

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## ESTABLECIMIENTO PRELIMINAR DE CULTIVO DE *Hermetia illucens* (LINNAEUS) (DIPTERA: STRATIOMIDAE) PARA PROCESAMIENTO DE MATERIA ORGANICA EN MOCOA-PUTUMAYO

### Preliminary establishment of cultivation of *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomidae) for processing organic matter in Mocoa-Putumayo

Ederson Alejandro Jaramillo Timaran<sup>1\*</sup>, Keiner Sebastian Jaramillo Timaran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Semillero de Investigación en Ecología y Recursos Amazónicos (SIRGEAM). Instituto Tecnológico del Putumayo. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Barrio Luis Carlos Galán, Mocoa-Putumayo.

\*[ederson.jaramillo@itp.edu.co](mailto:ederson.jaramillo@itp.edu.co)

Recibido: 22 de noviembre 2023. Aceptado: 16 de diciembre de 2023

#### Resumen

La producción de desechos sólidos en todo el mundo abarca alrededor de 1700 millones de toneladas, dentro de estos existe un porcentaje superior de desechos orgánicos frente a los inorgánicos. Estos son dispuestos en su gran mayoría por métodos tradicionales como vertederos y compostaje, sin embargo, nuevas tecnologías han reaparecido para el tratamiento de los mismos; como lo son el uso de organismos para su biodegradación. La mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) es un insecto que ha tomado relevancia en la degradación de diferentes desechos orgánicos. A través de un primer ensayo experimental se pretende establecer un cultivo preliminar de (*Hermetia illucens*) en condiciones ambientales locales en la ciudad de Mocoa-Putumayo, realzando su uso potencial en el procesamiento de materia orgánica.

**Palabras Clave:** mosca soldado negra, residuos orgánicos, degradación, bioconversión.

## Abstract

Solid waste production worldwide amounts to approximately 1.7 billion tons, with a higher percentage of organic waste than inorganic waste. The vast majority of solid waste is disposed of using traditional methods such as landfills and composting; however, new technologies have emerged for its treatment, such as the use of organisms for its biodegradation. The black soldier fly (*Hermetia illucens*) is an insect that has gained importance in the degradation of various organic wastes. Through an initial experimental trial, we aim to establish a preliminary culture of *Hermetia illucens* under local environmental conditions in the city of Mocoa-Putumayo, highlighting its potential use in the processing of organic matter.

**Keywords:** black soldier fly, organic waste, degradation, bioconversion.

## Introducción

En el mundo, alrededor de 1700 millones de toneladas de alimentos se desperdician a lo largo de la cadena alimentaria, produciendo desechos que impactan en un nivel económico, ambiental y por ende en costos sociales (Chen *et al.*, 2020; FAO, 2014). Muchos de estos alimentos son difíciles de recuperar para su utilización por características como inestabilidad biológica, potencialidad patógena y auto oxidación rápida (Varelas., 2019), por lo que merecen mayor atención en la disposición final de estos residuos y su procesamiento reutilizable. La cantidad de desechos producidos se presenta de manera diferencial, por ejemplo, según (Cardona *et al.*, 2004), en Colombia se presenta un 65% en producción de desechos orgánicos, en contraste con el 35% correspondiente a desechos inorgánicos; en este sentido referenciando una mayor producción de residuos con carácter biodegradable (Rojas *et al.*, 2020).

La disposición de estos residuos mediante la incineración y el vertido siguen siendo los principales medios para la gestión de desechos de alimentos, así como aquellos basados en un único bioproceso (Alibardi *et al.*, 2020); no obstante diferentes alternativas biológicas como la digestión anaeróbica, el compostaje aeróbico, la fermentación de bioetanol, la fermentación de alimentos entre otros, han fomentado un interés creciente como alternativas de procesamiento de residuos (Ma & Liu., 2019; Cardona *et al.*, 2004). Dentro de estas nuevas alternativas, el uso de organismos vivos ha tomado relevancia para la bioconversión de residuos, la cual se da mediante la producción en masa de insectos como: mosca doméstica, gusano de la harina, escarabajos, langostas, saltamontes, grillos y gusanos de seda (Varelas., 2019; Makkar *et al.*, 2014). Así mismo, el uso de nuevos organismos como *Hermetia illucens* da la apertura a tecnologías enfocadas en la bioconversión de residuos, en vista de su capacidad de consumir diferentes fuentes de alimentos orgánicos (Surendra *et al.*, 2020), así como de su capacidad para desarrollarse en una amplia diversidad de materia orgánica (Gobbi, F., 2012).

