

Relaciones entre las propiedades indicadoras de calidad, en dos subtipos de suelo pardos, en la provincia de Villa Clara Relations between indicator quality properties, into two subtypes of brown soils in the province of Villa Clara

Ercília Lopes¹, Pedro Cairo Cairo³, Ariany Colás Sánchez¹, Alianny Rodríguez Urrutia²

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas, Santa clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830.

² Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas, Santa clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830.

³ Universidad de Atacama (CRIDESAT). Centro Regional de Investigación Desarrollo Sustentable de Atacama. Copiapó Chile. CP 1532296.

E-mail: ercilia@uclv.cu

RESUMEN. En el presente trabajo se compararon las características morfológicas y químicas en la cubierta de los subtipos, mullido y vértico, además de las relaciones entre la estabilidad estructural y la materia orgánica en los dos subtipos de suelos evaluados. Los muestreos fueron realizados en suelos bajo diferentes sistemas de manejo, en los municipios de Ranchuelo y Santa Clara. Se evaluaron los indicadores de suelo pH, calcio, valor T, materia orgánica, factor de estructura y agregados estables. Los resultados demuestran que en ambos subtipos existe una marcada relación entre las propiedades del suelo, materia orgánica, factor de estructura y agregados estables, lo cual confirma la importancia que revisten estas como indicadoras de la calidad en el manejo de los suelos.

Palabras clave: calidad de suelo, estabilidad estructural, materia orgánica.

ABSTRACT. In this work the morphological and chemical characteristics are compared on the deck of the subtypes, fluffy and vertic, addition of relations between structural stability and organic matter in the soils evaluated. The samplings were conducted in soils under different management systems in the municipalities Ranchuelo and Santa Clara. The indicators studied were soil pH, calcium, value T, organic matter, structure factor and the stable aggregates. The results show that in both subtypes there is a strong relationship between soil properties, organic matter, structure factor and the stable aggregates which confirms the importance of these properties as indicators of the soil quality related to the management.

Keywords: soil quality, structural stability, organic matter.

INTRODUCCIÓN

Los suelos Pardos sialíticos y especialmente los subtipos mullidos y vérticos, son suelos representativos de la región Central de Cuba, fundamentalmente en la provincia de Villa Clara, siendo estudiados por varios investigadores (Hernández *et al.*, 2008; Más, 2008; Ortega *et al.*, 2010).

La materia orgánica (MO) es considerada un indicador muy importante de la calidad del suelo, especialmente su calidad y cantidad

influyen en las propiedades físicas del mismo y contribuyen a la estabilidad de los agregados, lo que mejora la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua (Magdoff y Van Es, 2009). Numerosos son los estudios sobre la mejora de las propiedades físicas tras el aporte de materiales orgánicos.

Esta investigación fue llevada a cabo con el objetivo de determinar las relaciones existentes entre propiedades indicadoras de la calidad

(materia orgánica y estabilidad estructural) en dos subtipos de suelo pardos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización morfológica y química de la cubierta de suelo

Descripción de perfiles

En el estudio fueron seleccionados dos perfiles representativos de los subtipos mullido y vértico, ubicados ambos en áreas de influencia antrópica. El vértico evaluado era un área de monocultivo destinada a la caña de azúcar, municipio Ranchuelo; mientras que el mullido, pertenece a un área establecida con pasto natural de la Estación Experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado”, municipio Santa Clara.

La descripción de los perfiles (Tabla 1 y 2) fue realizada teniendo en cuenta la metodología propuesta en el Manual de la FAO (2009) y se aplicó la última versión de clasificación de suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999).

Suelo pardo subtipo vértico

Clasificación del suelo: Pardo con carbonatos plastogénico (Segunda Clasificación genética), Pardo vértico (Hernández *et al.*, 1999), Orden Inceptisol, suborden haplustept, subgrupo vertic haplustept (*Soil Taxonomy*), Cambisol vértico (FAO-UNESCO).

Suelo Pardo, subtipo mullido

Clasificación del suelo: Pardo con carbonatos típico (Segunda Clasificación genética), Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 1999), Orden Inceptisol, suborden ustept, subgrupo mollic eutrudept (*Soil Taxonomy*), Cambisol eutricto (FAO-UNESCO).

