

Caracterización de la calidad nutritiva del estiércol de *Acheta Domesticus* producido en condiciones de cultivo

Characterization of the nutritional quality of frass *Acheta Domesticus* produced under culture conditions

Sara Melisa Vanegas Moreno¹
Astrid Mariana Lobo Sanabria¹
Leidy Tatiana Díaz Durán²

Como citar:
Vanegas Moreno, S. M., Lobo Sanabria, A. M., & Díaz Durán, L. T. (2023). Caracterización de la calidad nutritiva del estiércol de *Acheta Domesticus* producido en condiciones de cultivo. *Revista Sennova: Revista Del Sistema De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 8(1), 27–34. <https://doi.org/10.23850/23899573.6070>

1 Aprendices Techoacademia Nodo Vélez, Centro de Gestión Agroempresarial del Oriente - SENA
2 Bióloga, Centro de Gestión Agroempresarial del Oriente - SENA, Idiazd@sena.edu.co, Vélez.

Resumen

El uso de fertilizantes orgánicos presenta múltiples ventajas, como su bajo costo, capacidad para mejorar la estructura del suelo, aeración y textura, así como para mejorar la retención de agua en el suelo y la salud de las raíces de las plantas. Por el contrario, los fertilizantes sintéticos tienen buenos efectos a corto plazo, pero a largo plazo puede tener efectos tóxicos sobre el suelo. Dentro de los fertilizantes orgánicos, se ha mostrado que los estiércoles de insectos poseen nutrientes y microorganismos que pueden ser beneficiosos para las plantas y el suelo. Este proyecto busca conocer la calidad nutricional del estiércol de *Acheta Domesticus*, teniendo en cuenta diferentes estados de maduración. Las variables analizadas fueron pH, conductividad, humedad, materia orgánica y fitotoxicidad. Además, se aislaron bacterias de las muestras.

Los valores de conductividad y materia orgánica obtenidos en las dos muestras estuvieron levemente elevados con respecto al máximo permitido para abonos. La fitotoxicidad fue muy alta al evaluarse el estiércol como abono, sin embargo, a bajas concentraciones, evidencia fitotoxicidad moderada, lo que permite su uso como bioestimulante. Asimismo, se logró un recuento de bacterias superior en la muestra con menor tiempo de maduración. Se aislaron ocho bacilos Gram positivos y un coco Gram positivo. La presencia de bacilos esporulados podría indicar la presencia de *Bacillus subtilis*, bacteria promotora del crecimiento vegetal y biocontroladora de patógenos. Se requieren ajustar algunas de las condiciones de estabilización del estiércol, para una apropiada maduración que permita garantizar una menor fitotoxicidad del estiércol como abono.

Palabras clave: Estiércol de insecto – biofertilizante – compostaje – bioestimulante – fitotoxicidad

Abstract

The use of organic fertilizers presents multiple advantages, such as its low cost, ability to improve soil structure, aeration and texture, as well as to improve water retention in the soil and the health of plant roots. On the contrary, synthetic fertilizers have good effects in the short term, but in the long term they can have toxic effects on the soil. Within organic fertilizers, it has been shown that insect frass have nutrients and microorganisms that can be beneficial for plants and soil. This project seeks to know the nutritional quality of *Acheta domesticus* frass, taking into account different stages of maturation. The variables analyzed were pH, conductivity, humidity, organic matter and phytotoxicity. In addition, bacteria was isolated from the samples. The values of conductivity and organic matter obtained in the two samples were somewhat high with respect to the maximum allowed for fertilizers. The phytotoxicity was very high when the frass was evaluated as fertilizer, however, at low concentrations it evidenced moderate phytotoxicity, which allows its use as a biostimulant. Likewise, a higher bacteria count was achieved in the sample with a shorter maturation time. Eight Gram positive bacilli and one Gram positive coccus were isolated. The presence of sporulated bacilli could indicate the presence of *Bacillus subtilis*, a bacteria that promotes plant growth and biocontrols pathogens. Some of the frass stabilization conditions need to be adjusted for proper maturation that guarantees less phytotoxicity of the frass as fertilizer.