Conocida comúnmente como “Mosca Soldado Negra”, *Hermetia illucens* es un díptero perteneciente a la familia Stratiomyidae distribuida alrededor del mundo, con principal presencia en zonas neotropicales (Gobbi, F., 2012). Una de las ventajas principales de esta especie radica en su etapa de adulto; la cual no se considera potencial transportador de enfermedades debido a que no se alimenta y por tanto no requiere de cuidados particulares (Makkar et al., 2014). Además, en condiciones óptimas de desarrollo las larvas son altamente detritívoras, con alta eficiencia en la reducción de patógenos y con procesamiento rápido de gran cantidad de residuos orgánicos (Dobermann et al., 2019).

En Colombia, los trabajos llevados a cabo sobre este organismo involucran estudios de análisis composicional de la harina extraída de la mosca soldado (Arango et al., 2004), así mismo en estudios académicos y científicos que abordan el uso de alternativas de producción para alimento animal (Rodríguez, A., 2020; Arroyave et al., 2019). Investigaciones como el de (Giraldo et al., 2019) muestran el potencial de *Hermetia illucens* para desarrollarse sobre pulpa de café en condiciones determinadas; sin embargo, los estudios realizados en torno al establecimiento de colonias domésticas de este organismo y su utilidad para la bioconversión de materia orgánica aún se ven parcialmente limitadas. En ese sentido, mediante este trabajo se busca establecer un cultivo preliminar de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en condiciones ambientales locales, realizando su uso potencial en el procesamiento de materia orgánica.

## Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en la vereda “El Porvenir” del municipio de Mocoa en el departamento de Putumayo-Colombia. Este departamento se encuentra ubicado al sur-occidente del territorio colombiano, siendo en su mayoría una región por encima de los 900 msnm con características paisajísticas de Piedemonte y Llanura Amazónica (CORPOAMAZONIA., 2011). El municipio de Mocoa es la capital y una de las ciudades principales del departamento que se ubica en las coordenadas de: Latitud 1° 09´ norte y longitud 76° 38´ oeste, con una altura media de 650 msnm y con una temperatura media anual 22°C, prevaleciendo el clima templado-húmedo (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>). En su extensión de aproximadamente 1263 Km<sup>2</sup> predominan geo formas que abarcan laderas altas de cordillera hasta planicies ligeramente onduladas.

Durante los meses de septiembre a diciembre de 2020 se estableció un proceso de domesticación de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) (Figura 1), a través del desarrollo preliminar de un cultivo doméstico. Mediante una trampa de captura tubular al aire libre de 50cm de alto por 30 cm de diámetro, se dispuso material orgánico en descomposición para la oviposición de la mosca y posterior recolección de larvas silvestres. Transcurridos veinte días se procedió a realizar la recolección mediante búsqueda dentro de la materia orgánica y confirmación de

las larvas contrastado con el trabajo de (Gobbi, F., 2012), en donde se describe características principales para su identificación.



**Figura 1:** Mosca Adulto *Hermetia illucens*.

Para la obtención de la primera generación y establecimiento del ciclo completo, las larvas recolectadas de la trampa se dispusieron en un recipiente plástico de 33cm\*26cm\*13cm en sus dimensiones, con material orgánico para su alimentación; y a su vez este recipiente se ubicó sobre un arenero con dimensiones de 50cm\*50cm\*10cm (Figura 2), para el paso de estadios pre pupa, pupa y adulto. El montaje se instaló dentro de un recinto cerrado para desarrollo de 180cm\*180cm\*100cm en sus dimensiones (Figura 3, A) y para la obtención y captura de adultos. Las moscas en su estadio adulto se capturaron y dispusieron en un mosquitero para apareamiento de 120cm\*82cm\*65cm de dimensiones (Figura 3, B) con la presencia de un recipiente humedecido con agua y una trampa para oviposición que contiene gallinaza fresca con un cartón corrugado de 10cm\*3cm como unidad recolectora de huevos; similar al estudio hecho por (Tomberlin & Sheppard, 2002).



**Figura 2.** Montaje para maduración de larvas.



**Figura 3:** A) Recinto de maduración de larvas. B) Mosquitero de apareamiento.

Los huevos obtenidos de la primera fase de apareamiento se recolectaron, seleccionaron y se dividieron en dos recipientes plásticos con las mismas dimensiones y conteniendo cada uno 100 huevos. El montaje se dispuso sobre areneros de similares medidas, con disposición de alimento fresco cada tres días teniendo en cuenta los requerimientos durante el desarrollo. Durante todo el proceso de control de crecimiento se registró la longitud diaria de las larvas hasta su estadio de pupa, seleccionando cada día 3 larvas de manera aleatoria las cuales procedían a ser medidas. Las variables meteorológicas de la zona se obtuvieron mediante el sistema de información para la gestión de datos hidrológicos y meteorológicos (DHIME) de la plataforma del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM a través de la estación meteorológica Acueducto Mocoa ubicada en las coordenadas Latitud 1,15 y longitud -76,6.

