

Efecto del aporte de enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas de un suelo pardo sialítico degradado

Impact of the contributions of organic amendments on the degraded sialitic brown soil physical properties

Autores:

Albaro Blanco-Imbert <https://orcid.org/0000-0002-6144-7258>

Illovis Fernández-Betancourt <https://orcid.org/0000-0002-6592-965X>

LeonidesMaure-Ventosa <https://orcid.org/0000-0002-4795-1941>

Rene Olivares-Bless <https://orcid.org/0000-0001-6658-9186>

Wendy Capdevila-Bueno <https://orcid.org/0000-0001-5516-6807>

Organismo: Instituto de Suelos, UCTB Guantánamo, Cuba.

E-mail: investigacion2@suelos.gtm.minag.cu; investigacion@suelos.gtmo.minag.cu

Fecha de recibido: 11sept. 2021

Fecha de aprobado: 15 nov. 2021

Resumen

El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto del aporte de enmiendas orgánicas (cachaza, 16,4 y 20 t.ha⁻¹), estiércol vacuno (14,5 y 17.4t t.ha⁻¹) y compost (28,2 y 34.0 t.ha⁻¹) sobre las propiedades físicas de un suelo Pardo sialítico degradado. Se establecieron parcelas de 20 m² donde se ubicaron los diferentes tratamientos más un tratamiento control, distribuidos en bloques al azar con tres replicas. Se evaluaron los indicadores densidad aparente (g.cm⁻³), resistencia a la penetración (kg.cm⁻³) y velocidad de infiltración (cm.h⁻¹). Se observó un efecto positivo de las enmiendas orgánicas sobre los indicadores físicos estudiados, al disminuir la compactación en los primeros 20cm. Las menores dosis de Estiércol vacuno y Compost, evidencian los más bajos valores de resistencia a la penetración y densidad aparente, mientras que la infiltración del agua en el suelo se vio favorecida por la dosis de 20 t.ha⁻¹ de Cachaza.

Palabras clave: abonos orgánicos, tratamientos y compactación.

Abstract

The work was developed with the objective of evaluating the effect of the contribution of organic amendments filter cake, (16.4 and 20 t.ha⁻¹), cattle manure (14.5 and 17.4t t.ha⁻¹) and compost (28 ,2 and 34.0 t.ha⁻¹) on the physical properties of a degraded Sialitic Brown soil. Plots of 20 m² were established where the different treatments were located plus a control treatment, distributed in random blocks with three replicates. indicators apparent density (g.cm⁻³), resistance to penetration (kg.cm⁻³) and infiltration rate (cm.h⁻¹) A positive effect of the organic amendments on the physical indicators studied was observed, by reduce compaction in the first 20 cm The lower doses of cattle manure and compost show the lowest values of resistance to penetration and apparent density, while the infiltration of water into the soil was favored by the dose of 20 t. ha⁻¹ of filter cake.

Keywords: organic fertilizers, treatments and compaction.

Introducción

Los suelos en la provincia de Guantánamo tiene diversos grados de degradación como consecuencia un de inadecuado manejo así como de posibles impactos relacionados con las características climáticas (Blanco et al., 2017), donde el agrupamiento de los suelos Pardos ocupan las mayores área con 250 314.35 ha (Sáiz et al., 2012), en su mayoría formando parte de ecosistemas frágiles, donde el desarrollo agrícola depende de un alto grado de eficiencia y cuidado para no romper el equilibrio existente, por lo que se hace necesario, aplicar prácticas agrícolas que permitan un mejor manejo para aumentar su productividad.

En la actualidad existen numerosos retos para garantizar el manejo ecológico del suelo, lo que hace imprescindible un redimensionamiento en el manejo así como la aplicación de buenas prácticas que permitan la generalización de sapiencias en áreas de mayor producción (Lal, 2015); como es el caso del el empleo de abonos orgánicos, cuyo criterio de utilización actualmente está dirigido al mejoramiento de la fertilidad física (bioestructura), por ser el factor de mayor limitación en los suelos degradados (Morales, 2003).

A pesar de ellos para su utilización debe tomarse en cuenta que los efectos de adicionar materia orgánica al suelo varían según las fuentes usadas (Orozcoet al., 2016) y dosis de aplicación (Turgut y Köse, 2016), ya que los beneficios que estos lograrán sobre el suelo estarán determinados por la cantidad de materia orgánica que se aporta y no por la cantidad de abono orgánico aplicado (Paneque y Calaña, 2001).

