

Efecto de las enmiendas orgánicas (biocarbón, gallinaza, bovinaza) aplicadas al suelo

Effect of the organic amendments (biochar, poultry manure, bovine manure) applied to the soil

Laínez-Vanegas K. R.¹, Aráuz-Ordóñez E. M.¹, Chavarría-Blanco J. A.¹,
Dávila-Escobar G. A.¹, Aker-Narváez C. E.^{2*}

 Laínez-Vanegas, K. R.
lainezk57@gmail.com

 Aráuz-Ordóñez, E. M.
arauze288@gmail.com

 Chavarría-Blanco, J. A.
arielchavarria863@gmail.com

 Dávila-Escobar, A. G.
davilaescobarangelgustavo@gmail.com

 Aker-Narváez, C. E.
carlos.aker@ev.unanleon.edu.ni

Autor de correspondencia: carlos.aker@ev.unanleon.edu.ni

¹ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.

² Dirección Específica de Agroecología y Agronegocios, Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinarias. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Nicaragua.

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

ISSN-e: 2410-7980

Periodicidad: Semestral

vol.10, núm.20, 2024

ribcc@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 20 Febrero, 2025

Aprobación: 12 Diciembre 2025

URL: https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/REB_ICAMCLI/article/view/1120

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v10i20.21914>

Copyright © 2024 Rev. iberoam. bioecon. cambio clim. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León (UNAN-León), Área de Conocimiento de ciencias agrarias y veterinarias/ Área Específica de Agroecología y agronegocios /Centro de Investigación Ciencias Agrarias y Veterinarias. Dirección Académica. Departamento de Investigación. Unidad de publicaciones y eventos científicos.



Esta obra está bajo una licencia internacional.
CreativeCommonsAtribuciónNoComercialCompartirIgual 4.0

Resumen

Antecedentes: El uso de enmiendas orgánicas en la producción ecológica ha cobrado relevancia en los últimos años, aunque se llevan algunas décadas en esta praxis, debido a la necesidad de promover prácticas agrícolas sostenibles que mejoren la fertilidad del suelo y reduzcan el uso de insumos químicos. **Objetivo:** Evaluar el efecto de enmiendas orgánicas (biocarbón, bovinaza, gallinaza) aplicados en el suelo. **Metodología:** La investigación se realizó en Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinaria de la UNAN-León en el año 2024. Seis tratamientos: testigo, biocarbón + gallinaza, biocarbón + bovinaza, gallinaza, bovinaza, biocarbón, en parcelas de 3m x 3m. Se evaluaron las variables de pH y nitrógeno total en las enmiendas, en el suelo aplicado con las enmiendas se midieron las variables de humedad volumétrica utilizando un TDR y densidad aparente usando la técnica de cilindros. **Resultados:** La enmienda de Gallinaza posee mayor contenido de nitrógeno con un 2.85 %, no se encontró diferencias significativas para la variable de densidad aparente y pH en suelo, sin embargo, se nota una tendencia a bajar densidad aparente cuando se aplica bovinaza con biocarbón y bovinaza. Se encontró diferencias significativas en la variable de humedad habiendo obtenido un 132.41 % al aplicar gallinaza y un 110,39 % con bovinaza, seguido por biocarbón + gallinaza y biocarbón + bovinaza con 82,26 %. **Conclusion:** La gallinaza tiende aportar más nitrógeno, aunque su pH ligeramente ácido puede requerir ajustes según el suelo. Al combinarla con biocarbón, se logra un pH más estable.

