

# Evaluación del desarrollo y composición nutricional de larvas de *Hermetia illucens*

## Evaluation of development and nutritional composition of *Hermetia illucens* larvae



Eduardo Blanco-Contreras<sup>\*1</sup>, Jesús Vásquez-Arroyo<sup>1</sup>, Héctor Valente Soto-Carrillo<sup>2</sup>, Héctor Amín Ramírez-Romero<sup>2</sup>, Gerardo Florentino Jiménez-Piña<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Periférico Raúl López Sánchez s/n, Valle Verde, CP 27054. Torreón, Coahuila, México.

<sup>2</sup>Hexa Biotech. Calle 36 núm. 3584, CP 27060, Torreón, Coahuila, México. Correo electrónico: blancoce@yahoo.com [\*Autor responsable]

### RESUMEN

La gestión sostenible de residuos sólidos es prioridad de la comunidad global y local. El uso de insectos en la bioconversión de flujos de residuos orgánicos constituye un enfoque innovador y es un eslabón clave en la agricultura circular. *Hermetia illucens*, mejor conocida como Mosca Soldado Negro (MSN), ha demostrado gran potencial y flexibilidad en la reducción de una gran variedad de residuos orgánicos y su revaloración en forma de producto altamente relevante, en particular para la industria agropecuaria. El objetivo de este estudio es describir el desarrollo larvario de MSN en condiciones controladas, desde su eclosión hasta su estadio de prepupa. El propósito es utilizar el aprendizaje que se genere en un estudio más amplio, de tal manera que se evalúe el efecto de los residuos orgánicos típicos de La Laguna como sustratos de crecimiento en la larva de MSN, para utilizarlos en el tratamiento de residuos y en potenciales aplicaciones agroindustriales. Las variables de desarrollo que se estudiaron son: peso y longitud, así como la composición nutricional al término del periodo de incubación, y se concluyó que el manejo de la especie y las condiciones de crecimiento que se utilizaron son adecuadas para el estudio de desarrollo larvario de MSN en un ambiente controlado.

**Palabras clave:** Mosca Soldado Negro, desarrollo larvario, composición nutricional.

### ABSTRACT

Sustainable solid waste management is a priority for global and local communities. The use of insects in the bioconversion of organic waste streams constitutes an innovative approach and potential key link in circular agriculture. *Hermetia illucens*, better known as Black Soldier Fly (BSF), has shown great potential and flexibility in reducing a wide variety of organic waste and its recovery in the form of high-value products, particularly for the agricultural industry. This note describes the process of obtaining wild MSN material as well as the measurement of the larval development of the species. The experiment evaluates weight and length as growth variables of MSN larvae and their nutritional profile at the end of the larval stage. It is concluded that the methods used are appropriate for the management and study of MSN in a controlled environment. The same procedure will be used in a larger study that will evaluate the effect of typical organic residues from La Laguna as growth substrates for MSN larvae for waste treatment and potential agro-industrial applications.

**Key words:** Insect population, growth substrate, larval development.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos urbanos es uno de los problemas ambientales más serios e inmediatos que enfrentan los gobiernos municipales, particularmente en países de bajos y medianos recursos. Debido a la rápida urbanización y crecimiento poblacional, no sólo se prevé el aumento de la severidad de este problema, sino también el costo de su manejo para los municipios y sus ciudadanos. Estos residuos, incluso si son recolectados en rellenos sanitarios, continúan generando una gran fracción de los gases de efecto invernadero totales, entre otros riesgos ecológicos para los ciudadanos. Debido a la creciente presión pública y preocupaciones ambientales, se han desarrollado diferentes métodos para lidiar con los residuos orgánicos municipales, de manera que éstos adopten el concepto de economía circular.

Con este propósito, la Mosca Soldado Negro (MSN), *Hermetia illucens*, ha revolucionado el reciclaje orgánico con el tratamiento y reaprovechamiento de una variedad de residuos. El tratamiento con la MSN es más rápido y escalable que el compostaje convencional, y puede reducir las emisiones totales de gases de efecto invernadero de estos residuos en más de 90% (Pang *et al.*, 2020). Esta especie se alimenta y se desarrolla a partir de una amplia gama de fuentes de alimentación, como residuos de cocina, frutas y verduras (Diener *et al.*, 2011; Nguyen *et al.*, 2015), residuos de la industria cervecera (Chia *et al.*, 2018), residuos orgánicos municipales (Diener & Solano *et al.*, 2011), residuos de mataderos e, incluso, de estiércol de las industrias ganadera, piscícola y avícola (Myers *et al.*, 2014; Zhou *et al.*, 2013).