Es por ello que el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto del aporte de enmiendas orgánicas (cachaza (CHZ), estiércol vacuno (EV) y compost (C)) sobre los indicadores físicos: densidad aparente, resistencia a la penetración y velocidad de infiltración de un suelo Pardo sialítico degradado.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló entre enero del 2016 marzo del 2017, en la finca del productor Jorge L. Milian, ubicada en el polígono provincial de suelos, perteneciente a la CCS Mariana Grajales en la provincia Guantánamo, sobre un suelo Pardo Sialítico, según la clasificación propuesta por Hernández *et al.* (2015), sobre caliza suave, medianamente erosionado, poco profundo y textura arcillosa, con contenido de materia orgánica medio (3.78%), donde se seleccionó un área dedicada a la siembra de cultivos de ciclo corto, en la cual se establecieron parcelas de 20 m² donde se distribuyeron las aplicaciones de los abonos orgánicos.

Se estudiaron siete tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas, los cuales se describen a continuación:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos empleados y su aporte en materia orgánica

Tratamientos	Dosis de Materia orgánica pura que aporta (t.ha⁻¹)
16.4 t.ha ⁻¹ de Cachaza	10
20 t.ha ⁻¹ de Cachaza	12
14.5 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	10
17.4 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	12
28.2 t.ha ⁻¹ de Compost	10
34 t.ha ⁻¹ de Compost	12
0t.ha ⁻¹ control	0

Las dosis de abono orgánico se definieron a partir las recomendaciones realizadas para suelos arcillosos utilizados para cultivos de ciclo corto, la textura del suelo, las características y contenido de materia orgánica en base fresca de cada abono orgánico (**tabla 2**) y el aporte de materia orgánica pura que estos realizan.

Tabla 2. Característica de los abonos orgánicos utilizados

Abono orgánico	pH (H₂O)	MO (%)	C %	Nt	R C/N
Cachaza	7,88	61,00	35,38	3,05	12:1
Estiércol vacuno	7,59	69,00	40,02	3,45	12:1
Compost	8,30	35,50	20,59	1,78	12:1

Los datos fueron obtenidos a partir de los análisis realizados en el laboratorio de suelos de Guantánamo y determinados por los siguientes métodos: pH (H₂O) por el método potenciométrico. Materia orgánica (MO): Metodología para las determinaciones químicas a muestras de abonos orgánicos (NRAG, 2009). Carbono (C %), por división del porcentaje de materia orgánica entre 1,724. Nitrógeno total (Nt) y Relación C:N (RC:N) por cálculo.

Los abonos orgánicos se esparcieron en el terreno e incorporaron con las labores de preparación del terreno en los primeros 20 cm de profundidad. Al año de la aplicación se evaluaron los siguientes indicadores físicos: densidad aparente (da) en (g.cm⁻³): se determinó por el método de los cilindros en el campo (Hernández, 2007); humedad (método gravimétrico, (Hernández, 2007)); resistencia a la penetración (con el uso del Penetrómetro de cono de lectura directa, marca Eikelkamp) y velocidad de infiltración (según la propuesta recomendada por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA, 1999).

Los resultados se evaluaron por análisis de varianza de clasificación doble. Los datos originales de las variables resistencia a la penetración (0-20 cm y 21-40 cm) fueron transformados con la función log y. Las medias de las variables densidad aparente (0-20 cm) se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan para un p≤0,05, al cumplir éstas, con los supuestos de normalidad. Para el resto de las variables que no cumplían los supuestos de normalidad se compararon las medianas mediante la prueba no paramétrica de

Student-Newman-Keuls, para un nivel de significación del 95%. La interpretación y procesamiento de los datos se realizó con el programa estadístico *Statgraphics Plus 5.0*.

Resultados y discusión

En la **tabla 3** se muestra el efecto de las dosis de abonos orgánicos sobre la densidad aparente según el porcentaje de humedad presente en el suelo, donde para los primeros 20cm de profundidad se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciándose una disminución de este indicador en todos los tratamientos con relación al control, lo que muestra una respuesta a la incorporación de materia orgánica pura, la cual favorece la actividad de los microorganismos del suelo, que participan activamente en la formación de agregados estables (Geocities, 2009).