Palabras claves: abono orgánico, fertilización edáfica, materia orgánica, Densidad aparente

Abstract

Background: The use of organic amendments in organic production has gained relevance in recent years, although this practice has existed for some decades, due to the need to promote sustainable agricultural practices that improve soil fertility and reduce the use of chemical inputs. **Objective:** To evaluate the effect of organic amendments (biochar, cattle manure, chicken manure) applied to the soil. **Methodology:** The research was conducted in the Area of Knowledge of Agricultural and Veterinary Sciences at UNAN-León in 2024. Six treatments were used: control, biochar + chicken manure, biochar + cattle manure, chicken manure, cattle manure, and biochar, in 3m x 3m plots. The pH and total nitrogen variables were evaluated in the amendments. In the soil treated with the amendments, the volumetric moisture content was measured using a TDR (Total Dispersible) and bulk density using the cylinder method. **Results:** The chicken manure amendment had a higher nitrogen content at 2.85%. No significant differences were found for bulk density or soil pH; however, a tendency for bulk density to decrease was observed when applying cow manure with biochar and cow manure alone. Significant differences were found in moisture content, with 132.41% obtained when applying chicken manure and 110.39% with cow manure alone, followed by biochar + chicken manure and biochar + cow manure at 82.26%. **Conclusion:** Chicken manure tends to provide more nitrogen, although its slightly acidic pH may require adjustments depending on the soil. Combining it with biochar results in a more stable pH.

Keywords: organic fertilizer, soil fertilization, organic matter, bulk density

Introducción

La utilización de enmiendas orgánicas en la actualidad no ha sido un recurso de aprovechamiento para la mayoría de las producciones en la actualidad, estas aportan diferentes minerales esenciales como nitrógeno, potasio, calcio, boro, magnesio, siendo de mucha bendición para los cultivos (Murillo-Montoya et al., 2019).

El estudio del biocarbón con enmiendas orgánicas como la gallinaza y bovinaza no ha tenido mucha relevancia en los últimos años, siendo estos de fácil obtención y de origen orgánico, ayudando a la sostenibilidad y fertilidad de los suelos (Domańska et al., 2021). Es importante conocer cuáles son los efectos que estos producen en el suelo, midiendo variables claves como contenido de nitrógeno total que aportan, pH, humedad volumétrica y densidad aparente, estas variables determinan que tan efectivo es su uso a comparación de la fertilización química, ayudando a mediano y largo plazo a recuperar la fertilidad y microbiología del suelo (Aker Narváez, 2014).

Aguilar Delgado & Del Rosario (2019) demostraron que biocarbón de gallinaza al 15% y plumas de pollo proporciona un 4.74% de humedad, 1.65 g/cm³ de densidad aparente, 1.2% de materia orgánica, y 8.01 de pH, se observó que el biocarbón logró mejorar las propiedades del suelo arenoso.

De igual manera Aker Narváez (2014) evaluó biocarbón como enmienda del suelo en el rendimiento de maíz (*Zea mays*), demostrando que el suelo puede llegar a retener hasta un 18% de agua aplicando biocarbón con gallinaza el cual a su vez disminuye la densidad aparente del mismo hasta 0.82 g/cm³, además incrementa el pH en 7.36 y el contenido de macronutrientes del suelo.

Las variables de contenido de nitrógeno total en las enmiendas, pH de las enmiendas, densidad aparente, humedad volumétrica y pH del suelo, nos ayudan a poder caracterizar el aporte que estas enmiendas orgánicas añaden al suelo para la producción del cultivo.

El objetivo de esta investigación fue demostrar el Efecto de las enmiendas orgánicas (biocarbón, gallinaza, bovinaza) aplicadas al suelo.

Materiales y métodos

Área del estudio

El estudio se realizó en el Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, con una Latitud 12° 25'18, 24'' N, Longitud 86° 51'07.9, con un suelo franco arenoso, humedad relativa de 72,74%, con precipitación de 1.318,6 mm anuales y temperatura promedio de 28,4 °C (Bárcenas et al., 2017), con un tamaño de la parcela de 196m² (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del sitio del estudio.