## Resultados y Discusión

A partir de la búsqueda en la trampa de ovoposición al aire libre, se extrajeron 300 larvas de diferentes estadios las cuales fueron usadas como parentales para la obtención del ciclo completo.

Se obtuvo el desarrollo efectivo del ciclo de la mosca soldado negra, partiendo de huevos hasta llegar al estadio de pupa de las muestras de 100 huevos. Durante este periodo se registraron longitudes referentes al tamaño de crecimiento de las larvas de las dos muestras, en las cuales se evidencia un crecimiento ascendente en los primeros estadios de la larva, seguidamente de un establecimiento constante en la medida de longitud cuando la larva llega al estadio de pupa al día  $20 \pm 1$ . (Grafica 1). Adicional se registró fotográficamente el cambio de estadios de la larva a lo largo de su desarrollo (Figura 4), evidenciando que se efectuó de manera efectiva su paso por los diferentes estadios hasta pupa.



Grafica 1: Control de crecimiento



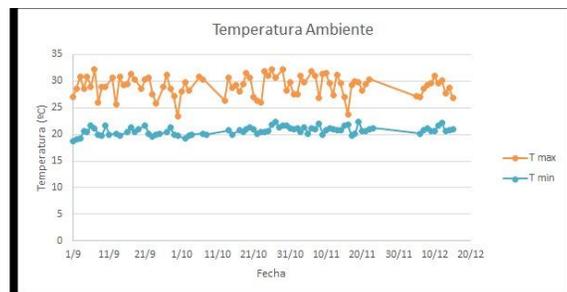
Figura 4: Cambio de estadios de larva de mosca soldado negra.

Se obtuvo la gráfica representativa de las variaciones meteorológicas referente a la temperatura ambiente (Grafica 2) durante el tiempo de desarrollo del trabajo, y la humedad promedio histórico 2011-2020 debido a que las medidas de humedad durante el tiempo de desarrollo de proyecto no fueron registradas en el sistema informativo meteorológico (Grafica 3). Se registra una temperatura promedio de 25°C, en la cual el desarrollo de las diferentes etapas de la larva se dio efectivamente; esto acorde con el estudio de (Chia *et al* 2018) en donde se evidencia estándares de temperatura para el desarrollo óptimo en las diferentes etapas de la larva que oscilan entre los 25°C y los 30°C.

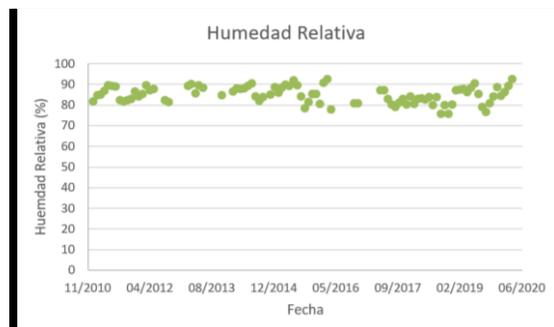
En este sentido, se referencia que la temperatura a las cuales se desarrolló el presente trabajo, fomentan ser condiciones propicias para el establecimiento de la mosca soldado negra. Adicional a esto, se evidencia que las longitudes de las larvas tomadas en este estudio concuerdan con (Salomone *et al.*, 2017) en donde se referencian longitudes similares de desarrollo óptimo.

Además, referente a la variable de humedad se reporta en el estudio de (Salomone *et al.*, 2017) que existe un óptimo de crecimiento dentro del intervalo de 50% y 70%

de humedad; y en contraste, en el presente estudio se registra una humedad relativa promedio de 85%. Esto señala que la mosca soldado negra posee una adaptación amplia a diferentes variables. Acorde a los resultados de crecimiento obtenidos en el estudio, se explica que aunque los porcentajes de humedad divergen respecto a los previamente registrados por otro autores; la adaptabilidad de la mosca soldado negra a la humedad relativa local de la ciudad de Mocoa-Putumayo fomenta ser efectiva para el establecimiento de un cultivo controlado de la misma.



Grafica 2: Temperatura ambiente de la zona.



Grafica 3: Humedad promedio histórico 2011-2020

Dentro de otras consideraciones, es importante tener en cuenta que por la atracción de la materia orgánica en descomposición, los recipientes de desarrollo de larva mosca soldado negra pueden ser colonizados por otros organismos; situación evidenciada durante el desarrollo experimental del presente estudio. Sin embargo estudios como el de (*Dobermann et al., 2019*).afirman que el uso de la mosca soldado negra reduce significativamente el desarrollo de la mosca domestica común, además de algunos patógenos.