Keywords: Insect frass – biofertilizer – composting – biostimulant – phytotoxicity

1. Introducción

El problema de seguridad alimentaria a nivel mundial es un desafío cada vez más grande. Esto está determinado por varios factores, dentro de los que se destaca el cambio climático, el cambio en el uso del suelo y la disminución de la disponibilidad del agua e incluso las inundaciones (Wakweya, 2023; Perez et al., 2018). Asimismo, con el paso de los años se ha visto a nivel mundial una disminución en la productividad de los cultivos. El uso excesivo de fertilizantes químicos ha mostrado ser la causa del empobrecimiento de los suelos, que incluye la pérdida de la materia orgánica, la pérdida de la biodiversidad y la compactación del suelo (Zhai et al., 2023; Eijsackers y Maboeta, 2023).

El uso de fertilizantes orgánicos es una tendencia que surge al ver sus múltiples ventajas, dentro de las que se encuentran su bajo costo, su capacidad para mejorar la estructura del suelo, su aeración y su textura, así como la capacidad para mejorar la retención de agua en el suelo y la salud de las raíces de las plantas. Por el contrario, los fertilizantes sintéticos tienen buenos efectos a corto plazo, pero a largo plazo puede tener efectos tóxicos sobre el suelo (Rathor et al., 2023; Assefa y Tadesse, 2019).

El interés por el estudio de fertilizantes orgánicos surge de la necesidad de una agricultura más sana, hasta hoy se ha visto que los suelos han perdido fertilidad y el agua se ha contaminado por el excesivo uso de fertilizantes químicos, afectando la salud del consumidor y la productividad de los cultivos (Rathor et al., 2023; kumar y keshar, 2017).

Dentro de los fertilizantes orgánicos, se ha mostrado que los estiércoles y las exuvias de diferentes insectos poseen nutrientes y microorganismos que pueden ser beneficiosos para las plantas y el suelo. Estos han mostrado ser altamente ricos en quitina, nitrógeno, fósforo y otros componentes que pueden mejorar la calidad del suelo (Barragán-Fonseca et al., 2022; Beesigamukama et al., 2022). Asimismo, se ha evidenciado que son promotores de crecimiento y ayudan a tolerar el estrés abiótico (Poveda et al., 2019). Además, hay evidencia de que la presencia de quitina ayuda a que las plantas mejoren su sistema de defensa contra plagas y enfermedades (Hu et al., 2023; Quilliam et al., 2020).

Sin embargo, se requieren más estudios que permitan determinar el tiempo para la adecuada estabilización y maduración del fertilizante generado a partir del estiércol y las exuvias de insectos, así como estudios agronómicos en campo de tal manera que se pueda obtener un biofertilizante de mayor calidad que mejore adecuadamente la productividad de los cultivos (Beesigamukama et al., 2022).

Por otro lado, Colombia es un país que históricamente ha importado la mayor parte de los fertilizantes que usa, por lo que es altamente dependiente, siendo afectada por la escasez o por la variación de precios del mercado (Agencia UNAL, 2022). En el país tampoco hay reportes de producción de biofertilizantes a partir de estiércol y exuvias de insectos, lo que muestra un panorama prometedor en este campo.

Por tanto, este proyecto busca conocer la calidad nutricional como biofertilizante del estiércol de grillo *Acheta Domesticus* en diferentes estados de maduración usando análisis fisicoquímicos y microbiológicos: 1) Analizar variables fisicoquímicas del estiércol de grillo en diferentes estados de maduración; 2) Evaluar la fitotoxicidad del estiércol de grillo en diferentes estados de maduración y 3) Analizar la microbiota asociada al estiércol de grillo en diferentes estados de maduración.