Descripción de los tratamientos

El estudio se centró en las aplicaciones directas al suelo de enmiendas orgánicas de biocarbón más gallinaza, biocarbón más bovinaza, gallinaza, bovinaza y biocarbón (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Simbología	Descripción
Testigo	T0	Sin aplicación de enmiendas.
Biocarbón + gallinaza	T1	240 oz de Biocarbón con un tamaño de partículas de 0.025cm ² , más 240 oz de combinación de estiércol de gallina (gallinaza).
Biocarbón + bovinaza gallinaza	T2	240 oz de Biocarbón con un tamaño de partículas de 0.025cm ² , más 240 oz estiércol de vaca (bovinaza).
bovinaza	T3	480 oz de Gallinaza (estiércol de gallina).
biocarbón	T4	480 oz de bovinaza (estiércol de vaca).
	T5	480 oz de Biocarbón con un tamaño de partículas de 0.025cm ²

Variables a evaluar en las enmiendas

Análisis químico de nitrógeno total (N) de las enmiendas

Se extrajo cinco muestras (biocarbón + gallinaza, biocarbón + bovinaza, gallinaza, bovinaza, biocarbón y testigo) para el análisis químico de nitrógeno, se utilizó el método Kjeldahl, digestión con ácido sulfúrico y posterior destilación y titulación con equipo semiautomático ([Lanza, Churión, & Gómez, 2016](#)).

Medición de pH de las enmiendas orgánicas

Se tomaron tres muestras en cada uno de los cinco tratamientos para determinar el pH de las enmiendas orgánicas, se utilizó cintas de pH; se peso 10g de cada mezcla de cada tratamiento y se añadió 25ml de agua destilada en un recipiente, luego se dejó reposar en un lapso de 10 minutos y se colocó la cinta en la solución donde se determinó el pH de las enmiendas.

Variables a evaluar en el suelo luego de la aplicación de las enmiendas

Medición de pH del suelo

Con la misma metodología utilizada en las enmiendas orgánicas, después de 30 días de aplicación de las enmiendas orgánica en el suelo, se extrajo tres muestras por cada repetición por tratamiento.

Humedad volumétrica del suelo

Luego de un mes de haber incorporado las enmiendas al suelo se tomaron tres muestras por cada repetición por tratamiento durante tres días seguidos. Se utilizó el reflectómetro de dominio del tiempo (TDR) para medir el contenido de humedad, se insertó un cable coaxial al suelo, con marcadores de impedancia y orificios de drenaje ([López et al., 2005](#)).

Densidad aparente del suelo

Luego de un mes de haber incorporado las enmiendas al suelo se tomaron tres muestras por cada repetición por tratamiento. Para medir la densidad aparente se utilizó la metodología de [Blake & Hartge \(1986\)](#).

Usando la siguiente formula:

Densidad Aparente (DA)= Peso seco de la muestra (gr) / Volumen del cilindro (gr/cm³).

Análisis estadístico

Se empleó el programa SPSS versión 21, se llevaron a cabo las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk con el fin de evaluar la normalidad de las variables pH en enmiendas, pH en el suelo tras la aplicación de los tratamientos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para las variables densidad aparente y pH en los tratamientos, densidad aparente y humedad volumétrica en suelos tratados.

Se empleó el programa SPSS versión 21, se llevaron a cabo las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk con el fin de evaluar la normalidad de las variables pH en enmiendas, pH en el suelo tras la aplicación de los tratamientos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para las variables densidad aparente y pH en los tratamientos, densidad aparente y humedad volumétrica en suelos tratados.

Resultados y Discusión

En los resultados obtenidos se observa que la enmienda gallinaza obtuvo un porcentaje de nitrógeno de un 2.85%, seguido de la enmienda biocarbón + gallinaza con 1.66%, bovinaza con 1.65%, biocarbón + bovinaza 0.85%, en comparación a biocarbón con 0% ([Figura 2](#)). Según [Gómez et al. \(2017\)](#) obtuvo un 1.43% de nitrógeno en gallinaza en comparación con Lombricompost con 1.22% de nitrógeno.