Además de ayudar al procesamiento de una gran variedad de residuos orgánicos, los insectos contienen altos niveles de proteína, y una extensa investigación indica que brindan buenas oportunidades como componente sostenible y nutricional para la alimentación de animales de producción (Chia *et al.*, 2018). De esta forma, la capacidad de estos insectos para convertir desechos orgánicos en nutrientes de alta calidad ha abierto rápidamente perspectivas económicas innovadoras para el desarrollo rural y local.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo durante el mes de octubre de 2021, en el Departamento de Agroeco-

logía de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), unidad Torreón.

Durante el análisis se obtuvo material silvestre suficiente para la medición de parámetros y estudios bromatológicos, después de confirmar oviposición de MSN en el Cañón de Fernández (25°21'N 103°44'W), ubicado entre los municipios de Lerdo y Cuencamé, en Durango. Los huevecillos se colocaron en una caja de plástico y se transportaron a un laboratorio, donde permanecieron en una incubadora durante cuatro días a 27° C y 60% HR.

Posterior a la eclosión, el contenedor con larvas recién nacidas se retiró de la incubadora y se coló en un cuarto oscuro durante cuatro días, con las mismas condiciones que en la incubadora. Se utilizó alimento para gallinas de engorda (12.0% humedad, 20.0% proteína, 1.0% grasa, 10.0% fibra, 10.0% cenizas, 47% E.L.N, 0.5% fósforo, 0.9% calcio) como sustrato de crecimiento.

Luego de los cuatro días posteriores a la eclosión, la población se dividió en tres partes para su estudio. Se designaron dos grupos en cajas con 250 larvas (caja A y caja B), y otro más en una caja con el resto de la población original (caja C), que no fue manipulada sino hasta el final del experimento, para evitar variabilidad inducida por la medición de variables. Cada caja contenía 250 g del sustrato de crecimiento descrito anteriormente.

Se realizaron mediciones de peso y longitud de A y B cada dos días. Para medir el peso, se tomaron aleatoriamente cinco muestras de cinco larvas. Las larvas se pesaron individualmente en una balanza analítica. Una muestra aleatoria de veinte larvas se fotografió ortogonalmente con una escala métrica. Las imágenes se procesaron con el software imageJ Pack para medir longitud. En ambos casos, las mediciones no fueron destructivas para las larvas, por lo que éstas, entre cada medición, se colocaron de vuelta en el contenedor. La toma de mediciones se tomó individualmente para A y B, cuando 30% de la población llegó al estadio de prepupa, mientras que al grupo C la medición sólo se realizó en una ocasión, al cumplirse la misma condición.

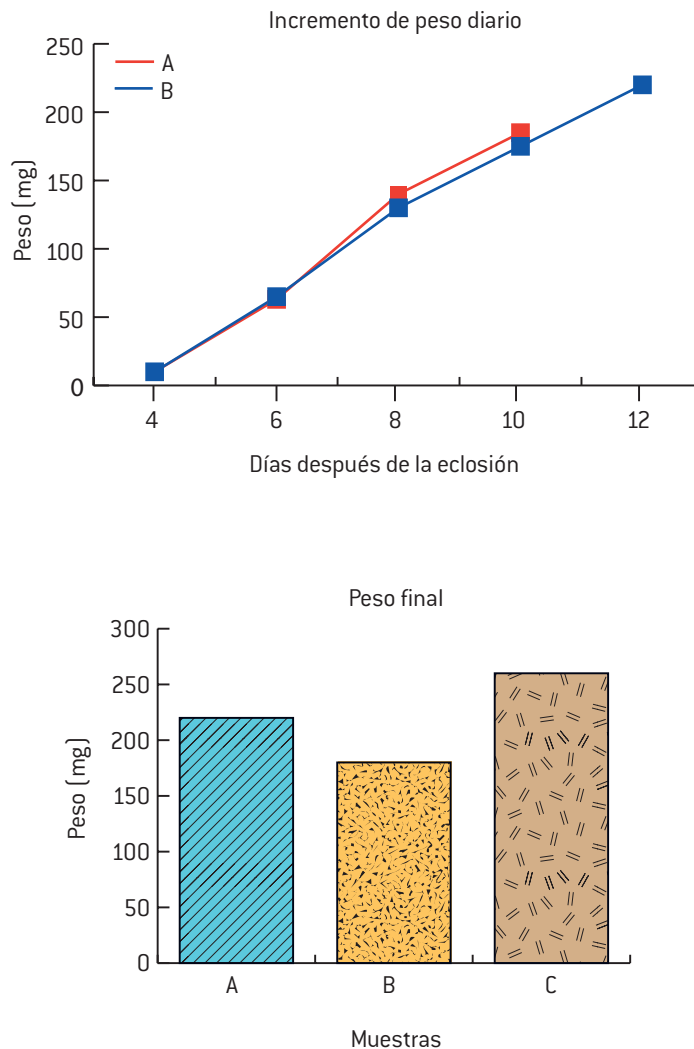
Al finalizar la toma de mediciones, se llevó a cabo el análisis proximal de Weende con el método de Van Soest, para diferenciar entre Fibra Detergente Ácido (FDA) y Fibra Detergente Neutro (FDN), y luego se mezcló la materia orgánica (larvas de MSN) de los tres grupos para reunir muestra suficiente para el análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

