
MODIFICACIÓN DE ALGUNOS INDICADORES FÍSICOS DE UN SUELO PARDO SIALÍTICO TRATADO CON ABONOS ORGÁNICOS.**MODIFICATION OF SOME PHYSICAL INDICATORS OF A SIALYTIC BROWN SOIL TREATED WITH ORGANIC FERTILIZERS.**

Albaro Blanco Imbert¹, Illovis Fernández Betancourt², Marianela Cintra Arencibia³

⁽¹⁾Instituto de Suelos, UCTB Guantánamo. <https://orcid.org/0000-0002-6144-7258>. e-mail: investigacion2@suelos.gtm.minag.cu;

⁽²⁾Instituto de Suelos, UCTB Guantánamo. <https://orcid.org/0000-0002-6592-965X> e-mail: investigacion@suelos.gtmo.minag.cu

⁽³⁾Instituto de Suelos, UCTB Guantánamo. <https://orcid.org/0000-0002-5142-8512> e-mail: director@suelos.gtmo.minag.cu

Recibido: 15 de febrero de 2022
Aceptado: 20 de marzo de 2022

RESUMEN

El beneficio de los abonos orgánicos sobre el suelo está determinado por la cantidad de materia orgánica que se aplica y no por la cantidad de abono orgánico, su utilización estará influenciada por sus características químicas y los objetivos para el cual se emplee, es por ello que el presente trabajo se desarrolló para evaluar los cambios que muestran los indicadores físicos de un suelo pardo sialítico ante la aplicación de diferentes dosis de cachaza (CHZ), estiércol vacuno (EV) y compost (C). Se establecieron parcelas de 20 m² donde se estudiaron siete tratamientos bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: 1) 16,4t.ha⁻¹ de CHZ; 2) 20 t.ha⁻¹ de CHZ; 3) 14,5 t.ha⁻¹ de EV; 4) 17,4t.ha⁻¹ de EV; 5) 28,2t.ha⁻¹ de C; 6) 34,0 t.ha⁻¹ de C y 7) sin aplicación (control). Al año de la aplicación se evaluaron los indicadores físicos densidad aparente (g.cm⁻³), resistencia a la penetración (kg.cm⁻³) y velocidad de infiltración (cm.h⁻¹). Se observó una influencia marcada de las dosis de abonos orgánicos en la mejora de los indicadores físicos estudiados. El grado de compactación en los primeros 20cm, se vio favorecido por las menores dosis de Estiércol vacuno y Compost, las cuales a su vez proporcionan los mejores resultados para el grado de compactación de 21-40cm y la para la densidad aparente de 0-20 cm, respectivamente. La dosis de 20 t.ha⁻¹ de Cachaza permitió una mejor infiltración del agua en el suelo

Palabras claves: densidad aparente, velocidad de infiltración y compactación.

ABSTRACT

The benefit of organic fertilizers on the soil is determined by the amount of organic matter that is applied and not by the amount of organic fertilizer, its use will be influenced by its chemical characteristics and the objectives for which it is used, that is why The present work was developed to evaluate the changes shown by the physical indicators of a sialytic brown soil before the application of different doses of filter cake (CHZ), bovine manure (EV) and compost (C). Plots of 20 m² were established where seven treatments were studied under a randomized block experimental design with three replications. The treatments studied were: 1) 16,4t.ha⁻¹ of CHZ; 2) 20 t.ha⁻¹ of CHZ; 3) 14,5 t.ha⁻¹ of EV; 4) 17,4t.ha⁻¹ of EV; 5) 28,2t.ha⁻¹ of C; 6) 34,0 t.ha⁻¹ of C and 7) without application (control). One year after the application, the physical indicators apparent density (g.cm⁻³), resistance to penetration (kg.cm⁻³) and infiltration speed (cm.h⁻¹) were evaluated. A marked influence of the doses of organic fertilizers was observed in the improvement of the physical indicators studied. The degree of compaction in the first 20cm was favored by the lower doses of Bovine Manure and Compost, which in turn provide the best results for the degree of compaction of 21-40cm and for the apparent density of 0-20. cm, respectively The dose of 20 t.ha⁻¹ of Cachaza allowed a better infiltration of the water into the soil

Keywords: apparent density, infiltration rate 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 de esta provincia, todo lo cual influye negativamente en los rendimientos y calidad de las producciones agrícola (Blancoet *al.*, 2017).

