

Frass de mosca soldado negra: un biofertilizante emergente para la agricultura

Hugo González-Lara^{1*} y Juan Fernando García-Trejo¹

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

* Dirección para correspondencia: laragonhugo@gmail.com

El manejo de los residuos orgánicos y la producción de alimentos son dos de los grandes desafíos ambientales del siglo XXI. Frente a este panorama, la naturaleza nos ofrece soluciones sorprendentes. Una de ellas viene de un insecto poco conocido, pero increíblemente eficiente: la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) (Figura 1), cuyas larvas transforman grandes volúmenes de desechos en recursos valiosos para la agricultura (Figura 2).



Figura 1. Moscas soldado negras posadas en tablillas de ovoposición.

Tras alimentarse de restos de comida, estiércol o subproductos agrícolas (Li *et al.*, 2022), estas larvas dejan atrás un residuo rico en nutrientes, conocido como “frass”. Este material, similar a un compost fino, contiene compuestos minerales, materia orgánica y microorganismos benéficos que mejoran la salud del suelo y estimulan el crecimiento vegetal.

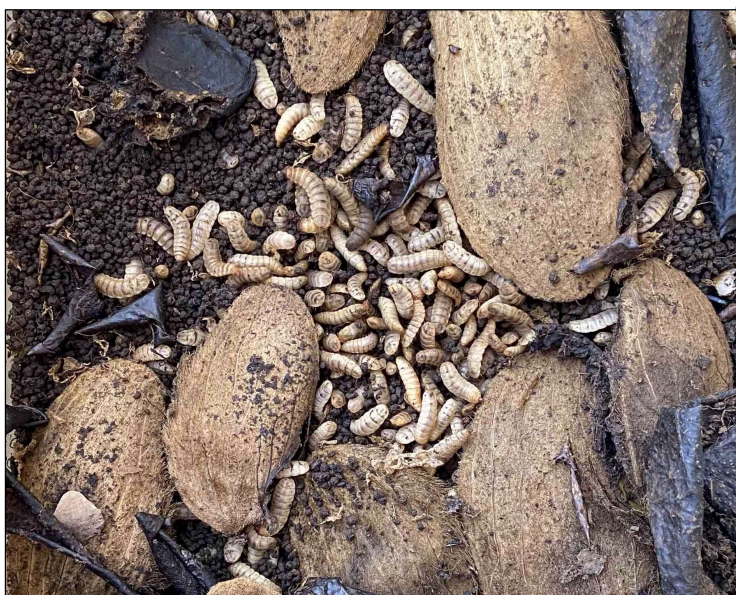


Figura 2. Larvas de mosca soldado negra alimentadas con residuos de mango.

No obstante, es importante señalar que el potencial del frass no está exento de limitaciones. Sus propiedades químicas y biológicas pueden variar significativamente según el tipo de residuo con el que se alimenten las larvas, así como por las condiciones ambientales del proceso. Además, aunque se han reportado beneficios en distintos cultivos, aún faltan estudios que comparen su eficacia frente a fertilizantes tradicionales en escenarios reales de producción

agrícola. Esta variabilidad hace necesario considerar tratamientos previos y definir dosis seguras antes de recomendar su uso generalizado en la agricultura.

De residuo a recurso: el frass

El frass se origina a partir de los restos no digeridos por las larvas, combinados con sus mudas de piel y excretas (Figura 3). Su composición varía según la dieta larval: residuos de cereales tienden a generar frass con más nitrógeno, mientras que los estiércoles y rastrojos de maíz producen frass más rico en fósforo y potasio.



Figura 3. Residuo de larva de mosca soldado negra conocido como “frass”.

Durante la digestión, las larvas suelen alcalinizar el material y concentrar minerales, lo que incrementa su conductividad eléctrica (CE) (Bohm *et al.*, 2023). Este fenómeno indica que la descomposición avanza, pero también supone un riesgo: un exceso de sales puede afectar negativamente la germinación y el desarrollo de las plantas.

Además de sus propiedades químicas, el frass ofrece beneficios físicos. Al incorporarse al suelo, mejora la retención de humedad y la aireación, creando un entorno más favorable para raíces y microorganismos del suelo.