Estudio de las propiedades del complejo absorbente

La evaluación del complejo absorbente se realizó a partir de muestras obtenidas de la cubierta de suelo (0 – 10, 10 – 20 y 20 – 40 cm

Tabla 1. Descripción del perfil de suelo, subtipo vértico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
AP	0 – 25	Color 10YR $3/1$, gris muy oscuro, ligeramente húmedo, textura arcillosa, ligeramente plástica, adhesiva, estructura bloques subangulares gruesos y algunas concreciones pequeñas de hierro y manganeso, algunos nódulos calcáreos muy pequeños, reacción al HCl ligeramente calcáreo, transición plana.
B1 (Ca ²⁺)	25 – 46	Color 10YR $5/6$, pardo amarillento, textura arcillosa, más plástica, estructura bloques subangulares débiles a friables con caras de deslizamiento, microporos muy finos, algunos carbonatos secundarios, reacción al HCl calcárea.
B2 (Ca ²⁺)	46 – 70	Color 10YR $5/6$, pardo amarillento, abundantes carbonatos secundarios, textura franco arcilloso, friables, reacción al HCl fuerte, transición gradual (del horizonte B2 al BC).
BC	+ 70	Color 2.5Y $5/4$, pardo olivo claro, mayor número de carbonatos secundarios, presencia de manchas pardas amarillentas de color 10YR $5/8$, abundantes nódulos calcáreos, frecuentes concreciones de hierro y manganeso, semiduras, reacción al HCl fuerte.

Tabla 2. Descripción del perfil de suelo, subtipo mullido

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
AP	0 – 17	Color 10YR $3/2$, pardo oscuro, ligeramente húmedo, de textura arcillosa, de estructura granular a nuciforme bien definida, abundantes poros finos, consistencia bastante friable (plástica en húmedo), sin reacción al HCl.
AB	17 – 28	Color 10YR $5/6$, pardo amarillento en húmedo, de estructura granular, menos desarrollada que la anterior, de consistencia plástica, sin reacción al HCl.
B	28 – 50	Color 10YR $5/6$ amarilla parduzca, de estructura menos desarrollada que la anterior, formando agregados medianos poliédricos, consistencia algo plástica, leve reacción al HCl.
BC	50 – 64	Material loam-arcilloso de color amarillo, con fuerte reacción al HCl.

de profundidad). El muestreo incluyó dos zonas representativas (sin influencia antrópica) ubicadas en los municipios Santa Clara y Ranchuelo, para ambos subtipos.

Relaciones entre los indicadores de calidad de suelo

El presente estudio, tuvo como base la recopilación de los datos experimentales obtenidos en condiciones de campo. Los experimentos se realizaron sobre suelos representativos de los municipios Santa Clara y Ranchuelo.

- Experimento 1

El experimento fue conducido en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA), ubicada en el municipio de Ranchuelo, sobre un suelo Pardo sialítico, subtipo vértico (Suelo I) (Hernández *et al.*, 1999). Dedicado al monocultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Clavelo, 2008).

- Experimento 2

Fueron muestreadas diferentes áreas de diagnóstico, ubicadas en la Estación Experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado”, sobre un suelo Pardo sialítico, subtipo mullido (Suelo II) (Hernández *et al.*, 1999). Según Yera (2011) las zonas de muestreo fueron:

◊ Zona 1: Área de Bambú (*Bambusa vulgaris* L.) 15 años de establecido (1 ha)

◊ Zona 2: Área de Marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight. & Arn.) con 10 años de establecido (0,5 ha)

Zona 3: Área de Agricultura Convencional (cultivos varios con más de 40 años de establecida en 5 ha)

- Experimento 3

En este caso fueron tomados como referencia plantones de Bambú de 5 años y 15 años establecidos y tomadas las muestras de suelo en un diámetro comprendido entre los 0,3 a 10 m de cada plantón.

En todos los casos, las muestras fueron tomadas de 0 – 20 y de 20 – 40 cm de profundidad. Los datos del segundo y tercer experimento fueron agrupados (n=53) (Yera, 2011).