2. Materiales y métodos

2.1 Obtención de muestras

Las muestras de estiércol se obtuvieron del cultivo de *Acheta Domesticus* ubicado en el laboratorio de biotecnología de centro de Gestión Agroempresarial del Oriente subselección Cimitarra. Las muestras se recolectaron en bolsas y se mantuvieron en condiciones

ambientales (28-31°C y 70-85% de humedad). La primera muestra se obtuvo después de seis meses y la segunda después de un mes.

2.2 Caracterización fisicoquímica

Las variables para analizar la calidad y madurez del estiércol fueron: humedad, materia orgánica por método de pérdidas por volatilización, pH y conductividad, teniendo en cuenta la norma NTC 5167:2022.

2.3 Evaluación de fitotoxicidad

La fitotoxicidad del estiércol de *Acheta Domesticus* se evaluó como compost usando el índice de germinación semillas (IG), así como la inhibición de la longitud de la radícula. Los valores de IG mayores de 80 % indican que no hay fitotoxicidad, los valores entre 50-80 % indican fitotoxicidad moderada y los valores inferiores a 50 % indican fitotoxicidad alta (Barral y Paradelo, 2011). Para esto se tomaron 20 semillas de *Lactuca sativa* y se pusieron en una caja de Petri con un papel filtro impregnado de una solución al 10 % del estiércol en diferentes etapas de maduración (Barral y Paradelo, 2011). Se hicieron dos réplicas por cada tratamiento y un control con agua de destilada.

Asimismo, se evaluó la fitotoxicidad del estiércol como bioestimulante, a una concentración del 0,5 %.

2.4 Aislamiento de microorganismos

Se tomaron 10 g de estiércol en diferentes estados de maduración y se diluyeron en 90 mL de agua peptonada, solución que se agitó durante 1 hora. Posteriormente, 100 µL de la solución se sembró en agar nutritivo para obtener bacterias. Se incubaron durante 24 a 48 h a 37°C. Finalmente, se hizo una descripción macroscópica y microscópica de las cepas aisladas.

3. Resultados y discusión

3.1 Caracterización fisicoquímica

Las dos muestras evaluadas tuvieron un valor de pH de 6,69, mostrando que no hubo diferencias significativas (Ver Tabla 1). El pH sirve como indicador de la degradación de la materia orgánica, esto se relaciona con la actividad microbiana, la cual es más alta en pH alrededor de 7 (Wang et al., 2022). Los valores de pH obtenidos para las dos muestras se encuentran de los intervalos aceptables para un compost maduro y estable (Pei et al., 2023; Beesigamukama et al., 2022; Wang et al., 2022).

Por su parte, la conductividad está relacionada con la degradación y mineralización de la materia orgánica. Se espera que la conductividad sea inferior a 4 mS/cm para que no se vea afectado el crecimiento de las plantas (Wang et al., 2022). Los valores de conductividad para las dos muestras fueron de 5,60 y 5,23 respectivamente, estando algo elevados.

Asimismo, sobre el porcentaje de materia orgánica, se espera que máximo alcance un 80 % y los valores obtenidos en ambas muestras se encuentran algo elevados sugiriendo una posible falta de madurez (Ver Tabla 1) (Kenya Bureau Os Standards, 2023).

Finalmente, la humedad es un factor importante para la actividad microbiana, su nivel óptimo sería de 65 % (Li et al., 2020), sin embargo, en un rango entre 15 a 40 % se considera adecuado (Kenya Bureau Os Standards, 2023). Para las dos muestras se observaron valores muy bajos de humedad (Ver Tabla 1).

No se observó diferencias importantes entre las dos muestras, sugiriendo que se requieren diferentes condiciones ambientales o sustratos de alimentación del cultivo, para la óptima estabilización del estiércol.

