la población humana se incrementa el consumo de los animales y con ello la producción y alimentación animal, generando presión sobre el medio ambiente, los recursos hídricos y la biodiversidad, contribuyendo al cambio climático; así mismo, aumenta la cantidad de desechos orgánicos generados que se consideran una amenaza para la salud humana y el ambiente. Por esto, se requieren nuevas estrategias para la producción de alimentos para animales y humanos y la mitigación de los impactos ambientales. Una de estas estrategias es la producción de insectos para alimentación animal y humana, que generan un alto potencial nutritivo mejorando la sostenibilidad de los sistemas productivos y contribuyendo al mejoramiento ambiental. Atendiendo la necesidad en el aumento de la demanda de proteína de origen animal dado el crecimiento poblacional, la *Hermetia illucens*, es uno de los insectos considerados como beneficiosos y eficientes, ya que se alimentan de materia orgánica en descomposición en su fase larvaria, por lo cual difícilmente está asociada con la transmisión de enfermedades. Con el manejo de residuos por la *Hermetia illucens* se estima una posible solución en el problema ambiental y en el abastecimiento del alimento para los animales de forma que no se afecten los cultivos nativos.

Palabras clave: Alimentación Animal, Insectos, *Hermetia Illucens*, Producción Animal, Proteína Alternativa.

***Hermetia illucens* in bird feeding**

Abstract

Hermetia illucens in poultry feeding. As the human population increases, animal consumption increases and with-it animal production and feeding, increasing the pressure on the environment, water resources and biodiversity, contributing to climate change. Likewise, the amount of organic waste generated that is considered a threat to human health and the environment increases. For this reason, new strategies are required to produce food for animals and humans and the mitigation of environmental impacts. One of these strategies is the production of insects for animal and human food, which generates a high nutritional potential, improving the sustainability of production systems and contributing to environmental improvement. To meet the need in the increase in the demand for protein of animal origin given the population growth, the *Hermetia illucens* is one of the insects considered as enhancers and efficient, since they feed on organic matter accumulated in their larvae, therefore which is hardly associated with disease transmission. With the management of residues by the *Hermetia illucens*, a possible solution is estimated in the environmental problem and in the supply of food for the animals so that the native crops are not affected.

Keywords: Animal Feed, Insects, *Hermetia Illucens*, Animal Production, Alternative Protein.

Introducción

La producción avícola presenta retos a nivel ambiental debido a que las actividades cotidianas del sistema generan grandes cantidades de residuos no aprovechables [1]; sin embargo, es importante reconocer que las buenas prácticas agropecuarias pueden llegar a mitigar el impacto ambiental, aportar a la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema [2].

Dentro de las estrategias sostenibles en la avicultura, se podría hablar de los residuos generados en las camas de pollo, pues estos pueden emplearse en el reciclaje de nutrientes del suelo, debido a que contienen un alto contenido de materiales orgánicos que favorecen la capacidad de retención en infiltración de agua, ayudando a disminuir la erosión y pérdida de nutrientes presentes en el suelo [2].

Dentro de las prácticas sostenibles en la producción avícola también se debe optar por alternativas para la alimentación animal, como la entomofagia, que hace referencia al consumo de alimentos provenientes de insectos, empleada comúnmente en regiones como Asia, África e incluso América Latina [3].

El uso de insectos como alternativa nutricional es muy eficiente por sus altos contenidos de proteína, también se reconoce por los bajos costos de producción, y sus aportes en la degradación de materia orgánica [3], siendo importante resaltar que en los últimos años, se ha observado mucho interés en la cría de insectos para piensos destinados a alimentación animal, así como estudios centrados en el mejoramiento de los métodos de crianza y los cambios en las normativas del mundo que han permitido producir insectos en masa como alimento humano y animal generando gran crecimiento del sector [4].

Los insectos en la alimentación de aves datan de hace muchos años, ya que es considerado su alimento natural puesto que al pastorear se alimentan de lombrices, larva de moscas, entre otras especies [5]; sin embargo, basados en la idoneidad para la producción en masa y características como la robustez y el suministro de proteína/biomasa, se debe de seleccionar la especie entomófaga, siendo importante también identificar el alimento apropiado para el suministro de la especie entomófaga, el cual puede constituirse de desechos orgánicos y subproductos que contengan micronutrientes [6].

