

Mejora de indicadores físicos-químicos de suelos salinos desde prácticas de Manejo Sostenible de Tierra

Improvement of saline soils physico-chemical indicators from Sustainable Land Management practices.

Autores: MSc. Albaro Blanco-Imbert¹, MSC. Illovis Fernández-Betancourt¹, MSc. Teudys Limeres-Jiménez¹, Marianela Cintra-Arencibia¹, José Antonio Márquez-Calavia²

¹ Instituto de Suelos UCTB Guantánamo, Cuba. ² Dirección Provincial de suelos, Delegación provincial de la Agricultura Guantánamo. Cuba.

E-mail: investigación2@suelos.gtm.minag.cu; jsuelos@gtm.minag.gob.cu

Resumen

Encaminado a evaluar los cambios experimentados en los indicadores físico-químicos de un suelo afectado por salinidad a partir de prácticas de Manejo Sostenible de Tierra (MST), se trabajó sobre un suelo Fluvisol, con niveles de salinidad que lo clasifican de muy fuertemente salino, donde se establecieron prácticas de MST relacionadas con habilitación de los sistemas de drenajes, uso de abonos orgánicos, laboreo mínimo, uso de bioproductos y sustitución del sistema de riego. Se evaluaron los indicadores físicos y químicos. Conjuntamente se dio seguimiento al rendimiento de los principales cultivos explotados en la finca. Los resultados arrojaron que la implementación de estas prácticas, permitieron mejorar los indicadores evaluados, al registrarse disminución de la densidad aparente, la compactación del suelo y la conductividad eléctrica (CE), la cual desciende hasta valores que la clasifican como no salino. Conjuntamente se observa una tendencia al incremento de los rendimientos de los principales cultivos explotados.

Palabras clave: Salinidad, suelos, prácticas de manejo.

Abstract

Aimed to evaluate the changes experienced in the physico-chemical indicators of a soil affected by salinity from Sustainable Land Management (SLM) practices, the work was carried out on a Fluvisol soil, with salinity levels that classify it as a very strongly saline soil, where SLM practices related to the drainage systems enabling, use of organic fertilizers, minimum tillage, use of bioproducts and the irrigation system's replacement were established. The physical and chemical indicators were evaluated. Together, the main crops yield exploited on the farm was monitored. The results showed that the implementation of these practices allowed improving the evaluated indicators, when registering a decrease in apparent density, soil compaction and electric conductivity (EC), which drops to values which classify it as non-saline soil. Besides, there is a tendency to increase the main exploited crops yields.

Keywords: Salinity, soils, management practices.

Introducción

La principal manifestación de la desertificación en las tierras llanas de Guantánamo es la salinización y alcalinización de sus suelos, debido a una lixiviación inadecuada de las sales contenidas en el suelo y al movimiento ascendente de las aguas subterráneas salinas, que deposita las sales en la superficie cuando se evapora, en lo cual ha incidido la falta de drenaje que ha provocado que las capas acuíferas subterráneas se eleven anegando y salinizando los campos (Limeres *et al.*, 2000). Hoy en día la salinidad afecta unas 26 mil hectáreas de la superficie cultivable, sobre todo, en la línea costera sur y el Valle de Guantánamo, lo cual se agrava con la sequía, pues la sal presente en el manto freático sube y se deposita en los primeros 20 cm, que es precisamente la porción donde se realizan las labores de agrícolas.

La utilización de prácticas de manejo sostenible de tierra (MST), constituye una de las alternativas empleadas en el mundo con el propósito de manifestar la excelencia en el tratamiento de las tierras para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad sin comprometer el estado de sus recursos naturales renovables y su capacidad de resiliencia (Urquiza *et al.*, 2011), es por ello que el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar los cambios experimentados en los indicadores físicos y químicos de un suelo afectado por salinidad a partir de la utilización de estas prácticas.

Materiales y métodos

Se trabajó en la finca del productor Antonio Márquez, de la Cooperativa de Créditos y Servicios “Enrique Campo Caballero”, en la provincia Guantánamo, Cuba, donde predomina un suelo Fluvisol según la clasificación propuesta por Hernández *et al.*, (1999); sobre género carbonatado, poco erosionado y de topografía llana (0.5-1.0 % de pendiente), con una profundidad efectiva entre 90-150 cm (profundo) y drenaje superficial bueno a moderado. El área se encuentra afectada por factores limitantes como el bajo contenido de materia orgánica (<2.0 %) y la presencia de un manto freático cercano a la superficie, con un estado de degradación por presencia de sales clorhídricas-sulfáticas y sulfáticas-clorhídrica que va desde muy fuertemente hasta débilmente salino.