Análisis físico y químico de los suelos

pH (KCl): método potenciométrico utilizando la relación suelo – solución (1:2,5)

Materia Orgánica (MO): según el método de Walkey y Black

Factor de Estructura (FE): según fórmula de Vageler y Alten (1931) citado por Cairo (2000)

Agregados Estables (AE): método de Henin *et al.* (1958) citado por Cairo (2000)

Calcio (Ca^{2+}): Extracción con acetato de amonio 1N, según Paneque *et al.* (2010)

Valor T: Extracción con acetato de amonio, según Shachtschabel

Procesamiento Estadístico

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete de programas profesional *Statgraphics Centurion* versión 15.2 sobre *Windows XP*. Empleando los análisis de correlación y regresión simple, escogiéndose las ecuaciones de mejor ajuste; además, se establecieron relaciones entre las propiedades evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfológicas principales de los perfiles de los dos subtipos y algunas propiedades del complejo absorbente de los suelos estudiados

Para la caracterización morfológica se tuvo en cuenta la descripción de los perfiles de los dos subtipos de suelos. Ellos presentan diferencias en cuanto al color, el vértico es gris oscuro y el mullido pardo oscuro, lo que está condicionado al material de origen de cada uno. El subtipo Pardo vértico, manifiesta características vérticas que están dadas por la presencia de bloques subangulares gruesos con caras de deslizamiento, propiedades que coinciden con las descritas por Hernández *et al.* (2011), al estudiar las propiedades vérticas en los suelos Fersialíticos. Dichos suelos se caracterizan por tener alto contenido de arcilla y ser muy plásticos, lo que concuerda con estudios realizados por López *et al.* (2010). Presentan grietas bastante desarrolladas hasta la profundidad de 30 cm, cuando están en el período de sequía y una menor actividad biológica.

Por otra parte, la estructura de los suelos Pardos mullidos se desmenuza en granular a nuciforme bien definida. Lo que conlleva a una buena actividad

biológica, disposición de raíces más desarrolladas y numerosas, buena porosidad y buen drenaje. Con textura menos arcillosa comparada con el subtipo vértico, es un suelo poco profundo y cuando se expone a la humedad adquiere consistencia plástica (Hernández *et al.*, 1999).

Al evaluar el contenido de materia orgánica en el suelo I los valores varían de bajo a mediano (1,62 – 2,50 %), mientras que el suelo II tiene la categoría de mediano, ambos disminuyendo con la profundidad, siendo más marcada en el suelo I, lo cual pudiera deberse al contenido de arcilla presente en el mismo, así como por sus condiciones estructurales (figura 1). Autores como Cairo y Fundora (2005) demostraron que los suelos mullidos se forman bajo un régimen de humedad alternante más marcado que los vérticos y en condiciones de saturación del complejo más elevadas, lo cual puede influir en el contenido y calidad de la materia orgánica.

Six *et al.* (2002) refiere que la disminución del contenido de materia orgánica pudiera estar explicada por la estructura más gruesa de los suelos, determinando una menor protección de la misma. Esta variación que no se aprecia con el valor T (figura 2) es considerado muy alto y alto en el suelo I y II respectivamente (Pagel *et al.*, 1982), resultados estos que podrían estar asociados al contenido y tipo de arcilla predominante en el suelo I.

El pH en KCl del suelo II varía de ligeramente ácido a neutro (figura 3), mientras que en el suelo I los valores son cercanos a 7 en todas las profundidades, clasificado como neutro, según criterios del MINAGRI (1984) citado por Cairo

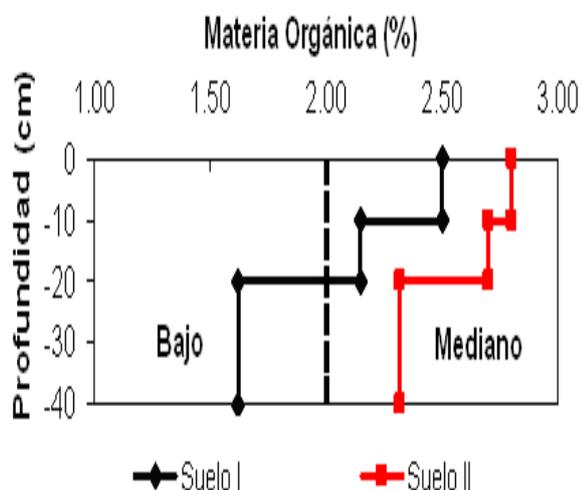


Figura 1. Materia orgánica en la profundidad del perfil para los 2 suelos estudiados