Dentro de la clase insecta, se destaca la mosca solado *Hermetia illucens*, su cría se lleva a cabo en granjas, destinados a un mercado específico [7], ésta especie ha tenido un gran auge por características asociadas a su corto periodo productivo, componentes nutricionales, así como la capacidad de bioconservación de residuos orgánicos, que favorecen la descontaminación del medio ambiente [8].

La harina de *Hermetia illucens* en estado larvario, son distribuidas y comercializadas

disecadas, molidas y procesadas, su obtención se ha convertido en una alternativa innovadora para la sustitución de materias primas empleadas en la alimentación de animales de producción pecuaria, pues la dieta de la especie puede estar basada en diferentes sustratos que permiten la obtención de larvas ricas en proteínas y lípidos [9], por tal motivo, la siguiente revisión bibliográfica, tiene como objetivo evidenciar la importancia de la *Hermetia illucens* en la degradación de materia orgánica y su posterior utilización como fuente nutricional para las aves en producción.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo una revisión documental de diferentes bases de datos: Scopus, ScienceDirect, SciELO, Google Scholar (GS), WorldWideScienc.org, ScienceResearch Google académico y repositorios institucionales; las categorías utilizadas para la obtención de la información fueron palabras o combinaciones de palabras entre las que están: Impacto de sistemas de producción, *Hermetia illucens*, mosca soldado negro, proteína animal. Para los criterios de selección de la información se usaron bases de datos y fuentes primarias confiables, en español e inglés, del tema de estudio. Por último, se realizó una lectura crítica y análisis de la información.

Resultados y Discusión

Impacto ambiental de los sistemas de producción pecuarios

Los sistemas de producción animal debido a su intensificación y fundamentalmente por la producción de las excretas, contribuyen a la degradación de la calidad de aire, suelo y agua; para muestra de ello, [1] se afirma que se han detectado alrededor de 220 Kg/ha de nitratos en suelo y en aguas subterráneas excesos de nitratos de 180ppm; de igual forma, [10] agrega que la contaminación ambiental también se debe al inadecuado manejo de la gallinaza, animales muertos y el mal manejo de las aguas residuales, impactos que para [11] generan alteraciones ambientales de considerable envergadura .

Los gases de efecto invernadero son un problema más que se añade a las alteraciones en mención, pues los altos volúmenes de materia orgánica, producto del estiércol, incrementan gases como el nitrógeno, fósforo y azufre en el sistema, incidiendo en la transformación y variación ambiental relacionada con el cambio climático [1]. Se ha mencionado que por cada individuo cebado se producen alrededor de ochocientos gramos de excretas, que pueden además afectar el componente hídrico por eutrofización de las aguas, y por consiguiente una disminución del oxígeno [12].

Producción sostenible de insectos

A la hora de apostar por los insectos como parte fundamental de las dietas del mañana,

el aspecto medioambiental juega un papel fundamental, pues su producción genera proteína con un impacto menor en el entorno y reduce el consumo de agua en los sistemas de producción agropecuario [13]

En el mundo, alrededor de mil novecientas especies de insectos son incluidas en las dietas de dos mil millones de personas, que tienen una aceptación cultural para este recurso alimenticio [13].

Se estima que hay cerca de cinco millones y medio de insectos en el planeta; con respecto a la Amazonía, son cuatro veces más los insectos que los vertebrados terrestres [14] Los insectos ofrecen a la naturaleza diversos servicios, ubicando dentro de ellos varios grupos que se refieren al ciclo de nutrición y formación del suelo, producción de alimento, agua potable, maderas, purificación del agua, y con relación a los aspectos culturales, servicios recreativos, científicos y estéticos [3].

En Estados Unidos alrededor de sesenta mil millones de dólares son invertidos a servicios ecosistémicos relacionados con el reciclaje de excrementos, control de plagas, polinización y alimentación de la vida silvestre, en donde una fracción de ese dinero son servicios ambientales ofrecidos por los insectos, pues resultan ser controladores biológicos [15]; [16].

Respecto a la producción zootécnica, los insectos cuentan con una alta conversión de alimento, presentan alta tasa de fertilidad, su cría ocupa poco espacio y tiene un menor impacto ambiental pues no genera altas cantidades de amoníaco permitiendo aportar bajas cantidad de gases con efecto invernadero [17]; [18]; [19], dichas características sumada a su amplia distribución geográfica, hacen a los insectos deseables como alternativa de alimentación [20].