Tabla 1. Datos fisicoquímicos

Muestra	pH	Conductividad (mS/cm)	%Materia orgánica	% Humedad
1 mes	6,69	5,60	82,48%	15,29%
6 meses	6,69	5,23	88,12%	7,09%

Fuente. Elaboración propia, 2023

3.2 Evaluación de fitotoxicidad

El índice de germinación de semillas (IG) fue 0 para ambas muestras del estiércol evaluadas como compost, indicando que la fitotoxicidad fue muy alta. El IG está relacionado a la estabilización y maduración del compost. Durante la descomposición de la materia orgánica se producen compuestos fitotóxicos que son eliminados, por lo que una alta fitotoxicidad indica que se requiere un mayor tiempo de compostaje que permita la eliminación de esos compuestos (Barral y Paradelo, 2011). Esta situación se relaciona con los valores fisicoquímicos encontrados en los parámetros evaluados.

Por otra parte también se ha evidenciado que, la fitotoxicidad está asociada a las altas concentraciones de sales, debido a la imposibilidad de las plantas de soportar altos niveles de salinidad, por lo que diluir el extracto del abono o hacer un lavado previo permite obtener valores de IG **más altos** (Barral y Paradelo, 2011).

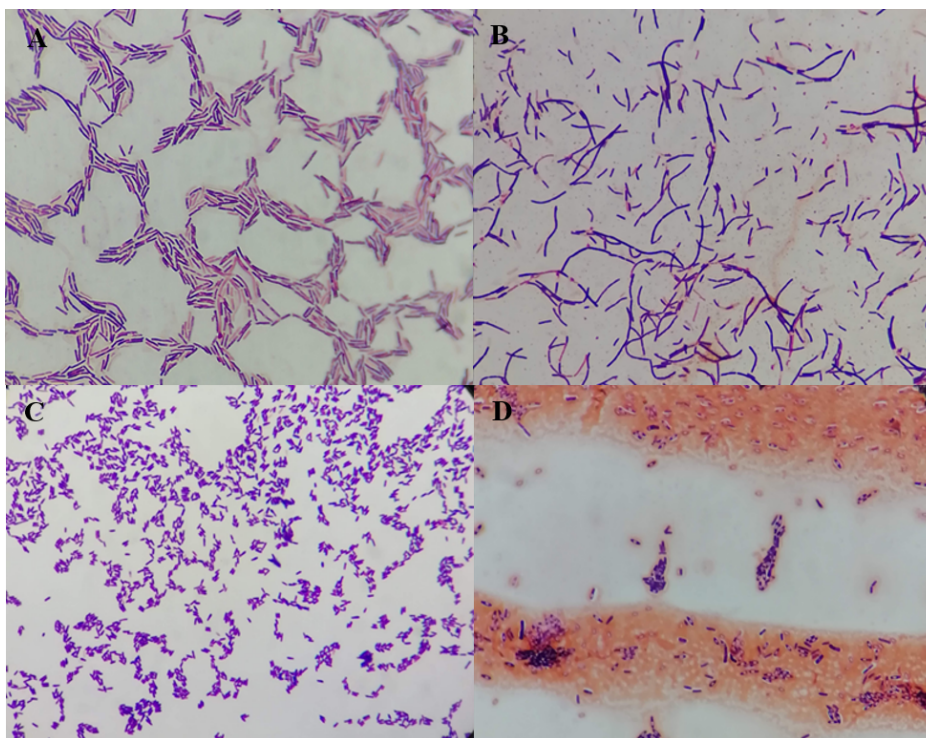
Los bioestimulantes son sustancias que se añaden en bajas dosis y que ayudan en el crecimiento de las plantas, ya que mejoran las condiciones del medio. Teniendo en cuenta esto, se ha demostrado el uso de estiércol de insectos como bioestimulantes (Ferruzca-Campos et al, 2023). La evaluación de la fitotoxicidad de las muestras como bioestimulante mostró una presencia de 0,5 %. Esto sugiere que, si no se aplica un tratamiento adicional de estabilización, el estiércol obtenido podría ser usado como bioestimulante a concentraciones bajas.