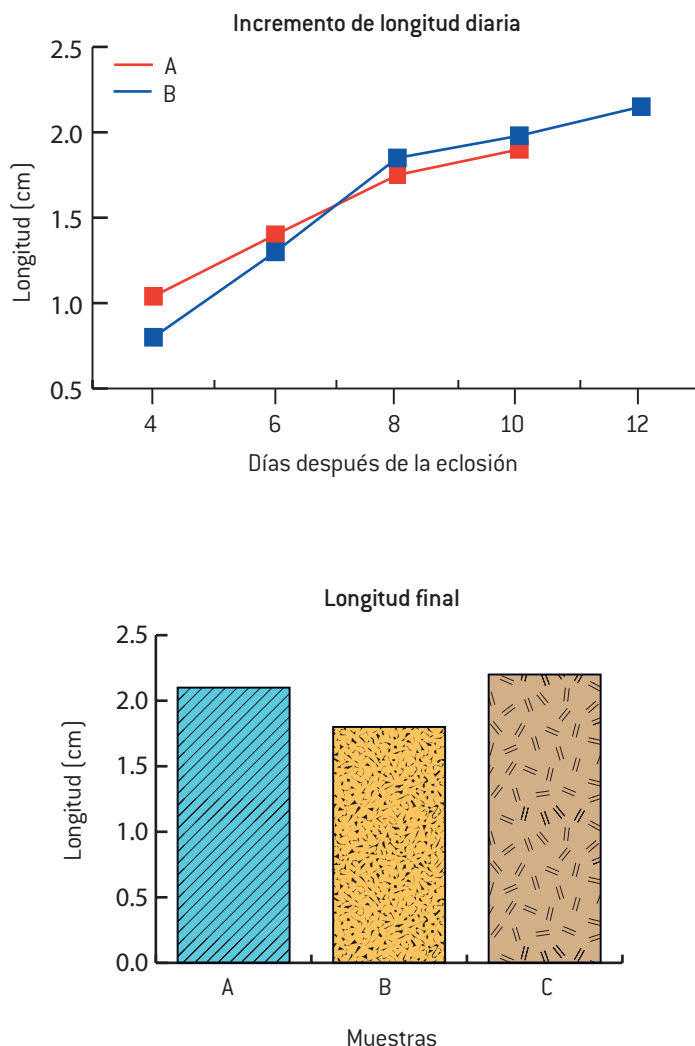
Al finalizar el periodo de crecimiento, se contabilizó la población de los grupos de estudio; al hacerlo, tanto A como B contenían 250 larvas vivas, lo que indicó 100% de supervivencia, en tanto que C contenía 383 larvas vivas, pero debido a que se desconoce la población inicial, no fue posible calcular el índice de supervivencia. Como se menciona en el método, el primer día de la toma de mediciones para A y B fue el cuarto día posterior a la eclosión. La última toma de mediciones en A ocurrió tras el día 12, mientras que en B ocurrió tras el día 10. La única toma de mediciones en C se realizó el día 15.