Cabe mencionar que la crianza de insectos es una de las soluciones a los problemas de desabastecimiento de materias primas alimenticias en los sistemas de producción, aunando a lo anterior, es una actividad que disminuye los desperdicios de los sistemas pecuarios reutilizándolos como sustrato y alimento en sus diferentes etapas [21].

En relación al uso del agua, la producción de insectos necesita menos cantidad del recurso en comparación al ganado tradicional [19], pues para producir un kg de biomasa, requieren alrededor de 2300 L, esta relación se evidencia también en la cría de gusanos de harina *Tenebrio molitor* que gastan 4300 L de agua para producir un kg de biomasa con 18% de proteína, versus 6000 L de agua que se gastan al producir un kg de carne de cerdo con un contenido de proteína de 10% ([22]; [23]; [24].

Generalidades

La *Hermetia illucens*, debido a sus características morfológicas, suele confundirse con una avispa; sin embargo, sólo tienen dos alas y no posee aguijón, producen un zumbido

fuerte cuando vuelan lo que preocupa a las personas; pero no presentan ningún peligro. Esta especie, hace parte de un grupo que pertenecen a la subfamilia Hermetiinae de la orden Díptera ampliamente distribuida entre en regiones tropicales y templadas cálidas, originaria de América e introducida en diferentes regiones del mundo [25].

Período de vida de *Hermetia illucens*

La especie abarca 5 fases de vida: huevos, larvas, pupas, pre pupas fases más largas y adultos fase corta. Al tener un período de vida muy corto, las hembras pueden producir una numerosa cantidad de huevos [26]. En el transcurso de su formación mudan de piel en cada fase o estadio, en un tiempo aproximado de 14 días. Las mandíbulas en la fase de prepupa, toman forma de gancho con el fin de poder excavar [27].

Huevo: La hembra coloca alrededor de 500 huevos en residuos orgánicos en descomposición, como heces de animales, sobrantes de cocina de restaurante o casas y animales en descomposición; los huevos poseen forma oval de color amarillo pálido o blanco lechoso con un 1mm de longitud y pasan a larvas en cuatro días aproximadamente [25].

Larvas: Ocurre la eclosión entre el cuarto y sexto día posterior al desove, en esta etapa cada espécimen cuenta con una longitud aproximada de 1mm; de igual forma, cuenta con características que los diferencia de otras especies, de los cuales se destaca su color blanquecino, cabeza prominente con dos apéndices los cuales se mueven en cualquier sentido, presenta anillos cada uno con pelo, las antenas y maxilas tienen forma de cono con una extensión aproximada de 27mm y con un ancho de hasta 6mm [27].

Pupas: Las pupas mantienen la última piel al pasar por los 6 estadios, por lo cual la carencia de movimiento las distingue, cuando termina el estadio de pupa alrededor de 2 semanas, estas se distribuyen para zonas más secas donde emerge el insecto, esto se hace por el método de ampolla frontal pulsátil, lo que permite que el tegumento externo del individuo se rasgue en la región dorsal comenzando desde la cabeza al quinto anillo y horizontalmente sobre la división que queda entre el segundo y tercer segmento [25].

Adulta: En las moscas adultas el color cambia entre negro, verde y azul, en ocasiones con apariencia metálica, tienen aspecto parecido a las avispas, además, hacen un sonido muy fuerte al volar, poseen, dos alas translúcidas situadas en el primer segmento torácico, mide entre 15 a 20 mm de longitud, sus antenas tienen tres segmentos y son alargadas; cerca del final de cada pata presentan una tonalidad blanca, la única función del adulto es la reproducción, por lo tanto, no se alimenta, el diseño de su sistema bucal está hecho para tal fin, normalmente el apareamiento ocurre dos días después de emerger el adulto de la pupa [28].

Hábitat: Para el desarrollo del insecto, se pueden utilizar varios residuos orgánicos, heces y subproductos alimentarios como fuente de alimento, lo que promueve un sistema de

economía circular, donde los residuos son utilizados como sustrato alimenticio, igualmente requiere escaso uso energético para su producción y bajo un sistema responsable de producción, no representan amenazas para la variabilidad de los ecosistemas [19].