3.3 Aislamiento de microorganismos

Se logró un recuento de bacterias de $4,7 \times 10^5$ UFC/g para la primera muestra y $6,15 \times 10^5$ UFC/g para la segunda. En la muestra 1 se obtuvieron 5 cepas, 5 bacilos Gram positivos, entre ellos uno esporulado. En la muestra 2 se obtuvieron 7 cepas, 5 bacilos Gram positivos, entre ellos uno esporulado, un bacilo Gram negativo y un coco Gram positivo. Teniendo en cuenta los resultados, la muestra que se estabilizó durante un mes y que mostraba mejores condiciones de humedad, presentó una mayor actividad microbiana, sugiriendo que grandes periodos de tiempo disminuyen la calidad microbiológica.

La presencia de bacilos esporulados podría indicar la presencia de *Bacillus subtilis*, bacteria promotora del crecimiento, así como con propiedades biocontroladoras de patógenos (Gogoi et al., 2024; Wu et al., 2019). En la Figura 1 se observan algunas de las cepas obtenidas.

Figura 1. Bacterias obtenidas en las muestras 1 y 2.



Nota: Se observan bacilos Gram positivos de diferente tamaño en las 4 imágenes. La imagen D se observa bacilo esporulado.

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Los parámetros fisicoquímicos de las muestras evaluadas evidencian que los dos estados de maduración tienen valores de conductividad y materia orgánica un poco por encima del límite **óptimo**, lo que parece estar relacionado con la alta fitotoxicidad encontrada. No se observó diferencias importantes entre las dos muestras, sugiriendo que el tiempo de estabilización no afectó la maduración. Sin embargo, sí se requieren ajustar algunas de las condiciones de estabilización del estiércol en temperatura, humedad relativa y/o alimentación del cultivo, para una apropiada maduración que permita garantizar una menor fitotoxicidad. También es posible la implementación de algún método adicional de lavado, que permita disminuir las concentraciones de sales logrando disminuir la fitotoxicidad. Asimismo, la baja fitotoxicidad en pocas concentraciones permitiría implementar el estiércol de *A. Domesticus* como un biostimulante sin tratamientos adicionales. Por su parte, la posible presencia de microorganismos como *Bacillus subtilis*, indica que el estiércol de *Acheta Domesticus* obtenido bajo condiciones de cultivo sería un insumo de interés para el sector agrícola. Finalmente, se requiere continuar con el estudio para caracterizar completamente el estiércol adicionando otras variables fisicoquímicas de interés como contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, e implementando variables agronómicas.