En este territorio según Los estudios de suelos realizados a escalas 1:100 000, 1:50 000 y 1:25 000 los suelos se ubican en ocho agrupamientos, todos altamente susceptibles a los procesos degradativos, donde los pardos ocupan las mayores área con 250 314.35 ha (Sáizet *al.*, 2012) y en su mayoría forman parte de ecosistemas frágiles, en los cuales 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 permiten un mejor manejo para aumentar su productividad

En el X Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, celebrado en el 2015, evidenció que en la actualidad existen muchos estudios dirigidos a lograr la sostenibilidad y la vida útil del suelo, los cuales se han caracterizado por la descripción de su estado y la consecuente aplicación de enmiendas que permitieron la recuperación de su potencial productivo, acciones que han estado dirigidas para corregir los efectos de la perdida de fertilidad y no directamente sobre las causas, las

que están vinculadas al detrimento del equilibrio dinámico que necesita el suelo para poder mantener sus procesos y funciones (Lok, 2016).

Este mismo autor destacó que por años los análisis agroquímicos primaron para el manejo de suelo, pero durante la última década, las investigaciones relevaron que los indicadores físicos y biológicos poseen un peso importante en la variabilidad de los ecosistemas agropecuarios, debido entre otros factores, al efecto que ejerce la biota edáfica en la formación y estructura de los agregados del suelo, la disponibilidad de nutrientes, los espacios porosos, el ciclo del carbono, entre otros.

Todavía existen numerosos retos para garantizar su 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. Por tales razones, resulta imprescindible la adopción de prácticas adecuadas de manejo del suelo, que protejan y/o restauren su calidad (Lal, 2015); como es el caso del empleo de abonos orgánicos, cuyo criterio de utilización actualmente está dirigido al mejoramiento de la fertilidad física (bioestructura) que es el factor de mayor limitación en los suelos degradados (Morales, 2003), ya que estos actúan sobre propiedades físicas (Nailaet *al.*, 2017), permitiendo una aireación adecuada del suelo (Weil y Brady, 2017). 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 logran sobre el suelo estarán determinados por la cantidad de materia orgánica que se aplica y no por la cantidad de abono orgánico (Paneque y Calaña, 2001).

Es por ello que el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar los cambios que muestran los indicadores físicos: densidad aparente, resistencia a la penetración y velocidad de infiltración de un suelo Pardo sialítico ante la aplicación de diferentes dosis de abonos orgánicos.

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 SialíticoÓcrico (Hernándezet *al.*, 2015), sobre caliza suave, medianamente erosionado, poco profundo según su profundidad efectiva, de topografía ligeramente ondulada y textura arcillosa, cuyas características químicas se presentan en la Tabla I.

Tabla 1. Características químicas del suelo Pardo SialíticoÓcrico de la parcela experimental

Profundidad	pHKCl	P ₂ O ₅ mg.100g ⁻¹	K ₂ O mg.100g ⁻¹	MO (%)
0-20	8,5	8,0	10,4	3,78

Para el análisis químico del suelo se emplearon los métodos siguientes: pH (KCl) por el método potenciométrico, con relación suelo:solución de 1:2,5 (NC 32, 2008); materia orgánica del suelo, por el método Colorimétrico el cual se basa en la oxidación de la materia orgánica por el dicromato de potasio en un medio ácido aprovechando el calor producido por la dilución del ácido sulfúrico concentrado (NC 51, 1999) fósforo y potasio asimilable ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) por extracción con carbonato de amonio al 1%, con solución de suelo 1:20 (NC 52, 1999).

Se seleccionó un área dedicada a la siembra de cultivos de ciclo corto, en la cual se establecieron parcelas de 20 m^2 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 tratamientos empleados se describen a continuación:

Tratamientos	Dosis de materia orgánica
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
0 t.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 (H ₂ O)	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, utilizando cilindros de 100 cm³ de volumen (Hernández, 2007).
- Humedad: Se determinó por el método gravimétrico, donde las muestras de suelo fueron secadas en la estufa a 105°, hasta que alcanzaron peso constante (Hernández, 2007).
- Resistencia a la penetración: Se determinó con el uso del Penetrómetro de cono de lectura directa, marca Eikelkamp. Método que considera las evaluaciones de resistencia a la penetración (kg.cm⁻³) siguientes ($\leq 10,0$ muy compacto; entre 10,1–20,0 poco compacto; entre 20,1–40,0 medianamente compacto; entre 40,1 – 60,0 compacto y $> 60,1$ muy compacto)
- Velocidad de infiltración. Se determinó por el método USDA. Para la clasificación se utilizaron las clases de permeabilidad usadas en el reconocimiento edafológico del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (Soil Survey), las cuales son estimadas a partir de propiedades del suelo y se refieren a una velocidad de infiltración estable (USDA, 1999). Este método considera las evaluaciones de velocidad de infiltración (cm.h⁻¹) de la siguiente forma ($>50,80$ Muy rápido; 50,8-15,21 Rápido; 15,21- 5,08 Moderadamente rápido; 5,8-1,52 moderado; 1,52-0,51 Moderadamente lento; 0,51-0,152 Lento; 0,152-0,0038 Muy lento y $< 0,0038$ impermeable).