Se seleccionó un área dedicada a los cultivos de frijol, cebolla y sorgo, la cual presentaba visibles signos de salinidad. Como acciones de manejo se implementaron prácticas de Manejo Sostenible de Tierra (MST), dentro de las que se destacan: construcción y limpieza de los sistemas de drenajes, independencia hídrica de campo, utilización de cercas vivas y el uso de abonos orgánicos, las cuales estuvieron acompañadas del cambio de la forma de riego (sustitución del Riego por Surco por Riego por Aspersión).

Como abono orgánico se empleó estiércol vacuno a razón de 17.4 t.ha⁻¹, el cual se encontraba parcialmente meteorizado, con más de tres meses de descomposición. El mismo se aplicó de forma mecanizada durante la preparación del terreno considerando la metodología descrita por Paneque y Calaña (2001). Las características del estiércol vacuno empleado se describen en la **tabla 1**.

Tabla 1. Característica del abono orgánico utilizado en la finca

Abono orgánico	pH	MO%	C%	Nt	R C/N
Estiércol vacuno	7,59	69,0	40,0	3,45	11,60

Las acciones de conservación y mejoramiento de suelos se realizaron según lo establecido en la norma cubana de Calidad del suelo (NRAG 881, 2012).

La influencia de las prácticas de MST se determinó a partir del monitoreo en el tiempo de los indicadores físicos (da, humedad, resistencia a la penetración, velocidad de infiltración) y químicos (MO, P, K, pH, CE), utilizando como línea base, resultados de análisis realizados en el 2014. Para su procesamiento se empleó el análisis de series de tiempo (método descriptivo). El procesamiento de los datos se realizó con el programa estadístico STATGRAPHICS Plus 5.0.

Los indicadores fueron analizados a partir de los siguientes métodos: pH (H₂O) por el método potenciométrico (NC 32, 2008); materia orgánica. Método Colorimétrico (NC 51:1999); fósforo y potasio asimilable (mg.100 g⁻¹) por extracción con carbonato de amonio al 1%, con solución de suelo 1:20 (NC 52,1999); densidad de volumen (g.cm⁻³), por el método de los cilindros en el campo (Hernández, 2007) y Rivero *et al.*, (1990); humedad: Método gravimétrico (Hernández, 2007); CE 1:5. Método Conductimétrico (NC112/2009); velocidad de infiltración. Método USDA. (USDA, 1999; Hillel, D. 1982); Resistencia a la penetración: Penetrómetro, marca Eikelkamp.

Se determinaron los rendimientos (t.ha⁻¹) de los principales cultivos explotados en la finca.

Resultados y discusión

Los análisis de las series cronológicas relacionadas con influencia de las prácticas de MST sobre los indicadores químicos evaluados en el suelo Fluvisol (**figura 1**), muestran que los cambios manifestados por estos son aleatorios en el tiempo, experimentado una tendencia a la mejora de los mismos.

La materia orgánica muestra un incremento progresivo hasta el 2016, dado por el aporte que realiza el abono orgánico incorporado, efecto que comienza a disminuir en el siguiente año. En el caso del fosforo (P₂O₅), se observa que primeramente este se incrementa y luego se mantienen estables. Mientras que los niveles de potasio (K₂O) mantienen un incremento progresivo hasta un punto donde se mantiene estables.

El comportamiento mostrado por estos indicadores sugieren que las aplicaciones de los abonos orgánicos debe hacerse en mayor cantidad o realizar aplicaciones frecuentes (anuales, bianuales, etc.), debido a que la contribución del abono orgánico en la mejora del contenido de materia orgánica es dependiente de la cantidad de residuos incorporados, frecuencia de incorporación y calidad del material (Benítez y Friedrich (2009), ya que su efecto beneficioso sobre el suelo y los cultivos, estará determinado, por el contenido de materia orgánica pura que este aporta y no por la cantidad que incorporamos (Paneque y Calaña, 2001).