Hermetia illucens en la reducción de la materia orgánica

Actualmente la biotecnología de insectos ha puesto su atención en la mosca soldado, debido a que es una especie robusta, tolerante y puede servir de control de las moscas domésticas. De igual forma, se destaca su compostaje eficiente, alto índice de conversión alimenticia y la presencia en los extractos de larva de sustancias bioactivas, que permite generar la posibilidad de un cultivo masivo para el uso animal y humano [29].

Las larvas al ser saprófagas, son reconocidas debido a que pueden lograr un rápido beneficio de los desechos orgánicos, con la producción simultánea de compuestos derivados de la biomasa larvaria [30].

Los desechos orgánicos son convertidos por las larvas en nutrientes de alta calidad que pueden usarse en la alimentación de especies animales como mascotas, peces y aves, así como fertilizantes para el suelo; sin embargo, se necesitan mejorar la alimentación y formulación de alimentos a partir de este insecto para mayor aprovechamiento del contenido de nutrientes y realizar su uso de manera eficiente [25].

Bajo el contexto anterior, la mosca soldado, puede utilizarse para tratar problemas como la acumulación de estiércol, así como las labores de alimentación de animales confinados, tales como las aves y cerdos comerciales [31]; [32].

[31] se afirma que la *Hi* redujo de un 42-56% de estiércol pecuarios acumulados; además de ello, también disminuyen las concentraciones de nitrógeno y otros nutrientes haciéndolos significativamente más bajas, lo que reduce aún más el potencial de contaminación. Las prepupas obtenidas de la reducción de residuos, así como las larvas, son también utilizados como alimento para animales [33]; (ková, 2015); de igual forma, las larvas pueden utilizarse para la producción de productos secundarios como biodiesel o sustancias biológicamente activas.

Según [34] las larvas de la mosca soldado se han utilizado con éxito no solo para reducir la masa de estiércol animal, sino también el lodo fecal, residuos municipales, restos de comida, residuos de restaurantes y mercados, residuos vegetales que quedan después de la extracción de aceite.

También se han empleado para reducir desechos de procesamiento de carne, desechos de piensos animal, que producen mayores rendimientos en larvas por su abundancia en nutrientes en comparación al estiércol o residuos vegetales, Los residuos de desecho se convierten en valiosos durante la biodegradación, pues

la temperatura del sustrato aumenta, el pH cambia de neutro a alcalino, aumenta la liberación de amoníaco, disminuye la humedad y la carga microbiana de algunos patógenos puede reducirse sustancialmente. Es preciso aclarar que las larvas como los residuos digeridos pueden requerir un tratamiento adicional para eliminar los [35] Lo anterior, permite presentar a la especie, como un agente para gestión de desechos en producciones industriales de gran volumen, aportando de manera significativa a la economía circular [36].

Mosca soldado negro como alimento en aves

El uso de fuentes para la alimentación animal en Colombia, resulta ser costoso pues la mayoría de materias para la elaboración de piensos son importadas. Lo anterior, incita a la búsqueda de materias primas alternativas cuya sustitución sea eficiente a nivel nutricional y económico que garanticen la competitividad en el mercado [37].

Hasta ahora los insectos no han sido valorados en Colombia, como fuentes de alimentación, pero estos dípteros pueden ser una alternativa ya que se caracterizan por tener una alta concentración de proteína ácidos grasos, pigmentos, vitaminas y/o minerales de origen natural, aminoácidos, lípidos [38]; [5] debido a esta composición nutricional se pueden incluir en las formulaciones de diversas especies de animales domésticos [38] y su valor nutricional, permite posicionar a los insectos como estrategia novedosa y viable para uso en la alimentación animal [39].

La composición química de los insectos puede variar según la especie, la etapa de desarrollo en la que coseche, y la alimentación que se haya suministrado durante el crecimiento [5].

Se debe tener en cuenta que es importante seleccionar las especies más idóneas para el desarrollo de métodos de crianza específicos que garanticen una alta producción de biomasa y también una alta concentración de nutrientes [5].

Como los insectos suelen ser parte de la dieta de peces, aves silvestres y aves de corral, resulta razonable considerarlos una fuente proteica de alta calidad como también una fuente de alimentación comercial a futuro [40].