Si bien el frass se perfila como un biofertilizante prometedor, no puede considerarse una solución universal ni exenta de retos. Su composición altamente variable implica que los resultados observados en un cultivo o región no necesariamente se replicarán en otros contextos. Por ejemplo, la elevada conductividad eléctrica puede convertirse en un factor limitante si no se controla la dosis o si el suelo ya presenta salinidad previa. Asimismo, la mayoría de los beneficios reportados provienen de ensayos en condiciones experimentales, lo que deja pendiente evaluar su desempeño en sistemas agrícolas a gran escala y con diferentes tipos de suelos. Para garantizar un uso seguro y eficaz, resulta fundamental estandarizar protocolos de aplicación, definir rangos óptimos de mezcla y considerar tratamientos previos que estabilicen el material antes de llevarlo al campo.

Usos del frass en la agricultura

El frass se estudia como biofertilizante natural, mejorador de suelos y componente de sustratos de germinación. Ensayos en cultivos como maíz, lechuga, jitomate, albahaca o col han reportado incrementos en biomasa y productividad, además de una mayor actividad microbiana y cierta protección frente a patógenos.

No obstante, es fundamental controlar la dosis. Aplicaciones directas superiores al 10 % suelen ser perjudiciales, ya que causan clorosis (hojas amarillas), menor crecimiento o inhibición de la germinación (Setti *et al.*, 2019). El frass crudo rara vez funciona como sustrato de germinación; se recomienda aplicarlo tras un tratamiento previo.

Tratamientos del frass y su efecto sobre el crecimiento de las plantas

Para evitar posibles daños a las plantas y mejorar las propiedades físicas y químicas del frass, se ha sugerido tratarlo de forma similar a los estiércoles animales, mediante un proceso de compostaje. Este tratamiento permite mejorar sus propiedades y reducir los efectos negativos que podría tener si se aplica directamente al suelo o a la planta.

Compostaje

El compostaje consiste en apilar el frass y dejar que los microorganismos generen calor (hasta 60 °C) y luego dejen enfriar el material. Este proceso, que puede durar dos meses, estabiliza nutrientes y mejora sus propiedades. Estudios recientes muestran que mezclas al 20 % de frass compostado favorecen el crecimiento de maíz, jitomate, ejote y col (Wu *et al.*, 2023). También ha mostrado buenos resultados como sustrato para la germinación de semillas (Figura 4).



Figura 4. Germinación de plántulas de jitomate en sustrato con frass compostado.

Aunque el compostaje del frass representa un avance importante para estabilizar nutrientes y reducir riesgos en su aplicación, todavía existen aspectos que requieren mayor análisis. El tiempo de dos meses puede considerarse una limitante en escenarios de producción intensiva, donde los agricultores buscan soluciones rápidas y de bajo costo. Además, la recomendación de usar mezclas al 20 % surge de ensayos controlados y no necesariamente refleja las condiciones heterogéneas de los sistemas agrícolas reales, en los que influyen factores como el tipo de suelo, la humedad, la salinidad previa y las necesidades nutricionales específicas de cada cultivo. Esto plantea la necesidad de establecer protocolos más detallados que definan no solo la dosis, sino también el momento y la forma de aplicación, así como su comparación directa con fertilizantes orgánicos e inorgánicos convencionales. Solo así será posible determinar si el compostaje de frass es realmente competitivo y viable para su uso masivo en la agricultura sostenible.

Digestión anaerobia

Otra opción es colocar el frass en contenedores cerrados sin oxígeno para promover la acción de microorganismos anaerobios. Este proceso dura alrededor de un mes y, además de estabilizar el frass, produce biogás (principalmente metano) que puede aprovecharse como energía limpia (*Dong et al.*, 2024). La digestión anaerobia también ayuda a eliminar patógenos, lo que incrementa la seguridad del biofertilizante.