Análisis estadísticos

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 $p \leq 0,05$, 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

La evaluación del grado de compactación en los primeros 20cm de profundidad del suelo (tabla 3), evidenció 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 3. 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	Tranflog y	21-40	Tranf 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
0 t.ha ⁻¹ (control)	35,8	1,55 ^d	41,5	1,62 ^f
Esx		0,12		0,12
P. valor		0,9807		0,9950

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.

Así mismo, en estudios realizados (Blanco *et al.*, 2015 y Blanco *et al.*, 2017) se mostró el comportamiento de la resistencia a la penetración en suelo Fluvisol, donde como parte del manejo, se incorpora como fuente de abono orgánico el estiércol vacuno, encontrándose un efecto similar al disminuir los valores de este indicador. 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, and Friedrich, 2019 y Salazar *et al.*, 2017) e incluso aunque estos resultan ser relativamente pobre en nutrientes con respecto a los fertilizantes minerales, Hernández and Romero (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.

En la tabla 4 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 adicción 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 $28,2 \text{ t.ha}^{-1}$ 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, $14,5 \text{ t.ha}^{-1}$ 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 Cachaza y Estiércol vacuno, las cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí. En todos los casos se logran valores inferiores a los del tratamiento control.

Tabla 4. 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
0 t.ha ⁻¹ (control)	1,23 ^e	30,24	1,35 ^c	26,79
Esx	0,05		0,06	
P. valor	0,8167		0,8279	

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

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
0 t.ha ⁻¹ (control)	3,81 ^g
Esx	1,65
P. valor	0,9993

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

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, corroborando su efecto sobre el aumento de contenido de materia orgánica, el cual le confiere un determinado grado de estructuración, alta porosidad (SAGARPA, 2012 y Morales, 2015), mayor capacidad de retención de agua y estabilidad de los agregados (Rivero *et al.*, 2006 y Bolo *et al.*, 2020), además de ser el principal determinante de su actividad biológica, por estar directamente relacionada con la cantidad, diversidad y actividad de la fauna y de los microorganismos del suelo, los cuales contribuyen con la mejora de su fertilidad sin grandes inversiones económicas es por ello que el monitoreo de las propiedades físicas, químicas y biológicas es esencial para tomar medidas apropiadas y oportunas en función del manejo (Moreno *et al.*, 2015), e integra relaciones y funciones entre los diversos indicadores que se miden y que son importantes para la sostenibilidad de los agroecosistemas (Ojeda *et al.*, 2017 y Fernández *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

1. La incorporación de las diferentes dosis de abonos orgánicos modificaron los indicadores físicos grado de compactación, densidad aparente, velocidad de infiltración del suelo Pardo sialítico propiciado el mejoramiento de su fertilidad física.
2. El grado de compactación en los primeros 20cm, se vio favorecido por las menores dosis de Estiércol vacuno y Compost, las cuales a su vez proporcionan los mejores resultados para el grado de compactación de 21-40cm y para la densidad aparente de 0-20 cm, respectivamente.
3. La dosis de 20 t.ha⁻¹ de cachaza permitió una mejor infiltración del agua en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

1. BENÍTEZ, J. AND T. FRIEDRICH. Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO, 2019. <http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agses/7mo/iita/C1.htm> visitado 10/5/2019.
2. BLANCO, I A., I.FERNÁNDEZ, M.CINTRA, J. FUENTE, R. GONZÁLEZ, A.CASTILLO, M.R. VIDEAUX, M. LAFARGUE AND J.L. MILIAN, Comportamiento de los indicadores físicos, químicos y biológicos de un suelo Pardo sialítico bajo diferentes manejo. VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos - Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, 2015, p.184.
3. BLANCO, I. A., I. FERNÁNDEZ, T. LIMERES AND M. CINTRA. 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, 2017, p. 58.
4. BLANCO, I. A., I.FERNÁNDEZ, B, T.LIMERES, M. CINTRA AND J.MÁRQUEZ. Prácticas de Manejo Sostenible de Tierra para recuperar áreas afectadas por salinidad. Revista Ambiente y Sustentabilidad, Ecuador, 2019, 5(2), 491-496.
5. BLANCO, I. A., I. FERNÁNDEZ, T. LIMERES AND M.CINTRA. Utilización de prácticas agrícolas como estrategia efectiva para mitigar la degradación de los suelos e incrementar la captura de carbono. Revista Agrisost. 2018. <http://www.agrisost.reduc.edu.c>. visitado 20/9/2018.
6. BOLO, V. J. D., A.REYNOSO, R.C.COSME, G. ARONE AND C. CALDERÓN. La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Scientia Agropecuaria, 2020, 11(3). <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu>. visitado 20/6/2020.
7. FERNÁNDEZ, ROMINA., A.QUIROGA, C.ÁLVAREZ, C. LOBARTINI AND E. NOELLEMEYER. Valores umbrales de algunos indicadores de calidad de suelos en Molisoles de la región semiárida pampeana. *Ciencia del Suelo*, 2016, 34 (2), 279-292.
8. GEOCITIES. Los Abonos Orgánicos. Artículo principal. Portal. 2009. <http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html>. Visitado 14/4/2009.
9. HERNÁNDEZ, E. AND G. ROMERO. 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, 2015, p. 184.
10. HERNÁNDEZ, J. A., J.J.M. PÉREZ, I.D. BOSCH AND N. CASTRO. Clasificación de los suelos de Cuba. 1sted. La Habana, Cuba. Ediciones INCA, 2015, p. 91.
11. HERNÁNDEZ, P. Métodos para el análisis físico de los suelos. Manual de laboratorio. La Habana. Ediciones INCA, 2007, p. 40.
12. Lal, R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. Sustainability. 2015. 7: 5875-5895.