Arzola (1990) y Paneque y González (1988) citados por Blanco *et al.*, (2017), destacaron que el efecto residual de los abonos orgánicos depende de la textura y otras características de los suelos, reportando un mayor efecto residual al emplear la cachaza como abono orgánico, en los suelos arcillosos con relación al alcanzado en los suelos de textura arenosa o de predominio de la arcilla 1.1, en los cuales solo duró tres cosechas. Este comportamiento

podiera explicar por qué en el suelo trabajado de textura Loan arcillosa, el efecto residual del abono orgánico utilizado comienza a disminuir al tercer año de aplicado.

De forma general el pH y CE, manifiestan una disminución progresiva de sus valores, efecto que pudiera ser explicado por la acción que ejerce los abonos orgánicos sobre el suelo al aumentar el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducir las oscilaciones de pH de éste (Santos, 2013).

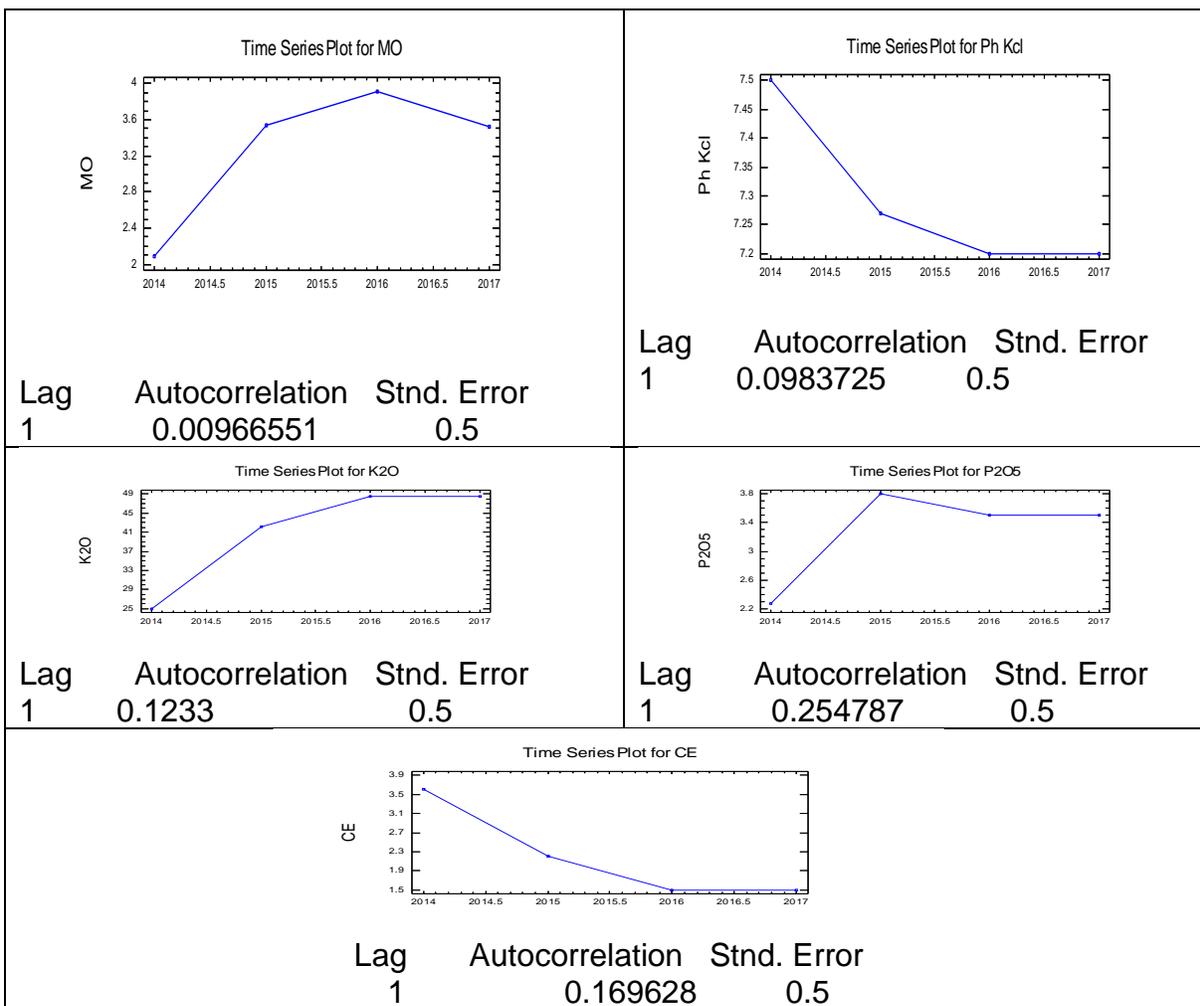


Figura 1. Comportamiento de los indicadores químicos (MO (%); pH(KCl); P₂O₅(mg.100g⁻¹); K₂O (mg.100g⁻¹) y CE (ds.m⁻¹) de un suelo Fluvisol a partir de la utilización de prácticas de MST, para un nivel de significación del 95% y un error estándar del 0.5