En otros trabajos ya se ha reportado el beneficio que provoca la adición de abonos orgánicos en la disminución de la densidad aparente (Blanco *et al.*, 2018 y Blanco *et al.*, 2019), aumento de la porosidad (Pinzón, 2009) y mejora de las condiciones para el desarrollo de las raíces de las plantas, efecto que ha sido explicado, por su influencia en la condición estructural del suelo, al promover una mayor agregación además del incremento general de la materia orgánica estable.

El tratamiento donde se aplicó 28,2 t.ha⁻¹ de compost, con los menores valores de densidad aparente, supera significativamente al resto, seguido de los tratamientos donde se utilizó 20 t.ha⁻¹ de cachaza, 14,5 t.ha⁻¹ de estiércol vacuno y 34 t.ha⁻¹ de Compost, que no se diferenciaron entre ellos, comportamiento que puede estar dado por el similar aporte de materia orgánica pura, que realizan las dosis evaluadas, lo cual confirma, que su efecto en la mejora del suelo está determinado por la cantidad de materia orgánica pura que estos aportan y no por la cantidad de abonos orgánicos que se aplica (Paneque y Calaña, 2001).

En el caso de la mayor profundidad del suelo (21-40 cm), la densidad aparente se incrementa, encontrándose particularidades en dependencia de la dosis aplicada. La mayor dosis de compost y la menor de cachaza, presentaron los menores valores de densidad aparente, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos, seguido de las mayores dosis de Cachazay Estiércol vacuno, las cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí. En todos los casos se logran valores inferiores a los del tratamiento control.

Tabla 3. Comportamiento de la densidad aparente y la humedad en las parcelas tratadas con diferentes dosis de abono orgánico

Tratamientos	Densidad aparente (g. cm⁻³)	Humedad (%)	Densidad aparente (g. cm⁻³)	Humedad (%)
	0-20	0-20	21-40	21-40
16.4 t.ha ⁻¹ de Cachaza	1,17 ^c	39,04	1,26 ^a	32,33
20 t.ha ⁻¹ de Cachaza	1,12 ^b	30,95	1,28 ^b	29,54
14.5 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	1,12 ^b	31,14	1,38 ^d	20,19

17.4 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	1,19 ^d	24,73	1,28 ^b	24,41
28.2 t.ha ⁻¹ de Compost	1,10 ^a	31,43	1,38 ^d	31,35
34 t.ha ⁻¹ de Compost	1,13 ^b	26,73	1,25 ^a	26,16
0t.ha ⁻¹ (control)	1,23 ^e	30,24	1,35 ^c	26,79
Esx	0,05		0,06	

abcde superíndice distinto en la misma columna difieren significativamente $p \leq 0,05$

La evaluación del grado de compactación en los primeros 20cm de profundidad del suelo (**tabla 4**), evidencio diferencia significativa entre los tratamientos, observándose una tendencia a la mejora de este indicador en las parcelas tratadas con abonos orgánicos con respecto a la no tratada (control), destacándose los tratamientos constituidos por las menores dosis de Estiércol vacuno y Compost, que se diferenciaron significativamente del resto, seguida del tratamiento donde se aplicó 20 t.ha⁻¹ de Cachaza, que a su vez mostró diferencia significativa con el resto de los tratamientos. No se encontraron diferencias significativas entre las parcelas donde se aplicó 16,4 t.ha⁻¹ de cachaza, 17,4 t.ha⁻¹ de estiércol vacuno y 34 t.ha⁻¹ de compost.

Tabla 4. Comportamiento del grado de compactación del suelo en parcelas tratadas con diferentes dosis de abono orgánico

Tratamientos	Grado de compactación del suelo (Kg.cm ⁻²)			
	0-20		21-40	
	0-20	Datos transf. log y	21-40	Datos transf log y
16.4 t.ha ⁻¹ de Cachaza	18,9	1,27 ^c	23,50	1,37 ^d
20 t.ha ⁻¹ de Cachaza	17,35	1,24 ^b	25,20	1,42 ^e
14.5 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	16,5	1,22 ^a	16,6	1,22 ^a
17.4 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	19	1,28 ^c	25,5	1,40 ^e
28.2 t.ha ⁻¹ de Compost	16,5	1,22 ^a	38	1,33 ^c
34 t.ha ⁻¹ de Compost	19,45	1,29 ^c	21,6	1,32 ^b
0t.ha ⁻¹ (control)	35,8	1,55 ^d	41,5	1,62 ^f
Esx		0,12		0,12

abcde superíndice distinto en la misma columna difieren significativamente $p \leq 0,05$