13. Lok, S. Los suelos en la ganadería cubana. Características, manejo, oportunidades y retos. Revista ACPA, La habana, 2016, (1), 34-38.
14. MORALES, A. El estiércol, ventajas y desventajas. [en línea]. 2015. <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=2685/> Visitada el 20/5/2017.
15. MORALES, M. La materia orgánica y el estado de fertilidad de los suelos pardos con carbonatos bajo diferentes sistemas de manejo. Villa Clara. Tesis de Maestría Universidad Central Marta Abreu de las Villas, 2003.
16. MORENO, C., I. MARÍA. AND J. A. EGIDO. Influencia del manejo sobre la calidad del suelo. *Ecuador es Calidad*, 2015, 2 (1), 33-40.
17. NAILA, K.P., M. MEHRUNISA, AND A. S. JAVAID. Effect of organic manure and mineral fertilizers on wheat growth and soil properties. *J. of Basic and Applied Sciences*, 2017, 13, 559-565.
18. NC 51. Calidad del suelo. Análisis químicos. Determinación del por ciento de Materia orgánica, 1999.
19. NC 52. Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, 1999.
20. NRAG. Humus de lombriz. Análisis Químicos, 2009, p. 22.
21. OJEDA, Q. L. J., D. Y. MACHADO, C. Y. BERNAL, V. M. HERNÁNDEZ, V. L. C. FONT, R. C. HERNÁNDEZ AND C. F. CASANOVAS. Índice de calidad del suelo en la Empresa Pecuaria El Tablón (Cienfuegos, Cuba), 2017. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2017&path%5B%5D=3568> Visitada 2/5/2019.
22. OROZCO, A. L., M. I. VALVERDE AND R. MARTÍNEZ, 2016. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 441-456.
23. PANEQUE, V. AND J. CALAÑA. Abonos orgánicos "Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. San José de las Lajas, La Habana. Ediciones INCA, 2001, p.39
24. PINZÓN, A. Apuntes sobre física de suelos. Cargraphics S. A. Bogotá. Colombia, 2009, 44 – 46.
25. RIVERO, L., I. SANCHEZ, V. GÁLVEZ, M. VALDÉS, N. NAVARRO AND L. OTERO. Mapa de distribución de los suelos del Valle de Guantánamo de acuerdo a su comportamiento físico. Guantánamo, Cuba. (Escala 1:10000), 2006.
26. SAGARPA. Abonos orgánicos. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>, 2012, Visitado 25/6/2017.

27. SAIZ, J. F., C. PIEDRA, T. LIMERES, J. A. RODRÍGUEZ, M. MONTERO AND R. ACEBAL. Programa Provincial de Conservación y Mejoramiento de Suelos de la provincia Guantánamo. Guantánamo. Estación provincial de suelos, 2012, p.19.
28. SALAZAR, E. S., L. J. DIMAS, T. R. ZÚÑIGA, V. C. VÁZQUEZ, H. M. FÓRTIZ AND S. J. VITAL, *Abonos orgánicos, Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero*. 2017. *WWW. Abonosorgánicos*. Visitado_ 15/11/2017.
29. TURGUT B AND B. KÖSE. Improvements in aggregate stability of sediments supplemented with tea waste and farmyard manure. *Spanish Journal of SoilScience*, 2016, 6(2), 98-106.
30. USDA. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. <http://soils.usda.gov/sqi>. 1999, visitado 5/12/2014.
31. WEIL, R. R. AND N. C. BRADY. The nature and properties of soil. 15a edition. Pearson Prentice Hall. Londres, Inglaterra, 2017, p.1105.