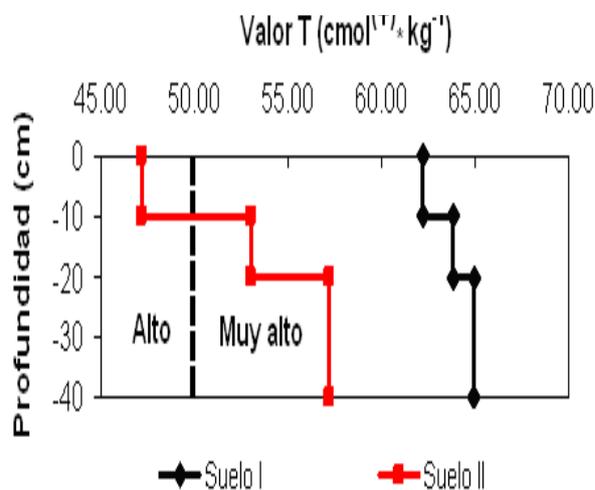


Figura 2. Valor T en la profundidad del perfil para los 2 suelos estudiados

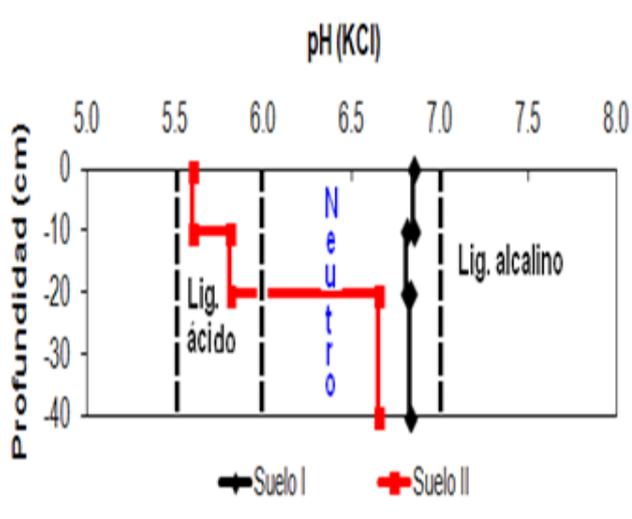


Figura 3. pH (KCl) en la profundidad del perfil para los 2 suelos estudiados

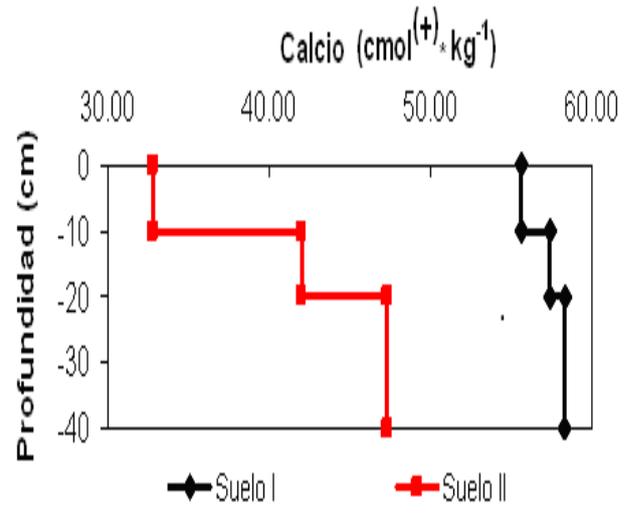


Figura 4. Calcio en la profundidad del perfil para los 2 suelos estudiados

y Fundora (2005). El contenido de calcio mostró valores superiores en el suelo I a los obtenidos en el suelo II (figura 4), lo cual marca la diferencia desde el punto de vista del subtipo genético (Hernández *et al.* 1999). El Ca^{2+} es un catión que influye positivamente en la formación de la estructura, mediante el aumento de la cohesión, disminución del estallido de los agregados y modera la dispersión de los coloides (Cairo *et al.*, 1996 citado por Morales, 2003).

Relaciones de la materia orgánica con el factor de estructura y los agregados estables en los suelos estudiados

El efecto de la materia orgánica sobre el factor estructura muestra que ambos suelos presentan relaciones altamente significativas (con elevados valores de r y R^2). Para el suelo I la pendiente de la curva materia orgánica – factor de estructura, es muy pronunciada con variaciones mínimas del indicador en el marco de tenores bajos desde 1,5 a 2,5 % (figura 5). En este caso se logra cambiar la categoría de evaluación del factor de estructura de regular a bueno, lo cual puede estar asociado a la calidad de la materia orgánica (Espinoza, 2004 y Murray *et al.*, 2014). Sin embargo, en el suelo II la relación es diferente con rangos de materia orgánica mucho más elevados.