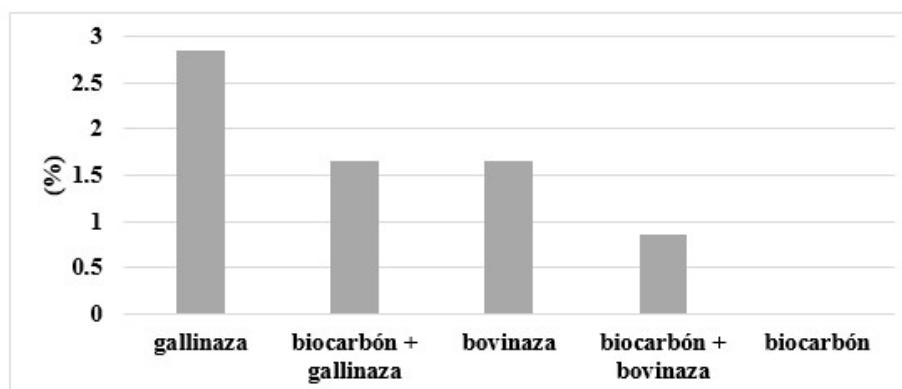


Figura 2. Porcentaje de nitrógeno en las enmiendas orgánicas (biocarbón, gallinaza, bovinaza).

En los resultados obtenidos de la variable Ph se encontró que la bovinaza y el biocarbón + bovinaza obtuvo un pH de 8, seguido del biocarbón con un pH de 7.5, biocarbón + gallinaza 7, gallinaza con un 6.5 ([Figura 3](#)).

Las diferencias en pH entre las enmiendas orgánicas pueden explicarse por la composición química de esta. La gallinaza, por otro lado, tiene un pH más bajo debido a la presencia de ácido úrico, lo que genera una reacción más ácida en el suelo. El biocarbón, por su parte, actúa como un estabilizador del pH, ya que tiene la capacidad de mejorar las propiedades del suelo, neutralizando tanto acidez como alcalinidad dependiendo de las condiciones iniciales del suelo y las enmiendas con las que se combine ([Canales Adrove, 2025](#)). Según [Huamani Díaz \(2024\)](#), el biocarbón tiene la capacidad de neutralizar tanto suelos ácidos como alcalinos. Por otro lado, investigaciones sobre la gallinaza realizadas por [Bhogal et al. \(2016\)](#) sugieren que su uso puede acidificar levemente el suelo debido al contenido de ácido úrico.

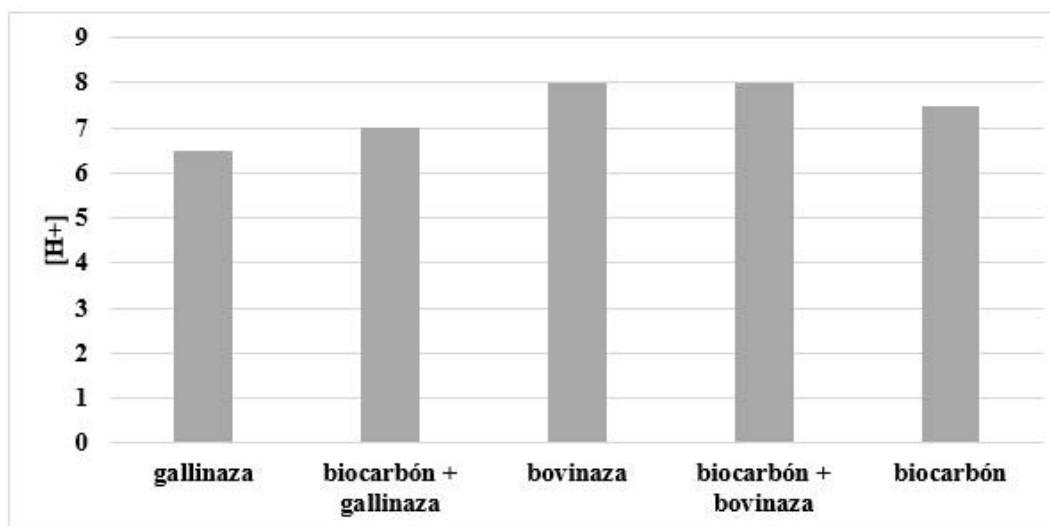


Figura 3. pH de las enmiendas orgánicas (biocarbón, gallinaza, bovinaza)