Si bien la digestión anaerobia del frass ofrece ventajas atractivas, como la producción simultánea de biofertilizante y biogás, no está exenta de desafíos. La instalación de sistemas cerrados para este proceso implica costos iniciales elevados y requiere un manejo técnico especializado que puede limitar su adopción en comunidades rurales o pequeños productores. Además, la calidad y la cantidad de biogás generado dependen en gran medida de la composición del frass y de la estabilidad del proceso, lo que introduce una variabilidad difícil de predecir. Aunque la eliminación de patógenos representa un beneficio claro para la seguridad agrícola y sanitaria, aún hacen falta estudios de campo que comparen el desempeño del frass digerido anaeróbicamente frente a otros tratamientos más accesibles como el compostaje o el lombricompostaje. En este sentido, la digestión anaerobia aparece como una opción prometedora pero que todavía necesita mayor validación técnica, económica y ambiental antes de considerarse una alternativa ampliamente adoptable.

Lombricompostaje

Aunque hasta la fecha no se han reportado estudios específicos sobre el lombricompostaje del frass, sus características físicas y químicas sugieren que podría ser un sustrato adecuado para este proceso. Al presentar buena materia orgánica, humedad y nutrientes disponibles, es plausible que las lombrices puedan transformar el frass de manera similar a otros residuos orgánicos como el estiércol, mejorando aún más su calidad como biofertilizante (Ferraz-Ramos *et al.*, 2022).

Conclusión y perspectivas

El uso de larvas de mosca soldado negra como herramienta para el tratamiento de residuos orgánicos representa una alternativa innovadora, eficiente y sostenible en el manejo de desechos orgánicos y la producción de biofertilizantes. A través de la transformación de residuos en frass, un material rico en nutrientes y beneficioso para los suelos agrícolas, este enfoque permite cerrar el ciclo de los residuos al convertir lo que antes era basura en un recurso valioso.

El uso directo del frass requiere precaución, ya que en dosis elevadas puede generar efectos negativos en el desarrollo de las plantas. Por ello, distintos tratamientos como el compostaje, el lombricompostaje y la digestión anaerobia se han propuesto para mejorar sus propiedades y ampliar su potencial como biofertilizante. Cada uno de estos tratamientos ofrece ventajas específicas: desde

la estabilización de nutrientes y la mejora de la estructura del suelo, hasta la producción de biogás como fuente de energía limpia.

A futuro, el desarrollo de tecnologías que optimicen estos tratamientos y hagan más eficiente la producción a escala del frass tratado abre nuevas oportunidades para la agricultura sostenible. La integración de estos sistemas en comunidades rurales, agroindustrias o zonas urbanas con alto volumen de residuos orgánicos puede representar un modelo viable de economía circular.

Además, el estudio más profundo de los efectos del frass en distintos tipos de cultivos, su impacto a largo plazo en la salud del suelo y su interacción con los microorganismos benéficos permitirá mejorar aún más su aplicación en la agricultura ecológica.

A medida que aumente el interés por prácticas más respetuosas con el medio ambiente, es probable que la mosca soldado negra y su frass sigan ganando protagonismo como aliados clave en la transición hacia una agricultura más sostenible y resiliente.

Referencias

Bohm K, Hatley GA, Robinson BH *et al.* (2023). Analysis of Chemical and Phytotoxic Properties of Frass Derived from Black Soldier Fly-Based Bioconversion of Biosolids. *Sustainability* (Switzerland) 15(15):11526. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151511526>.

Dong X, Dong A, Liu J *et al.* (2024). Impact of Iron Oxide on Anaerobic Digestion of Frass in Biogas and Methanogenic Archaeal Communities Analysis. *Biology* 13(7):536. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology13070536>.

Ferraz Ramos R, Almeida Santana N, de Andrade N *et al.* (2022). Vermicomposting of cow manure: Effect of time on earthworm biomass and chemical, physical, and biological properties of vermicompost. *Bioresource Technology* 345: 126572. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126572>.

Li X, Zhou Z, Zhang J *et al.* (2022). Conversion of mixtures of soybean curd residue and kitchen waste by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.). *Insects* 13(1):23. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13010023>.

Setti L, Francia E, Pulvirenti A *et al.* (2019). Use of black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media. *Waste Management* 95(15):278–288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.017>.

Wu N, Yu X, Liang J *et al.* (2023). A full recycling chain of food waste with straw addition mediated by black soldier fly larvae: Focus on fresh frass quality, secondary composting, and its fertilizing effect on maize. *Science of the Total Environment* 885(10):163386. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163386>.