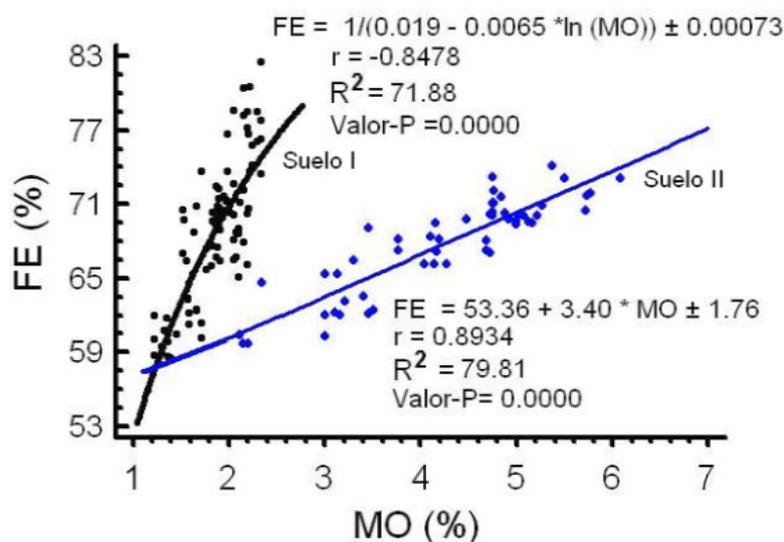


Figura 5. Relaciones entre la materia orgánica y el factor de estructura en los dos suelos estudiados

La materia orgánica manifiesta marcada influencia sobre el factor de estructura, expresándose de manera evidente el papel de esta en la formación de los agregados y su estabilidad (Pulido *et al.*, 2009; Febles *et al.*, 2011). Teniendo en cuenta lo anterior, Murray *et al.* (2011), al evaluar un sistema agroforestal en la Llanura Costera Norte del estado de Nayarit, probaron que el incremento de la materia orgánica propicia cambios positivos en la estructura del suelo.

La figura 6 muestra las relaciones entre la materia orgánica y los agregados estables al agua, en esta se puede observar resultados similares a los obtenidos para el factor de estructura. En el suelo I, pudieran deberse a las relaciones del complejo absorbente, poniéndose de evidencia el efecto positivo del calcio sobre la estabilidad estructural del suelo. Resultados que coinciden con los obtenidos por Sandoval *et al.* (2012), quienes demostraron la existencia

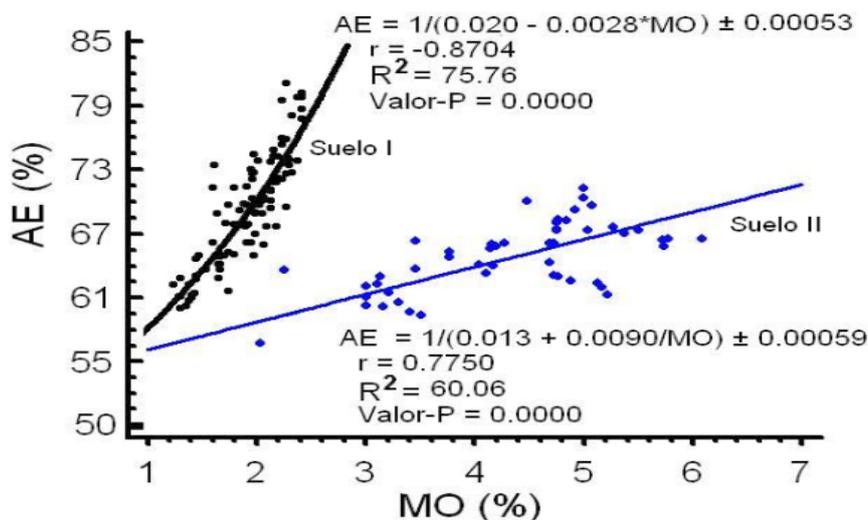


Figura 6. Relaciones entre la materia orgánica y los agregados estables al agua en los dos suelos estudiados

de cambios significativos en las propiedades físicas y químicas de los suelos arcillosos, al utilizar hidróxido de calcio.

CONCLUSIONES

1. La relación entre la materia orgánica y la estabilidad estructural demostró que para el subtipo vértico a pesar de los bajos tenores de materia orgánica, los indicadores estructurales mostraron valores favorables.

2. En el subtipo mullido la materia orgánica debe alcanzar incrementos superiores al 4 % para producir cambios favorables en la estabilidad estructural.

3. Las condiciones de formación expresadas a través del perfil y las características del complejo absorbente definen el papel de la materia orgánica sobre la estabilidad de la estructura del suelo.