Para la variable de humedad volumétrica se encontró que la gallinaza obtuvo un porcentaje de humedad volumétrica con 50.70%, bovinaza con 41.69%, biocarbón + bovinaza 39.88%, biocarbón + gallinaza 34.13, biocarbón 26.74% y testigo con 24.30% ([Figura 4](#)) presentando diferencia significativa entre los tratamientos ([Tabla 2](#)).

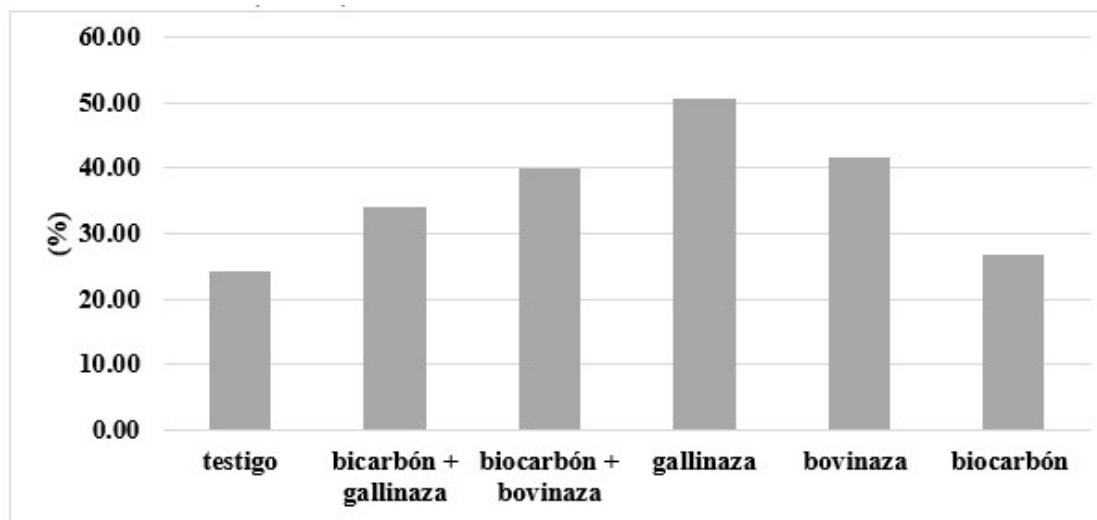


Figura 4. Humedad volumétrica de las enmiendas orgánicas añadidas al suelo (testigo, biocarbón + gallinaza, biocarbón + bovinaza, gallinaza, bovinaza, biocarbón)

Tabla 2. Análisis de varianza entre los tratamientos tomando en cuenta la variable humedad volumétrica

Humedad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13213,398	5	2642,680	41,474	,000
Dentro de grupos	9940,243	156	63,720		
Total	23153,642	161			

Según Sosa-Rodríguez et al. (2018) los tratamientos con gallinaza muestran una mayor humedad volumétrica en el suelo en comparación con la fertilización mineral convencional, especialmente en las dosis de 10 t/ha (30.2%) y 5 t/ha (28.5%). Esto sugiere que la gallinaza mejora la retención de agua en el suelo debido al incremento en la materia orgánica, lo cual es beneficioso para la estabilidad hídrica. Estos mismos autores demostraron que la combinación de gallinaza y fertilización mineral también resultó en una humedad intermedia (29.5%), la integración de ambos tipos de abonos puede proporcionar un equilibrio entre la mejora de la estructura del suelo y la eficiencia de uso de nutrientes.