## Conclusiones

Se evidencia el desarrollo de los diferentes estadios de la mosca soldado negra, infiriendo diseños y metodologías preliminares locales que permiten el establecimiento de un cultivo y ciclo doméstico.

Las condiciones meteorológicas de temperatura y humedad de la ciudad d Mocoa –Putumayo, son propicias para el crecimiento de la mosca soldado negra en condiciones de cautiverio.

La alimentación con desechos orgánicos provenientes de material vegetal, promueve un desarrollo normal en los tiempos y tamaños óptimos reportados en literatura; esto en sinergia con las variables meteorológicas locales.

## Referencias

1. Alibardi, L., Astrup, T., Asunis, F., Clarke, W., De Gioannis, G., Dessì, P., Lens, P., Lavagnolo, M., Lombardi, L., Muntoni, A., Pivato, A., Poletini, A., Pomi, R., Rossi, A., Spagni, A., Spiga, D. 2020. Organic waste biorefineries: Looking towards implementation. *Waste Management*. 114, 274-286.
2. Arango, G., Vergara, R., Mejía, H. 2004. Análisis composicional, microbiológico, y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermetia illucens* L (Díptera: Stratiomyidae) en Angelopolis-Antioquia, Colombia. Medellín, Colombia.
3. Arroyave, O., Rengifo, J., Ochoa, A. 2019. Crecimiento de larvas de moscas soldado alimentadas con gallinaza, porcínaza, y alimento para ponedoras. *Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA*. 11(2): Artículo 730.
4. Cardona, C., Sánchez, O., Ramírez, J., Alzate, L. 2004. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. *Revista Colombiana de Biotecnología*. Vol. VI, Nº 2: 78-89.
5. Chen, T., Zhang, S., Yuan, Z. 2020. Adoption of solid organic waste composting product: A critical review. *Journal of Cleaner Production*. 272, 122712.
6. Chia SY., Tanga CM., Khamis FM., Mohamed SA., Salifu D., Sevgan S., et al. (2018). Threshold temperatures and thermal requirements of black soldier fly *Hermetia illucens*: Implications for mass production. *PLoS ONE*. 13(11): e0206097.
7. Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia-CORPOAMAZONIA. 2011. Caracterización ambiental plan departamental de agua departamento del Putumayo-PDA. [www.corpoamazonia.gov.co](http://www.corpoamazonia.gov.co)
8. Dobermann, D., Field, L., Michaelson, L. 2019. Using *Hermetia illucens* to process Ugandan waragi waste. *Journal of Cleaner Production*. 211 303-308.
9. Food and Agriculture Organization of United Nations-FAO. 2014. Food Waste, Mitigation of Societal Cost and Benefits. [www.fao.org](http://www.fao.org)
10. Giraldo, M., Rodríguez, N., Benavides, P. 2019. Uso potencia de *Hermetia illucens* (LINNAEUS) (Díptera: Stratiomyidae) para transformación de pulpa de café: aspectos biológicos. *Cenicafe*. 70 (2): 80-90.
11. Gobbi, F. 2012. Biología reproductiva y caracterización morfológica de los estadios larvarios de *Hermetia illucens* (L., 1758) (Díptera: Stratiomyidae).

- Bases para su producción masiva en Europa. Universidad de Alicante. Tesis doctoral.
12. Ma, Y., Liu, Y. 2019. Turning food waste to energy an sources toward a great environmental and economic sustainability: An innovative integrated biological approach. *Biotechnology Advances*. 37, 107414.
  13. Makkar, H., Tran, G., Heuz, Valerie., Ankers, P. 2014. State of the art on use of insects as animal feed. *Animal feed science and technology*. 197, 1-33.
  14. Rodriguez, Ana-Maria. 2020. Propuestas de alternativas de producción de proteína para alimentación animal a partir de insectos en Colombia. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Tesis para el programa Tecnología de Alimentos.
  15. Rojas, J., Monge, Y., Herrera, A. 2020. Management and use of organic solid waste during the period 2013-2016 at Universidad Nacional. *Uniciencia*. Vol.34, Nº 1: 60-73.
  16. Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S., Savastano, D. 2017. Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*. 140, 890-905.
  17. Surendra, K., Tomberlin, J., Huis, A., Cammack, J., Heckman, L., Khanal, S. 2020. Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potencial of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF). *Waste Management*. 117, 50-80.
  18. Tomberlin, J & Sheppard, D. 2002. Factors influencing mating and oviposition of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *J. Entomol. Sci.* Vol. 37, Nº 4.
  19. Varelas, V. 2019. Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*. 5, 81.