4. Las estrechas relaciones encontradas para ambos suelos de la materia orgánica con

los agregados estables y el factor de estructura confirman la importancia que revisten estas propiedades como indicadores de la calidad en el manejo de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cairo, P. y O. Fundora: Edafología Primera y Segunda Parte. Editorial Félix Varela, Ciudad de la Habana, Cuba. 2005, 475 p.

2. Cairo, P.: Alternativas para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña. *Revista Agricultura Orgánica*, 14 (2): 23-25, 2000.

3. Clavelo, B.: Efecto de la aplicación de abonos orgánicos y minerales naturales sobre la calidad del suelo Pardo Sialítico y el rendimiento de la caña de azúcar. Tesis para optar al título académico de Máster en Agricultura Sostenible. Universidad Central

“Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2008, 76 p.

4. Espinoza, Y.: Calidad de la materia orgánica bajo diferentes prácticas de manejo en un suelo ácido tropical. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21 (2): 126-141, 2004.

5. Febles, J.M.; M.B. Vega; O. Gallego: Avances en el manejo ecológico de los suelos en Cuba. V Seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e indicadores, Almería, España, 29 de mayo - 03 de junio. 2011.

6. FAO. Guía para descripción de suelos. Cuarta edición. Viale delle Terme di Caralla, 00153 Roma, Italia, 2009, 111 P.

7. Hernández, A.; Y.B. Borges; M.C. Martínez; J.C. Rodríguez; F.L. Marentes: Presencia de propiedades verticas en los suelos fersialíticos de la antigua provincia La Habana. *Revista Cultivos Tropicales*, 32 (1): 63-74, 2011.

8. Hernández, A.; J. Pérez; D. Bosch; R. Rivero; E. Camacho; J. Ruiz: Nueva Versión de Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR, La Habana, Cuba, p. 37-38, 1999.

9. Hernández, A.; D. Vargas; H. Ríos; F.L. Marentes: Características de los suelos y sus reservas de carbono en la finca la colmena de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. *Revista Cultivos Tropicales*, La Habana, Abril-Junio, vol 29, no 2, 2008.

10. Magdoff, F. y H. Van Es: Building Soils for Better Crops. Sustainable Soil Management. 3rd. Ed. SARE-USDA. 2009, 294 p.

11. Más, R. M.: Manejo sostenible de la subcuenca Ranchuelo en la cuenca hidrográfica Sagua La Grande. Tesis para optar al título académico de Máster en Agricultura Sostenible. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2008, 78p.

12. Morales, M.: La materia orgánica y el estado de fertilidad de los suelos Pardos

con Carbonatos bajo diferentes sistemas de manejo. Tesis para optar al título académico de Máster en Agricultura Sostenible. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2003, 80p.

13. Murray N.; S. Bojórquez; J. Hernández; B. Orozco; P.J. García; A. Gómez; G. Ontiveros; O. Aguirre: Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*, 1 (3): 27-35, 2011.

14. Murray, R.M.; M.G. Orozco; A. Hernández; C. Lemus; O. Nájera: El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18 (1): 23-31, 2014.

15. Ortega, F.S.; G. Hernández; E.S. Jaimez: Efecto del tránsito climático hacia el holoceno sobre el carácter de los suelos pardos de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, v. 30-31: 153-157, 2010.

16. Pagel, H.; Enzmann J y Mustscher H. Pflanzennährstoffe ihre Bestimmung und Bewwertung, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlín, Alemania. 1982, 272 p.

17. Paneque, V.M.; J.M. Calaña; M. Calderón; Y. Borges; T. Hernández; M. Caruncho: Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba. 2010, 92 p.

18. Pulido M.; L. Luján; L. Pérez: Asociación entre indicadores de estabilidad estructural y la materia orgánica en suelos agrícolas de Venezuela. *Revista Agrociencia*, 43 (3): 221-230, 2009.

19. Sandoval, H.; Gómez, C y Pardo N. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería*, 21 (32): 21-40, 2012.

20. Six, J.; Conant, R. T.; Paul, E. A.; Paustian K. Stabilization mechanisms of soil

organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and soils*, 241: 155 – 176, 2002.

21. Yera, Y.: Evaluación del impacto ambiental de *Bambusa vulgaris* Schrader

ex Wendland en un suelo Pardo mullido carbonatado. Tesis para optar al título académico de Máster en Agricultura Sostenible. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2011, 54 p.

Recibido el 16 de febrero y aceptado el 30 de octubre de 2015