Se encontró una influencia marcada de las dosis de los abonos orgánicos en el grado de compactación del suelo, al modificar su estado de medianamente compacto a poco compacto, con una mayor incidencia de las menores dosis de cada abono orgánico, que manifestaron los valores más bajos, resultados que pudieran estar relacionado con el momento en que se realizaron las evaluaciones (al año), ya que en suelos arcillosos el proceso de descomposición de los materiales orgánicos es más lento debido a que hay más

poros y menos aire disponible para los microorganismos (Paneque y Calaña, 2001), por lo que al aplicar altas dosis estas tardan más en manifestar sus efectos beneficiosos, aunque el efecto residual dura más.

Similar comportamiento se muestra para la profundidades entre 21-40cm, con los menores valores de la variable analizada para el tratamiento con aplicación de Estiércol vacuno a 14.5 t.ha⁻¹, el cual supera estadísticamente al resto de los tratamientos. Estos a su vez difieren entre sí pero en todos los caso alcanzan valores inferiores al control.

Con relación a este comportamiento diferentes autores destacan que los abonos orgánicos reducen la compactación y plasticidad del suelo, al incidir en la formación de agregados más estables (Benítez, 2015 y Salazar *et al.*, 2017) e incluso aunque estos resultan ser relativamente pobre en nutrientes con respecto a los fertilizantes minerales Hernández (2015), ofrece incomparables ventajas sobre conservación y manejo de los suelos que difícilmente puede lograrse con el uso de fertilizantes inorgánicos, como la disminución del encostramiento.

La velocidad de infiltración del agua en el suelo (**tabla 5**), mostró diferencias significativas entre todos los tratamientos, con el mejor comportamiento para el tratamiento donde se aplicó 20 t.ha⁻¹ de Cachaza. Se evidenció un efecto positivo de la aplicación de las diferentes dosis de abono orgánico en los cambios reflejados por este indicador, el cual pasa de moderado a moderadamente rápido, comportamiento diferente al encontrado en la parcela donde no se emplea abono orgánico, que mantiene la categoría de moderado (USDA, 1999).

Tabla 5. Comportamiento de la velocidad de infiltración en las parcelas tratadas con diferentes dosis de abono orgánico

Tratamientos	Velocidad de infiltración (cm.hr⁻¹)
16.4 t.ha ⁻¹ de Cachaza	7,97 ^c
20 t.ha ⁻¹ de Cachaza	10,31 ^a
14.5 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	9,60 ^b
17.4 t.ha ⁻¹ de Estiércol vacuno	7,62 ^d
28.2 t.ha ⁻¹ de Compost	7,02 ^e
34 t.ha ⁻¹ de Compost	5,83 ^f
0t.ha ⁻¹ (control)	3,81 ^g
Esx	1,65

^{abcde} *superíndice distinto en la misma columna difieren significativamente p ≤ 0,05*

En sentido general se observó una influencia marcada de las dosis de abonos orgánicos en la mejora de los indicadores físicos del suelo, cuyo efecto estuvo influenciado por el similar aporte de materia orgánica pura que estos realizan, el cual le confiere un determinado grado de estructuración, alta porosidad (Morales, 2015), mayor capacidad de retención de agua y estabilidad de los agregados (Bolo *et al.*, 2020), además de ser el principal determinante de su actividad biológica, por lo que contribuyen con la mejora de su fertilidad sin grandes inversiones económicas.

Conclusiones

La incorporación de las diferentes dosis de abonos orgánicos modificó los indicadores físicos grado de compactación, densidad aparente, velocidad de infiltración del suelo Pardo sialítico propiciado el mejoramiento de su fertilidad física.

El grado de compactación en los primeros 20cm, se vio favorecido por las menores dosis de Estiércol vacuno y Compost.

La dosis de 20 t.ha⁻¹ de cachaza permitió una mejor infiltración del agua en el suelo.