La disminución de la salinidad del suelo hasta valores considerados como no salinos, guardan relación con las prácticas de restauración y mantenimiento de los canales de drenaje, aplicación de materia orgánica y manejo del riego de los cultivos, ya que la nueva tecnología, provoca una disminución de la carga de agua hacia el manto freático.

En la **figura 2**, se muestran los resultados de la evaluación de los indicadores físicos densidad aparente y velocidad de infiltración, donde los valores de las diferentes determinaciones describen cambios aleatorios en el tiempo y auto correlación entre ellos.

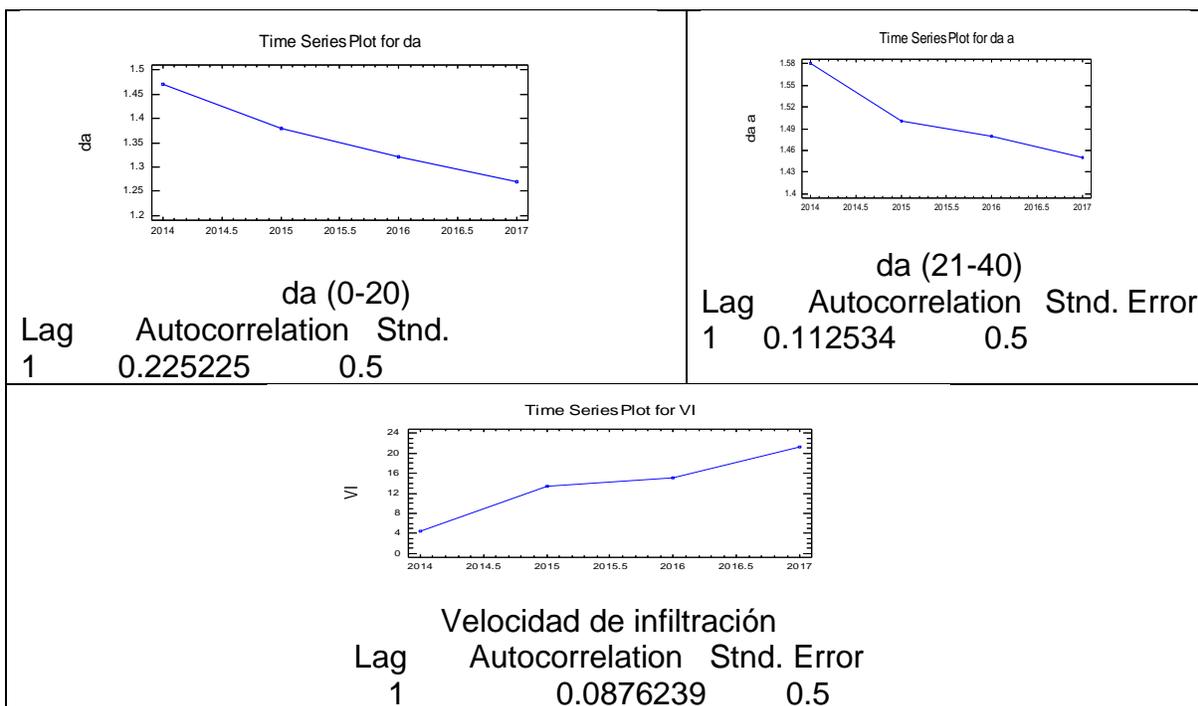


Figura 2. Comportamiento de la densidad aparente ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) y la Velocidad de infiltración ($\text{cm}\cdot\text{hr}^{-1}$) de un suelo Fluvisol a partir de la utilización de prácticas de MST, para un nivel de significación del 95% y un error estándar del 0.5

De manera general la utilización de estas prácticas provoca una disminución progresiva de la densidad aparente y un aumento de la capacidad de penetración del agua en el suelo (VI), comportamiento que puede ser explicado por las condiciones, que el estiércol empleado como abono, proporciona al suelo, como la mejora la estructura (Hernández y Romero, 2015) y la capacidad de proporcionar energía para el desarrollo de la actividad microbológica del suelo (Robert, 1996).