En lo que respecta a la densidad aparente los resultados obtenidos se describe que el testigo obtuvo una densidad aparente de 0.96 g/cm³, seguido del biocarbón + gallinaza con 1.02 g/cm³, biocarbón + bovinaza 0.90 g/cm³, gallinaza 0.98 g/cm³, bovinaza 0.87 g/cm³, biocarbón 1.00 g/cm³ (Figura 5), no habiendo diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 3).

Las diferencias en la densidad aparente entre los tratamientos pueden ser atribuidas a la composición física y química de cada material. La gallinaza, por ejemplo, tiene una mayor densidad aparente posiblemente debido a su contenido en nutrientes y minerales, que pueden aumentar la masa por unidad de volumen. Por otro lado, la bovinaza presenta una densidad aparente menor debido a su estructura más fibrosa y mayor porosidad, lo que permite que ocupe un mayor volumen con menor peso. Cuevas et al. (2006) y Keller & Håkansson (2010) indicaron que los materiales orgánicos con alto contenido en fibra, como la bovinaza, tienden a mostrar menores densidades aparentes debido a la mayor cantidad de espacio poroso en su estructura.

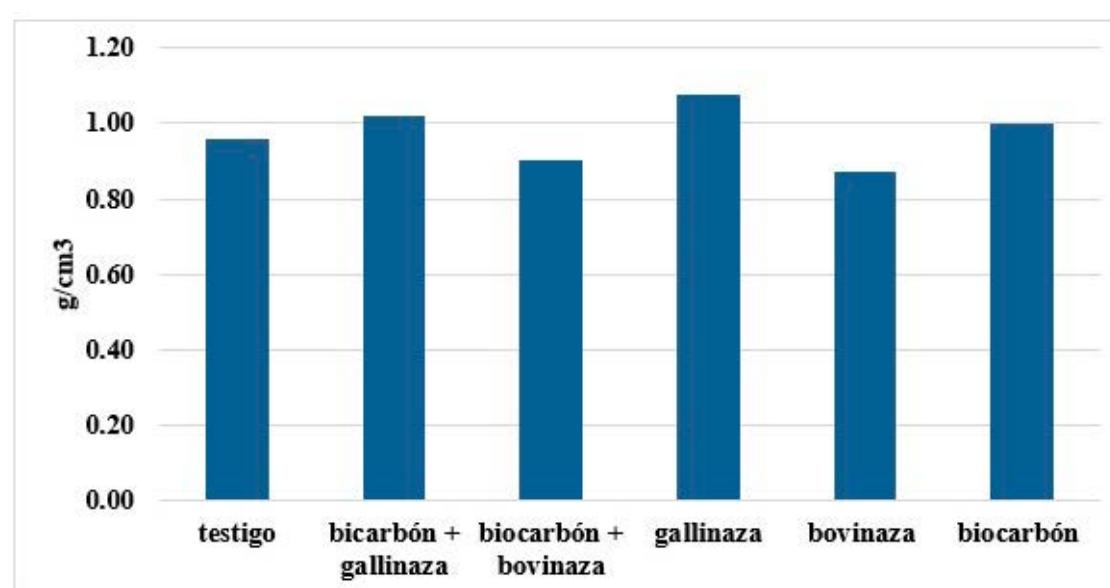


Figura 5. Densidad aparente de las enmiendas orgánicas añadidas al suelo (testigo, biocarbón + gallinaza, biocarbón + bovinaza, gallinaza, bovinaza, biocarbón)

Tabla 3. Análisis de varianza entre los tratamientos tomando en cuenta la variable densidad aparente.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadráticaF	Sig.
Densidad aparente (g/cm ³)	Entre grupos	,086	5	,017	1,810 ,185
	Dentro de grupos	,114	12	,010	
	Total	,200	17		