La composición nutricional de las larvas de *H. illucens* permite pensar que sirven para reemplazar parcialmente la soya y la harina de pescado en dietas de diversas especies de animales, donde también se incluyen las aves de corral [41]. Destacando porcentajes de proteína cruda que varían entre el 37 % al 63 %, lípidos que van hasta el 49 %, 19 % - 37 % de ácidos grasos insaturados aminoácidos esenciales del 20 a 30 g/kg, de los cuales se destaca la lisina, arginina y valina, así como un contenido considerable de macro y micronutrientes que resultan indispensables en el desarrollo y funcionamiento del organismos animales [42], anexo a ello, el valor energético con relación a la energía metabolizable es de 2309 kcal/kg, lo que la convierte en un insumo potencial para la

utilización en las raciones para pollos [43].

El uso como complemento proteico de las harinas de insectos con la torta de soya para cubrir los requerimientos de proteína la hacen eficiente al reducir los costos en la alimentación de pollos y aves de corral [44] [45] evaluaron la sustitución de aceite de soya por grasa de larva de *H. illucens* en dieta de finalización de pollo de engorde, encontrando que los parámetros evaluados no se vieron afectados dentro de estas características de la canal, rendimiento, morfología intestinal y parámetros sanguíneos. [27] incluyó harina de larvas de *H. illucens* en la alimentación de pollos, cerdos y tilapias, obteniendo lípidos y proteína cruda altamente deseable, esto debido al contenido de cadenas medias de ácidos grasos monoinsaturados; los resultados son confirmados por [46] quien afirma que el estado larvario del insecto puede ser provechoso como alimento rico en proteína para peces, cerdos y aves, y no necesita pretratamiento para la disposición de la materia orgánica.

[37] afirma que los insectos siempre han sido una fuente con alta palatabilidad, además de contener proteínas, vitaminas y minerales similares a los de la soya, el pescado u otras carnes; la presión de la humanidad para la obtención de materias primas de esta calidad nutricional hace de los insectos, y en especial a las larvas de mosca soldado una excelente alternativa para la alimentación de especies de interés zootécnico.

Conclusiones

Un alto potencial para la alimentación creciente de la población respecto del suministro sostenible de alimentos se encuentra en la mosca soldado; sin embargo, es necesario un mayor desarrollo tecnológico del sector y el seguimiento de los efectos de estos desarrollos sobre el efecto en la producción de insectos.

Hermetia illucens es considerada una fuente con gran potencial alimenticio ayudando a contribuir a una producción de alimentos y concentrados más sostenible; no obstante, es necesario considerar controles en cuanto a la seguridad alimenticia y su uso en los concentrados de los animales.

Actualmente la harina de larva de *Hermetia illucens* adicionada como alimento a los peces, animales de los sistemas de producción y algunas especies de mascotas como reemplazo de la harina de soya o de pescado, se convierte en una excelente alternativa para la alimentación animal; su inclusión como alimento resulta asequible debido a su amplia distribución en el mundo, destacando su rápida reproducción, tasa de crecimiento elevada y conversión alimenticia transformada en lípidos y proteína, que permite presentarla como una alternativa alimenticia que promueve la reducción de costos en la alimentación animal.

Referencias

- [1] O. Ariza, "Estudio del impacto ambiental para una granja de engorde en el municipio de Fusagasugá", *Tesis especialización, Universidad Militar Nueva Granada*, Bogotá, Colombia, 2017
- [2] D. Casetará, "Estudio del impacto ambiental, Granja avícola "Las Tunas", *Secretaría de Ambiente de Entre Rios*, 2022
- [3] FAO, *Edible insects future prospects for food and feed security*, Roma, 2013
- [4] A. Parodi, W. Gerrits, J. Van Loon, I. De Boer, A. Aarnink e H. Van Zanten, "Black soldier fly reared on pig manure: Bioconversion efficiencies, nutrients in the residual material, greenhouse gas and ammonia emissions", *Waste Management*, vol. 126, pp. 674-683, 2021
- [5] C. Avendaño, M. Sánchez, C. Valenzuela, "Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos", *Rev. chil. nutr.*, vol. 47, no.6, 2020
- [6] B. A. Rumpold y O.K. Schlüter, "Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production", *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol.17, pp. 1-11, January 2013
- [7] A. Van Huis, J. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir e P. Vantomme, "Edible insects: Future prospects for food and feed security", Roma: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2013
- [8] Z. Mikolajczak, J. Rawski, J. Mazurkiewicz, B. Kieronczyk, P. Kolodziejski, E. Pruszyńska-Oszmalek e D. Józefiak, "The first insight into black soldier fly meal in brown trout nutrition as an environmentally sustainable fish meal replacement", *Animal*, vol. 16, n 5, 2022
- [9] C. Molina, "Uso de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en alimentación animal. E.F", *Universidad Francisco de Paula Santander- Ocaña, Ocaña*, 2021
- [10] E. Gomez, "Estudio de gestión ambiental para la empresa avícola agrícila mercantil del Cauca - AGRICCA S.A", *Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Universidad de Manizales*, 2012
- [11] I. Iriarte, "Comercialización de ganados y carnes", *Cámara Argentina de consignatarios de ganado*, p. 207, 2005
- [12] Y. Garcia, "Efectos de los residuales avícolas en el ambiente", *Habana: Instituto de*