La densidad aparente muestra cambios significativos en el tiempo, para los primeros 20 cm del suelo, al pasar de Alta (2014) a Media (2017). Comportamiento que resultó diferente para las mediciones realizadas por debajo de los 21 cm, donde a pesar que los valores disminuyen, se mantiene la categoría inicialmente encontrada (Alta). En el caso de la velocidad de infiltración, se aprecian un aumento progresivo, el cual indica cambios en la categoría de este indicador, al pasar de Moderado a Rápido (USDA, 1999), resultados que pueden estar relacionados con el lento movimiento vertical del agua a partir de los 17 cm encontrado en estos suelos (Rivero *et al.*, 2006) influenciado por su estructura masiva, consistencia dura, alta densidad aparente y baja porosidad. Estos mismos autores reportaron para este tipo de suelo, en estado natural valores de densidad aparente entre $1,1-1,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a profundidades de 0-20 cm y alta velocidad de infiltración.

Al igual que para los indicadores anteriores, la compactación describe cambios aleatorios en el tiempo y autocorrelación entre ellos, en las diferentes profundidades (**figura 3**), al apreciarse una disminución progresiva con respecto al estado inicial del suelo y pasar de Compacto (2014) a Medianamente Compacto (2017).

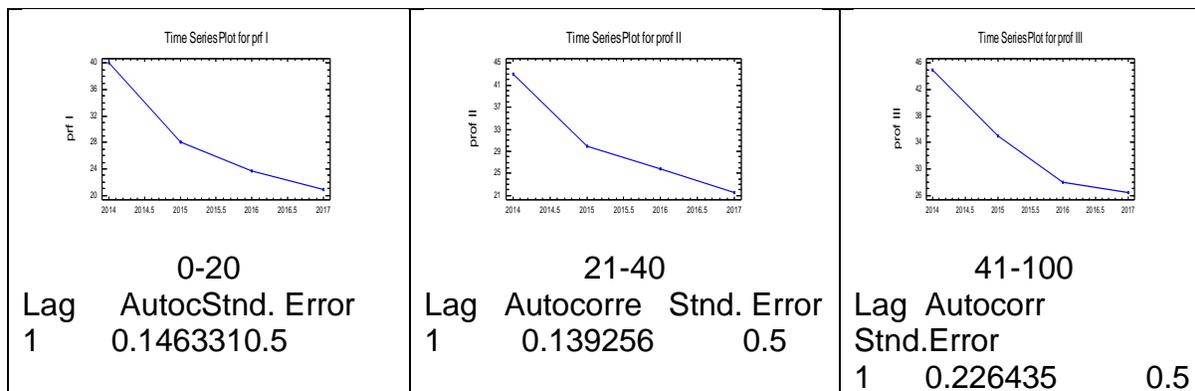


Figura 3. Comportamiento de la resistencia a la penetración (kg.cm^{-2}) en un suelo Fluvisol a partir de la utilización de abono orgánico

De manera general se encontró una tendencia a la mejora de los indicadores físicos y químicos del suelo a partir de la implementación de un sistema de manejo basado en la utilización de abono orgánico, comportamiento que pudiera estar relacionado con el aumento de contenido de materia orgánica que provocan en el suelo, el cual le confiere un determinado grado de estructuración, alta porosidad (SAGARPA, 2012), mayor capacidad de retención de agua y estabilidad de los agregados (Rivero *et al.*, (2006), 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.

De manera general los resultados indican un incremento de los indicadores de calidad del suelo, lo que permite valorar el estado actual del sistema de manejo, como áreas que han sido mejoradas (USDA, 1999), al disminuirse los problemas de degradación y mostrar una tendencia al incremento de los rendimientos (**tabla 2**).