En los resultados obtenidos se observa que el biocarbón con gallinaza obtuvo 6.87 de pH, biocarbón 6.47, Bovinaza 6.43, gallinaza 6.33, testigo 6.30, siendo el biocarbón con bovinaza el valor de pH más bajo con 6.20 (Figura 6), no habiendo diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 4). La aplicación de biocarbón con gallinaza produce resultados positivos en el suelo. Los tratamientos de biocarbón con gallinaza permitieron igualar significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo, los suelos con tratamientos que contenían biocarbón elevaron el pH incrementándolos en 7.36 (Aker Narváez, 2014).

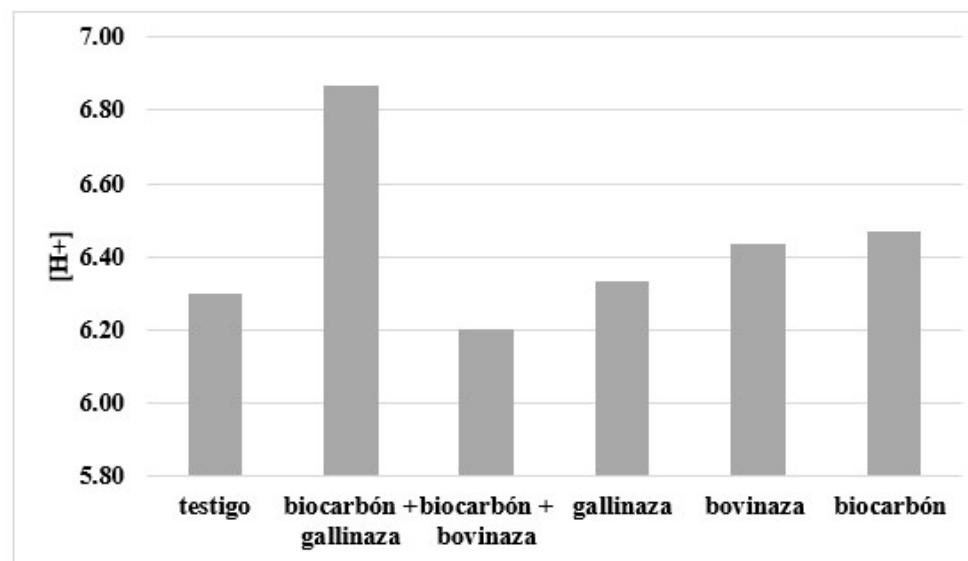


Figura 6. pH del suelo en las enmiendas orgánicas añadidas al suelo (testigo, biocarbón + gallinaza, gallinaza, bovinaza, biocarbón)

Tabla 4. Análisis de varianza entre los tratamientos tomando en cuenta la variable pH

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática F	Sig.
pH	Entre grupos	,813	5	,163	,935 ,492
	Dentro de grupos	2,087	12	,174	
	Total	2,900	17		

Conclusiones

La gallinaza presenta el mayor contenido de nitrógeno, sin embargo, su pH ligeramente ácido podría requerir algunos ajustes dependiendo del tipo de suelo. La mezcla de biocarbón y gallinaza ofrece un buen equilibrio para mantener un pH estable y mejorar la calidad del suelo a largo plazo. Por otro lado, la bovinaza y su mezcla con biocarbón, aunque con menor contenido de nitrógeno pueden ser útiles en suelos ácidos debido a su pH más alto.

En el análisis de las variables de pH, humedad volumétrica del suelo luego de aplicar enmiendas orgánicas, no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, se observó una tendencia a la reducción de la densidad aparente al aplicar bovinaza con biocarbón y bovinaza sola. En términos de humedad, se detectaron diferencias significativas, con aumento al utilizar gallinaza y bovinaza. Es importante destacar que los estíercoles aplicados individualmente aportan humedad al suelo de manera inmediata tras su incorporación, aunque este aporte tiende a disminuir con el tiempo debido a la descomposición microbiana.