ciencia animal, 2006

- [13]] BBVA, "Los insectos son una solución para lograr una alimentación más sostenible", 2022. [Online]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/los-insectos-son-unasolucion-para-lograr-una-alimentacion-mas-sostenible/>
- [14] CEPAL, "Amazonía posible y sostenible", 2013
- [15] J. Losey e M. Vaughan, "The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects", *BioScience*, vol. 56, n 4, pp. 311-323, 2006
- [16] O. Dangles e J. Casas, "Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals", *Ecosystems Services*, vol. 35, pp. 109-115, 2019
- [17] FAO, "Insects for food and feed," 2015
- [18] A. Quirós, P. Fallas e O. Acosta, "Retos y oportunidades de los insectos comestibles como fuente de proteína sostenible en Costa Rica", *Universidad de Costa Rica*, 2019
- [19] A. Jansson, A. Berggeren, "Insects as food-something for the future? Swedish", *Swedish University of Agricultural Sciences*, 2005
- [20] J. Mitsuhashi, "Encyclopedia of Edible Insects in the World", Yasaka, 2008
- [21] R. Rodilla, "Granja de Insectos Organia", *Trabajo de grado, Universidad de Valladolid*, 2020
- [22] J. Zuluaga, "Reseña del 44 Congreso de Socolen: "Entomología de impacto, solución a problemas integrando disciplinas", *44 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Revista Metroflor Palmira*, 2017
- [23] P. Miglietta, L. Federica, M. Ruberti e S. Massari, "Mealworms for food: A water footprint perspective", *Water*, vol. 7, n 6190-6203, 2015
- [24] A. Chapagain e A. Hoekstra, "Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products," *Value of Water REsearch Report Series No. 13. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, 2003
- [25] D. Cabrera e G. López, "Evaluación de la larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) como alternativa para la degradación de residuos sólidos urbanos", *Trabajo de grado, Fundación Universidad de América, Repositorio Institucional Lumieres*, 2021
- [26] M. Giraldo, N. Rodríguez, P. Benavides, "Uso potencial de *Hermetia illucens*

- (LNNAEUS) (DIPTERA: STRATIOMIDAE) para transformación de pulpa de café: aspectos biológicos”, *Cenicafé*, vol. 70, n 2, pp. 81-90, 2019
- [27] C. Sheppard, “Black soldier fly and others for valueadded manure management,” *Athens, GA*, 2002
- [28] J. Diclaro e P. Kaufman, “Black soldier fly *Hermetia illucens* Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae)”, *University of Florida*, vol. August 2009 EDIS 7, 2009
- [29] S. Kumar, S. Negi, A. Mandpe e R. Singh, “Rapid composting techniques in Indian context and utilization of black soldier fly for enhanced decomposition of biodegradable wastes - A comprehensive review”, *Journal of Environmental Management*, vol. 227, pp. 189-199, 2018
- [30] A. Del Hierro, M. Anrango, D. Ortiz e L. Sánchez, “Captura y cría de la mosca soldado negra (*Hermetia Illucens*) para la biodegradación de desechos orgánicos en Puerto Quito, Ecuador”, *Ecuadorian Science Journal*, vol. 5, n 3, 2021, 2021
- [31] J. Tomberlin, Sheppard, J. Joyce, “Selected Life-History traits of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on the artificial diets, annals of the entomological”, *Society of America*, vol. 98, n 3, pp. 379-386, 2002
- [32] L. Newton, C. Sheppard, D. Watson, G. Burtle e R. Dove, “Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure”, *Waste Management Programs*, 2005
- [33] G. Pimentel e T. Hesselberg, “A review of the use of black soldier fly larvae, *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae), to compost organic waste in tropical regions”, *Neotropical Entomology*, vol. 49, n 3, 2019
- [34] H. iková, R. Newton, M. Lacy e Kozánek, “The use of fly larvae for organiz waste treatment”, *Waste Management*, vol. 35, pp. 68-80, 2015
- [35] T. Nguyen, J. Tomberlin e S. Vanlaerhoven, “Hability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste”, *Enviromental Entomology*, vol. 44, n 2, pp. 406-4010, 2015
- [36] T. Nguyen, J. Tomberlin e S. Vanlaerhoven, “Hability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste”, *Enviromental Entomology*, vol. 44, n 2, pp. 406-4010, 2015
- [37] E. Ramos, “Insectos como fuente de proteína y sus aplicaciones,” *Congreso de la sociedad colombiana de entomología (30:2003: Cali) Memorias del XXX Congreso de*