La Figura 1 muestra el cambio de peso diario de A y B, así como el peso de A, B y C al finalizar el ex-

perimento. Se determinó que el incremento de peso (PI = peso inicial, PF = peso final) durante el periodo de incubación de A fue de 711.01% en 8 días (PI:  $\bar{x} \pm DS = 26.52 \pm 1.58$  mg; PF:  $215.08 \pm 17.16$  mg), mientras que de B fue de 631.84% en 6 días (PI:  $26.52 \pm 1.58$  mg; PF:  $194.08 \pm 3.09$  mg). El PF de C fue de  $264 \pm 6.84$  mg. De manera similar, en la Figura 2 se aprecia el incremento diario de longitud y la longitud final de los grupos de estudio (LI = Longitud Inicial; LF = Longitud Final). Se determinó que el cambio de longitud de A fue de 118.18% en 8 días (LI:  $0.97 \pm 0.10$  cm; LF:  $2.12 \pm 0.21$  cm), mientras que de B fue de 81.74% en 6 días (LI:  $1.06 \pm 0.16$  cm; LF:  $1.92 \pm 0.15$  cm). La LF de C fue de  $2.18 \pm 0.18$  centímetros.



**Figura 1.** Incremento promedio de peso diario (A y B) y peso final (A, B y C) en miligramos.



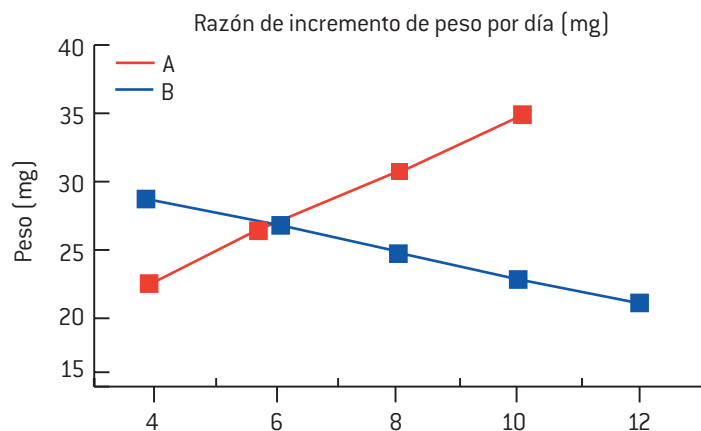
**Figura 2.** Incremento promedio de longitud diario (A y B) y longitud final (A, B y C) en centímetros.

Los tres grupos fueron sometidos al mismo tratamiento, con excepción de la manipulación de las larvas cada dos días para la toma de mediciones en A y B, por lo que se esperaba obtener resultados similares entre ambos grupos. El crecimiento diario de las larvas en A y B no muestra diferencias considerables. El peso y longitud final son similares en que B es el menor y C el mayor en ambos casos. Esto se debe al tiempo de término de las mediciones.

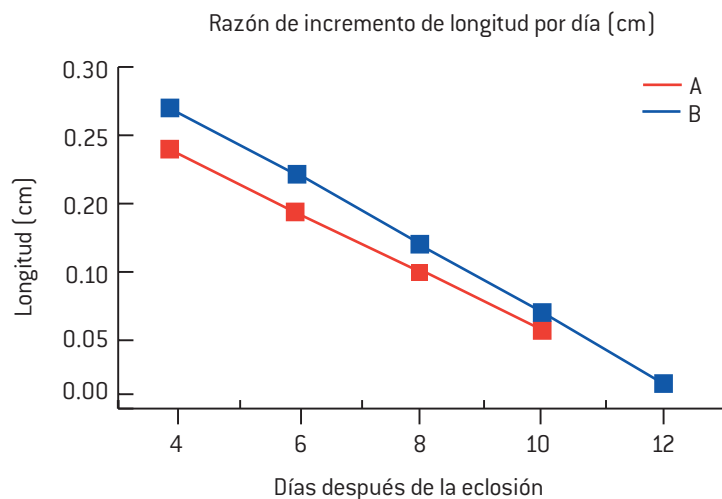
La razón de cambio del incremento de peso diario (Figura 3) para A muestra una pendiente negativa ( $m = -1.1054$ ), lo que significa que día con día el incremento de peso fue menor. Lo contrario ocurrió en B ( $m = 2.23$ ), donde el incremento diario tendió al

alza. En cuanto a la longitud, la razón de cambio en el incremento diario (Figura 4) fue negativa para A ( $m = -0.033$ ) y B ( $m = -0.0282$ ). Cabe destacar que, si bien la razón de cambio fue negativa en ambos casos, la longitud larval continuó aumentando.

El Cuadro 1 muestra el análisis proximal de las larvas de MSN al término de la toma de mediciones. Dada la presencia de nitrógeno no proteico en insectos, se utilizó el factor de conversión de nitrógeno a proteína de 4.76, según lo reportado por Janssen (2017). Los resultados indican un alto contenido de proteína cruda (31.80%) y grasas (30.63%), lo cual se encuentra dentro de los rangos reportados por Chia (2020).