Declaraciones

Fondos: Este estudio no fue financiado.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que No se revelaron intereses contrapuestos

Cumplimiento de estándares éticos: N/A

Contribuciones de los autor: LVKR, ANCE y AOEM: Conceptualización, Metodología, Redacción, Borrador Original, Revisión y Edición, Supervisión, CBJA y DEJA: Conceptualización, metodología,

Disponibilidad de datos: El conjunto de datos analizados en el presente estudio no son de acceso público, pero están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud razonable.

Referencias bibliográficas

- Aguilar Delgado, R. M. del Rosario. (2019). *Biocarbón a partir de gallinaza y plumas de pollo para la mejora de suelos arenosos en la siembra de hortaliza.* (Tesis, Universidad César Vallejo). UCV-Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57285>
- Aker Narváez, CE (2014). *Evaluación del uso de estufas ecológicas, análisis de la producción y uso del biocarbón como enmienda del suelo en los rendimientos de maíz (Zea mays) en tres municipios de León, Nicaragua.* (Tesis). Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7130>
- Bárcenas Lanzas, M. J., Rostrán Molina, J. L., & Silva Illescas, P. F. (2017). Condiciones climáticas del Campus Agropecuario junio 2017 [Learning Object]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5445>
- Bhogal, A., Williams, J. R., Nicholson, F. A., Chadwick, D. R., Chambers, K. H., & Chambers, B. J. (2016). Mineralization of organic nitrogen from farm manure applications. *Soil Use and Management*, 32(S1), 32-43. <https://doi.org/10.1111/sum.12263>
- Blake, G. R., y Hartge, K. H. (1986). Densidad aparente. En A. Klute (Ed.), *Métodos de análisis de suelos. Parte 1. Métodos físicos y mineralógicos* (2.^a edición).<https://acsess.onlinel>
- Canales Adrove, M. I. (2025). *Biocarbón en las propiedades físicas, químicas y curva de desecamiento en dos tipos de suelos* (Tesis, Universidad de Concepción). Dirección de biblioteca Universidad de Concepción. <https://repositorio.udc.cl/handle/11594/13169>
- Cuevas, J., Seguel, O., Ellies Sch, A., & Dörner, J. (2006). Efectos de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo con especial referencias a la adición de lodos urbanos. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 6(2), 1-12. <https://doi.org/10.4067/S0718-27912006000200001>
- Domańska, J., Leszczyńska, D., & Badura, A. (2021). The possibilities of using common buckwheat in phytoremediation of mineral and organic soils contaminated with cd or pb. *Agriculture*, 11(6), 562. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060562>
- Gómez, B. M., Daza, M. C., & Cobo, N. U. (2017). Evaluación de la mineralización de nitrógeno en dos abonos orgánicos (lombricompost y gallinaza). *Suelos Ecuatoriales*, 47(1), 47-52.
- Huamani Diaz, B. E. (2024). *Evaluación de la efectividad de tratamientos con biocarbón pirogénico para reducir la salinidad de suelos agrícolas en El Arenal, valle de Tambo, Arequipa-2023.* (Tesis, Universidad continental). Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/17154>
- Keller, T., & Håkansson, I. (2010). Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma*, 154(3-4), 398-406. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.11.013>
- López, A., Crende, P., & Castelao, A. (2005). Uso del TDR en ensayos de movimiento de agua sobre columnas de suelo inalterado. *Estudios de la zona no saturada del suelo*, 7.
- Lanza, J. G., Churión, P. C., & Gómez, N. (2016). Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. *Saber*, 28(2), 245-249.
- Murillo Montoya, S. A., Mendoza Mora, A., & Fadul Vásquez, C. J. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, 7(1), 58-68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>
- Sosa-Rodríguez, B. A., & García-Vivas, Y.S. (2018). Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 207-219.