5. Referencias

- assefa, S. y Tadesse, S. (2019). The Principal Role of Organic Fertilizer on Soil Properties and Agricultural Productivity -A Review. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal* 22(2). <https://juniperpublishers.com/artoaj/pdf/ARTOAJ.MS.ID.556192.pdf>
- Barragán-Fonseca, K. Y., Nurfikari, A., Van De Zande, E. M., Wantulla, M., Van Loon, J. J., De Boer, W., & Dicke, M. (2022). Insect frass and exuviae to promote plant growth and health. *Trends in Plant Science*, 27(7). <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.01.007>.
- Barral, M.T y Paradelo, R. (2011). A Review on the Use of Phytotoxicity as a Compost Quality Indicator. *Dynamic Soil, Dynamic Plant Global Science Books*, 5, 36–44. <https://www.researchgate.net/publication/340620319>.
- Beesigamukama, D., Subramanian, S., Tanga, C.M. (2022). Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. *Scientific Reports*, 12:7182. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11336-z>.
- Eijsackers, H. y Maboeta, M. (2023). Pesticide impacts on soil life in southern Africa: Consequences for soil quality and food security. *Environmental Advances*, 13, 100397. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100397>.
- Ferruzca-Campos, E., Rico-Chavez, A., Guevara-González, R., Urrestarazu, M., Cunha-Chiamolera, T., Reynoso-Camacho, R., Guzmán-Cruz, R. (2023). Biostimulant and Elicitor Responses to Cricket Frass (*Acheta domesticus*) in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under Protected Conditions. *Plants*, 12, 1327. <https://doi.org/10.3390/plants12061327>.
- Gogoi, P., Phukan, T., & Saikia, R. (2024). Systemic resistance induced by plant growth-promoting rhizobacteria in Bhut Jolokia (*Capsicum chinense* Jacq.) suppressed the collar rot disease. *Scientia Horticulturae*, 324, 112625. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112625>.
- Hu, S., Jin, M., Xu, Y., Wu, Q., Jiang, Q., Ma, J., Zhang, J., Qi, P., Chen, G., Jiang, Y., Zheng, Y., Wei, Y., Xu, Q. (2023). Deacetylation of chitin oligomers by *Fusarium graminearum* polysaccharide deacetylase suppresses plant immunity. *Molecular Plant Pathology*, 24(12), 1495–1509. <https://doi.org/10.1111/mpp.13387>
- Kenya Bureau of Standards. Organic fertilizer-Specification. 2023. Kenya Standard KS 2290:2023. https://members.wto.org/crnattachments/2023/TBT/KEN/23_9305_00_e.pdf
- Kumar, R. y Keshar, D. (2017). Effects of Chemical Fertilizers on Human Health and Environment: A Review. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. 4 (9). <https://iarjset.com/upload/2017/june-17/IARJSET%2036.pdf>
- Li, X., Shi, X., Lu, M., Zhao, Y., Guo, R., Peng, H. (2020). Improved nitrogen conservation capacity during composting of dairy manure amended with oil shale semi-coke as the porous bulking agent. *Journal of Hazardous Materials*, 388, 121742. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121742>.
- Norma Técnica NTC Colombiana 5167. (2022). Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo (NTC 5167:2022). <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-productos-para-la-industria-agricola-productos-organicos-usados-como-abonos-o-fertilizantes-y-enmiendas-o-acondicionadores-de-suelo-ntc5167-2022.html>
- Pei, F., Cao, X., Sun, Y, Kang, J., Ren, Y., Ge, J. (2023). Manganese dioxide eliminates the phytotoxicity of aerobic compost products and converts them into a plant friendly organic fertilizer. *Bioresource Technology*, 373, 128708. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128708>.
- Pérez, A.; Leyva, D., Gómez, F. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (1). DOI: 10.29312/remexca.v9i1.857.
- Quilliam, R. S., Nuku-Adeku, C., Maquart, P., Little, D., Newton, R., & Murray, F. (2020). Integrating insect frass biofertilisers into sustainable peri-urban agro-food systems. *Journal of*

- Insects as Food and Feed*, 6(3), 315-322. DOI:10.3920/JIFF2019.0049.
- Rathor, P., Gorim, L.Y., Thilakarathna, M.S. (2023). Plant physiological and molecular responses triggered by humic based biostimulants - A way forward to sustainable agricultura. *Plant and Soil*, 492(1-2), 31–60. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06156-7>
- Shaji, H., Chandran, V., Mathew, L. (2021). Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. F.B., Lewu, T., Volova, S., Thomas, K.R., Rakhimol. *Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture*. (1 ed., pp. 231 - 245) Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819555-0.00013-3>
- Wakweya, R.B. (2023). Challenges and prospects of adopting climate-smart agricultural practices and technologies: Implications for food security. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100698. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100698>
- Wang, G., Yang, Y., Kong, Y., Ma, R., Yuan, J., Li, G. (2022). Key factors affecting seed germination in phytotoxicity tests during sheep manure composting with carbon additives. *Journal of Hazardous Materials*, 421, 126809. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126809>
- Wu, H., Gu, Q., Xie, Y., Lou, Z., Xue, P., Fang, L., Yu, C., Jia, D., Huang, G., Zhu, B., Schneider, A., Blom, J., Lasch, P., Borriss, R., Gao X. (2019). Cold-adapted Bacilli isolated from the Qinghai-Tibetan Plateau are able to promote plant growth in extreme environments. *Environmental Microbiology*, 21(9), 3505–3526. DOI: 10.1111/1462-2920.14722.