**Figura 3.** Razón de cambio promedio del incremento de peso diario de A y B.



**Figura 4.** Razón de cambio promedio del incremento de longitud diaria de A y B.

**Cuadro 1.** Análisis proximal de Weende de la materia orgánica al finalizar el periodo de crecimiento.

Análisis proximal	
Materia seca	45.68%
Proteína cruda	31.80%
Cenizas	8.59%
Extracto etéreo	30.63%
FDN	16.06%
FDA	11.73%

## CONCLUSIONES

La razón de cambio negativa para el incremento de peso en A y para el incremento de longitud en A y B puede deberse al estrés ocasionado por la manipulación de las larvas o a una pobre distribución del alimento durante la incubación. Sin embargo, el rápido crecimiento de las larvas de MSN y el índice de supervivencia de 100% demuestra que las condiciones de crecimiento, usadas en este análisis son oportunas para estudiar el desarrollo larvario y la composición nutricional de la especie.

El presente experimento se realizó como parte preliminar del estudio: Efectos del sustrato sobre el desarrollo larvario y la eficiencia del tratamiento de desechos orgánicos con la Mosca Soldado Negro en La Laguna, financiado por Coecyt Coahuila, bajo la convocatoria Foncyt 2021.

En este estudio se comparó el crecimiento de las larvas, así como la bioconversión del sustrato utilizando distintos residuos orgánicos típicos de La Laguna y se realizó un análisis estadístico para comprobar si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con este fin, será necesario ajustar y homologar el número y tamaño de muestras para medir peso y longitud, así como dar término a la toma de mediciones una etapa posterior a la usada en este experimento, ya que, cuando 30% de la población alcanza el estadio prepupal aún queda un amplio margen de crecimiento. Se tratará entonces de demostrar la utilidad de larvas de MSN como una opción eficiente y sustentable para el manejo de residuos orgánicos en La Laguna.

## LITERATURA CITADA

CHIA, S. Y., T. M. Chrysantus, I. M. Osuga, X. Cheseto, S. Ekesi, M. Dicke, and J. J. van Loon. 2020. "Nutritional composition of black soldier fly larvae feeding on agro-industrial by-products". *Entomol. Exp. Appl.* 168: 472-481.

- CHIA, S. Y., Tanga, C. M., Osuga, I. M., Mohamed, S. A., Khamis, F. M., Salifu, D., ... & Ekesi, S. 2018. "Effects of waste stream combinations from brewing industry on performance of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae)". *PeerJ*, 6, e5885.
- DIENER, S., Solano, N. M. S., Gutiérrez, F. R., Zurbrügg, C., & Tockner, K. 2011. "Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae". *Waste and Biomass Valorization*, 2(4), 357-363.
- DIENER, S., Zurbrügg, C., Gutiérrez, F. R., Nguyen, D. H., Morel, A., Koottatep, T., & Tockner, K. 2011. "Black soldier fly larvae for organic waste treatment-prospects and constraints". *Proceedings of the WasteSafe*, 2, 13-15.
- JANSSEN RH, Vincken JP, van den Broek LAM, Fogliano V and Lakemond CMM. 2017 "Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*". *J Agric Food Chem* 65:2275-2278.
- MYERS, H. M., Tomberlin, J. K., Lambert, B. D., & Kattes, D. 2014. "Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure". *Environmental entomology*, 37(1), 11-15.
- NGUYEN, T. T. X., Tomberlin, J. K., Vanlaerhoven, S. 2015. "Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste". *Environmental Entomology*, 44, 406-410, <https://doi.org/10.1093/ee/nvv002>
- PANG, W., Hou, D., Nowar, E.E. *et al.* 2020. "The influence on carbon, nitrogen recycling, and greenhouse gas emissions under different C/N ratios by black soldier fly". *Environ Sci Pollut Res* 27, 42767-42777. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09909-4>
- PARK, Haeree H. 2016. "Black Soldier Fly Larvae Manual". Student Showcase. 14. Retrieved from [https://scholarworks.umass.edu/sustainableumass\\_studentshowcase/14](https://scholarworks.umass.edu/sustainableumass_studentshowcase/14)
- ZHOU, F., Tomberlin, J. K., Zheng, L., Yu, Z., & Zhang, J. 2013. "Developmental and waste reduction plasticity of three black soldier fly strains (Diptera: Stratiomyidae) raised on different livestock manures". *Journal of medical entomology*, 50(6), 1224-1230.