Referencias bibliográficas

- Benítez, J. y Friedrich, T. (2009). Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. Portal. [en línea] febrero 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agses/7mo/iita/C1.htm>[Consulta: Mayo, 102015].
- Blanco, I A., Fernández, B, I., Cintra, M., Fuente, J., González, R., Castillo. A., Videaux, M, R., Lafargue, M. y Milian, J. L. (2015). Comportamiento de los indicadores físicos, químicos y biológicos de un suelo Pardo sialítico bajo diferentes manejos. VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos - Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo..p. 184.
- Blanco, I. A., Fernández, B, I., Limeres, J. T. y Cintra, M. (2017). Acondicionamiento y uso de materiales orgánicos como alternativa para mitigar la degradación de los suelos de la provincia Guantánamo. Informe Final de Proyecto No Asociado a Programa. Instituto de Suelos UCTB Guantánamo. 58 p
- Blanco, I. A., Fernández, B. I., Limeres, J. T., Cintra, M. y Márquez, J. A. (2019). Prácticas de Manejo Sostenible de Tierra para recuperar áreas afectadas por salinidad. Revista Ambiente y Sustentabilidad,Ecuador 5(2): 491-496.
- Blanco, I. A., Fernández, B. I., Limeres, J. T. y Cintra, M. (2018). Utilización de prácticas agrícolas como estrategia efectiva para mitigar la degradación de los suelos e incrementar la captura de carbono [en línea]. Revista Agrisost.. Disponible en: <http://www.agrisost.reduc.edu.c>[Consulta: 20 de junio 2019].
- Bolo, V. J. D., Reynoso, A., Cosme, R.C., Arone, G. y Calderón, C. (2020). La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) [en línea]. Scientia Agropecuaria. vol. 11 no. 3 (2020). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.12> [Consulta: 20 Junio2020].
- Geocities. (2009). Los Abonos Orgánicos. Artículo principal. Portal [en línea]. Septiembre. Disponible en:<http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html>. [Consulta: abril 142009].
- Hernández, E. y Romero, G. (2015). Evaluación biotecnológica de composta en el municipio de Zacatelco, Tlaxcala, México. In: VIII Congreso internacional de las ciencias del suelo, La Habana, Cuba. Instituto de Suelos - Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo; p. 184

- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I.D. y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. 1sted. La Habana, Cuba. Ediciones INCA. 91p.
- Hernández, P. (2007). Métodos para el análisis físico de los suelos. Manual de laboratorio. La Habana. Ediciones INCA.40p.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*. 7: 5875-5895.
- Morales, A. (2015). El estiércol, ventajas y desventajas. [en línea]. Disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=2685>. [Consulta: junio 202017].
- Morales, M. (2003). La materia orgánica y el estado de fertilidad de los suelos pardos con carbonatos bajo diferentes sistemas de manejo. Villa Clara. 79 p. Tesis (en opción al título de Master en Ciencia Agrícola) --Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- NRAG (2009). Humus de lombriz. Análisis Químicos. 22p. Vig. Julio.
- Orozco, A. L., Valverde, M. I., Martínez, R., et al. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*. 34(4): 441-456.
- Paneque, V. y Calaña, J. (2001). Abonos orgánicos "Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. San José de las Lajas, La Habana. Ediciones INCA. 39p.
- Pinzón, A. 2009. Apuntes sobre física de suelos. Cargraphics S. A. Bogotá. Colombia. p. 44 – 46
- Saiz J F, Piedra C, Limeres T, Rodríguez JA, Montero M, y Acebal R. (2012). Programa Provincial de Conservación y Mejoramiento de Suelos de la provincia Guantánamo. Guantánamo. Estación provincial de suelos. 19p. (reseña).
- Salazar E S, Dimas L J, Zúñiga T R, Vázquez V C, Fórtiz H M, Vital S J. (2017). Abonos orgánicos, Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero [en línea]. Disponible en: <http://WWW.Abonosorgánicos>. [Consulta: noviembre 152017].
- Turgut B, Köse B. (2016). Improvements in aggregate stability of sediments supplemented with tea waste and farmyard manure. *Spanish Journal of Soil Science* 6(2): 98-106.
- USDA (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo [en línea]. Disponible en: <http://soils.usda.gov/sqi>. [Consulta: diciembre 52014].