Tabla 2. Rendimiento de los principales cultivos explotados

Cultivo	Rendimiento (t.ha^{-1})			
	2014	2015	2016	2017
Frijol.	0.8	0,98	1.08	1.1
Cebolla Blanca	13.00	13.71	36,16	13.8
Sorgo Blanco	2.0	3,68	3.45	5

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Font (2008), quien a partir del establecimiento de medidas de conservación de suelos mejoraron la calidad de los mismos, reportándose beneficios, al incrementarse los rendimientos al cabo de los dos años, lo que hace el sistema de manejo empleado sostenible.

Conclusiones

La utilización de abono orgánico, la recuperación de los canales de drenaje y la sustitución del sistema de riego permitieron mejorar los indicadores de calidad de suelos densidad aparente, velocidad de infiltración, compactación, fertilidad y conductividad eléctrica, lo que permitió incrementar los rendimientos de los principales cultivos explotados en la finca.

Referencias Bibliográficas

- Arzola, N. (1990). La cachaza como fertilizante de la caña de azúcar. Conferencia presentada en congreso de la Asociación de Tecnicos Agrícolas y forestales. La Habana. Cuba
- Benítez, J & Friedrich, T. (2009). Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. Portal. Recuperado de http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C1.htm.
- Blanco, A., Fernández, I., Cintra, M., Fuente, J., González, R., Castillo, A., Videaux, M., Lafargue, M & Milian, J. (2017). Acondicionamiento y uso de materiales orgánicos como alternativa para mitigar la degradación de los suelos de la provincia Guantánamo (Proyecto No asociado a programa). Guantánamo, Cuba: Instituto de Suelos UCTB Guantánamo, 52p.
- Hernández, A(2007). Métodos para el análisis físico de los suelos. Manual de laboratorio. Instituto Nacional de Ciencia Agrícolas. Mayabeque. 40p. ISBN. 978-959-7023-39-5.
- Hernández, E& Romero, G. (2015). Evaluación biotecnológica de composta en el municipio de Zacatelco, Tlaxcala, México. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de las Ciencias del Suelo, La Habana, Cuba.
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., Rivero, R. L& Camacho, D. E. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Editorial Agrinfor. Ciudad de la Habana, 64 pp.
- Hillel, D. (1982). Introduction to soil physics. *Academic Press*, San Diego, CA.
- Limeres, T., Borges, O., Piedra, C., San Loys, D & Favier, V. (2000). Introducción y evaluación de especies vegetales de usos múltiples que propicien el uso sostenible de los suelos de la región semiárida de Guantánamo. (Proyecto Nacional 013 - 05 - 001"). Guantánamo, Cuba: IS Guantánamo. 41p.
- NC 32.(2008). Calidad del suelo. Determinación del pH y la conductividad eléctrica en el extracto de saturación. 11p.
- NC 51. (1999).Calidad del suelo. Análisis químicos. Determinación del por ciento de Materia orgánica. 11p.
- NC 52. (1999). Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio.12p.
- NC112. (2009). Calidad del suelo. Determinación de la conductividad eléctrica y de las sales solubles disueltas en la relación 1: 5 suelo – agua. 9p.
- Paneque, V& Calaña, J. (2001). Abonos orgánicos “Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. San José de las Lajas, La Habana, Cuba, septiembre.
- Rivero, L., Sánchez, I., Gálvez, V., Valdés, M., Navarro, N& Otero, L. (2006). Mapa de distribución de los suelos del Valle de Guantánamo de acuerdo a su comportamiento físico, (Escala 1:10000), Guantánamo, Cuba.
- Rivero, L., Obregón, A., Sánchez, I., Orellana, R & Hernández, M. (1990). Indicadores físicos, hidrofísicos y del régimen hídrico que permitan la recuperación y el manejo de los suelos salinos. Logro 18RI84. En archivo instituto de suelos. Manuscrito no publicado. La Habana, Cuba.

- SAGARPA. (2012). Abonos orgánicos. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (En línea). <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>. Consulta realizada el 20 de junio del 2017.
- Santos, A. T. (2013). Efecto de los abonos orgánicos y sus características en el suelo (En Línea) <http://www.culturaorganica.com/> consultado el 25 de marzo del 2018.
- USDA.(1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo en <http://soils.usda.gov/sqi>.

Fecha de recibido: 3 sept. 2020
Fecha de aprobado: 19 nov. 2020