la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali: socolen 38, 2003

- [38] S. Reyes, "Diseño e implementación de la granja autosostenible Los Almendros en la vereda El Chorro municipio del Guamo Tolima", *Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minutro de Dios*, 2010
- [39] G. Malomo, A. Madugu e S. Bolu, "Sustainable Animal Manure Management Strategies and Practices", 2018
- [40] G. Sogari, M. Amato, I. Biasato, S. Chiesa e L. Gasco, "The potential role of insects as feed: A multiperspective review", *Animals*, vol. 9, n 4, p. 119, 2019
- [41] M. Heuel, C. Sandrock, F. Leiber, A. Mathys, M. Gold, C. Zurbrügg, I. Gangnat, M. Kreuzer, M. Terranova, "Black soldier fly larvae meal and fat can completely replace soybean cake and oil in diets for laying hens", *Poultry Science*, vol. 100, n 4, 101034, 2021
- [42] S. Smetana, E. Schmitt e A. Mathys, "Sustainable use of Hermetia illucens insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 144, n 285-296, 2019
- [43] P. Peralta, "Valor energético de las larvas de mosca doméstica en alimentación de pollos", *Tesis pregrado. UNALM.Lima*, 1998
- [44] J. Ramos, A. Gonzáles e R. Hernández, "Uso de Tenebrio molitor (Coleoptera : Tenebrionidae) para reciclar desechos orgánicos y como pienso para pollos de engorde", *Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México*, 2002
- [45] A. Schiavone, S. Dabbou, M. De Marco, M. Cullere, I. Biasato, E. Biasibetti, M. Capucchio, S. Bergagna, D. Dezzutto, M. Meneguz, F. Gai, A. Dalle e L. Gasco, "Black soldier fly larva fat inclusion in finisher broiler chicken diet as an alternative fat source", *Animal*, vol. 12, n 10, pp. 2032-2039, 2018
- [46] UASP, "Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura," 2014
- [47] A. Siddiqui, B. Ristow, T. Rahayu, N. Putra, N. Yuwono, K. Nisa e B. Mate, "Black soldier fly larvae (BSFL) and their affinity for organic waste processing", *Waste Management*, vol. 140, pp. 1-13, 2022
- [48] D. Sarpong, S. Oduro, S. Fosu, R. Buamah, "Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (Hermetia illucens) (Diptera: Stratiomyidae) larvae", Mayo, 2019

- [49] J. Ramos, "Los insectos como fuente de proteína en el futuro", 1987
- [50] Universidad Zamorano, "Hermetia illucens (L.) como alimento alternativo en nutrición avícola", 2022
- [51] H. Calle, "Utilización de harina de insectos en el distrito de Echarate, en la alimentación de pollos-Echarate La Convención-Cusco", *Tesis de pregrado de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, 2018
- [52] M. Herrero e S. Gil, "Impactos ambientales de la intensificación en producción animal", *Ecología Austral*, vol. 18, pp. 273-289, 2008
- [53] D. Fagua, "La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria", 44 Congreso Socolen. *Sociedad Colombiana de Entomología*, pp. 64-74, 2017