

Efecto del manejo agrícola sobre la materia orgánica de un Vertisol.

Effect of agricultural management over the organic matter of a Vertisol.

Autores: Ing. Juan Alejandro Villazón-Gómez¹, Ing. George Martín-Gutiérrez², Ing. Yakelín Cobo- Vidal², Ing. Beatriz Montero-Sarría²

Organismo: Universidad de Holguín, Holguín, Cuba¹. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Holguín, Cuba².

E-mail: villazon@facing.uho.edu.cu, pima@epica.hl.minaz.cu

Teléf. 48 3228, 59 6262, 59 6209

Resumen.

Se evaluó el efecto de diferentes variantes de fertilización y uso de cobertura de paja sobre la materia orgánica en un Vertisol plantado con caña de azúcar. Se montó un experimento con un diseño de parcela dividida con tres tratamientos: cosecha conservándose los residuos, eliminándose los residuos y con quema; y con 4 subtratamientos: 80 t ha⁻¹ de cachaza, 50 t ha⁻¹ de cachaza + 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno y sin fertilizar. A las muestras de suelos tomadas a una profundidad de 0-0.2 m se les determinó el porcentaje de materia orgánica. Fueron evaluados los rendimientos agrícola y azucarero. La cobertura de paja tiene mayor influencia sobre la materia orgánica que la fertilización. El contenido de materia orgánica en el suelo, es notablemente menor cuando se practica la quema. Al conservar los residuos de cosecha se obtienen los mejores rendimientos agrícolas y azucareros.

Palabras clave: fertilización; restos de cosecha; cobertura de paja; caña de azúcar; materia orgánica.

Abstract.

Was evaluated the effect of different variants of fertilization and use of sugarcane trash on the organic matter in a Vertisol planted with sugarcane. Was organized an experiment with a design of divided plot with three treatments: harvest conserving the sugarcane trash, eliminating the sugarcane trash and with burning; and with 4 sub-treatments: 80 t ha⁻¹ of scum, 50 t ha⁻¹ of scum + 100 kg ha⁻¹ of nitrogen, 100 kg ha⁻¹ of nitrogen and without fertilizing. To the samples of soils taken to a depth of 0-0.2 m was determined the percentage of organic matter. They were evaluated the agricultural and sugar yields. The sugarcane trash has bigger influence on the organic matter than fertilization. The organic matter in the soil, is notably smaller when the burning is practiced. When conserving the residues of harvest are obtain the best agricultural and sugar yields.

Keywords: fertilization; harvest trash; sugarcane trash; sugarcane; organic matter.

Introducción.

La fertilización es una de las labores más difíciles en la agricultura cañera, no solo por su complejidad intrínseca sino también por los altos costos de dicha actividad. Sin embargo, su correcta aplicación produce un notable incremento de los rendimientos agrícolas (Cuéllar *et al.*, 2002). El deterioro del medio ambiente y las necesidades alimentarias, cada vez mayores, de una población mundial en constante crecimiento ha provocado que se busquen soluciones mediante la utilización de residuos orgánicos provenientes de la agroindustria azucarera (Cabrera, Bouzo, 1999)

La cachaza es un subproducto del proceso de clarificación del guarapo (Cabrera, Bouzo, 1999; Cuéllar *et al.*, 2002) que se utiliza como abono orgánico con importantes efectos sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo (García, Vázquez, 2000, Cuéllar *et al.*, 2003; FAO, 2005). Para solo mencionar uno de ellos se puede decir que una parte importante de la materia orgánica aportada por este abono, se mineraliza y puede ser aprovechada inmediatamente por las plantas, mientras la otra da lugar al humus, que es un compuesto estable, ampliamente beneficioso para el suelo (Cuéllar *et al.*, 2002).

Una de las medidas para evitar la erosión es mantener el suelo constantemente cubierto, dejando en el campo los restos de cosecha (Cuéllar *et al.*, 2002). Otros autores (Agafonov *et al.*, 1973), plantean que la conservación de la cobertura de paja después de la cosecha de la caña de azúcar dificulta, tanto la aparición de las malas hierbas, como las pérdidas de humedad por evaporación e incorpora nutrientes y materia orgánica al suelo.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de diferentes variantes de fertilización y uso de cobertura de paja sobre la materia orgánica en un suelo Vertisol Crómico en la provincia Holguín.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en el experimento denominado: *Influencia del cultivo continuado de la caña de azúcar sobre las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de los suelos (OCC2)*, plantado con la variedad C120-78, en un suelo Vertisol Crómico gléyico en profundidad, carbonatado (INICA, 1986; Hernández *et al.*, 1999), en el Bloque Experimental de Guaro, de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Holguín. Se utilizó un diseño experimental de Parcela dividida. Los tratamientos y subtratamientos, fertilizados con una misma dosis de fondo (50 kg ha^{-1} de P_2O_5 y 120 kg ha^{-1} de K_2O), aparecen en la tabla 1:

Tabla 1.- Tratamientos y subtratamientos del experimento OCC2.

Sub trata mientos	Tratamientos		
	A (Cosecha conservando residuos)	verde los B (Cosecha eliminando residuos)	verde los C (Cosecha con quema)
I	80 t ha ⁻¹ de cachaza		
II	50 t ha ⁻¹ de cachaza + 100 kg ha ⁻¹ de nitrógeno		
III	100 kg ha ⁻¹ de nitrógeno		
IV	Sin fertilizar		

Las cepas estudiadas fueron las de caña planta y soca (1^{er} retoño). Se utilizaron los resultados de los análisis de laboratorio realizados a las muestras de suelo tomadas, entre los años 1999 y 2001. Las muestras fueron obtenidas a una profundidad de 0-0.20 m, del contenido medio de los tres primeros horizontes. Morfológicamente descrito, el perfil presenta las características que se muestran en la tabla 2 (INICA, 1986):

Tabla 2.- Descripción morfológica del perfil asociado al experimento OCC2.

Horizontes	Profundidad (cm)	Descripción
A_{cul, am}	0-8	Gris con matiz amarillento, arcilloso, terroncillo, fresco, friable, hay muchas raíces, el paso es notable.
A_{cul}	8-15	Gris con matiz amarillento más vivo y con manchas amarillas, arcilloso, terronoso, compacto, fresco, hay muchas raíces, el paso es brusco.
B_{1, s}	15-35	Amarillo con matiz grisáceo, arcilloso, estructura de bloque y terronosa, muy compacto, cerca de las grietas la estructura es prismática, el horizonte está dividido por grietas en bloques de un ancho de entre 12 y 15 cm, la superficie de los agregados estructurales es brillante, se encuentran neoformaciones de carbonato salteadas de 1 mm de diámetro, hay manchas de humus a lo largo de los orificios hechos por las raíces y las grietas, también se observan estas manchas en las facetas de los agregados estructurales, el paso no es uniforme.
B_{2, s, ca}	35-129	Amarillo con gran cantidad de puntos blancos producido por los "ojos blancos", arcilloso, muy compacto, plástico, estructura terronosa, hay manchas de humus, hacia abajo aparece un matiz de color ocre por los orificios abierto por las raíces, se encuentran manchas azulosas, en algunos lugares se encuentran raíces leñosas carbonizadas.

Fue determinado el porcentaje de materia orgánica por el método de Wakley & Black (INICA, 1990). Se compararon, entre las variantes de manejo, los rendimientos agrícolas y azucareros. A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de varianza trifactorial. El comportamiento de las precipitaciones y las temperaturas, durante el período estudiado, se exponen en la figura 1.

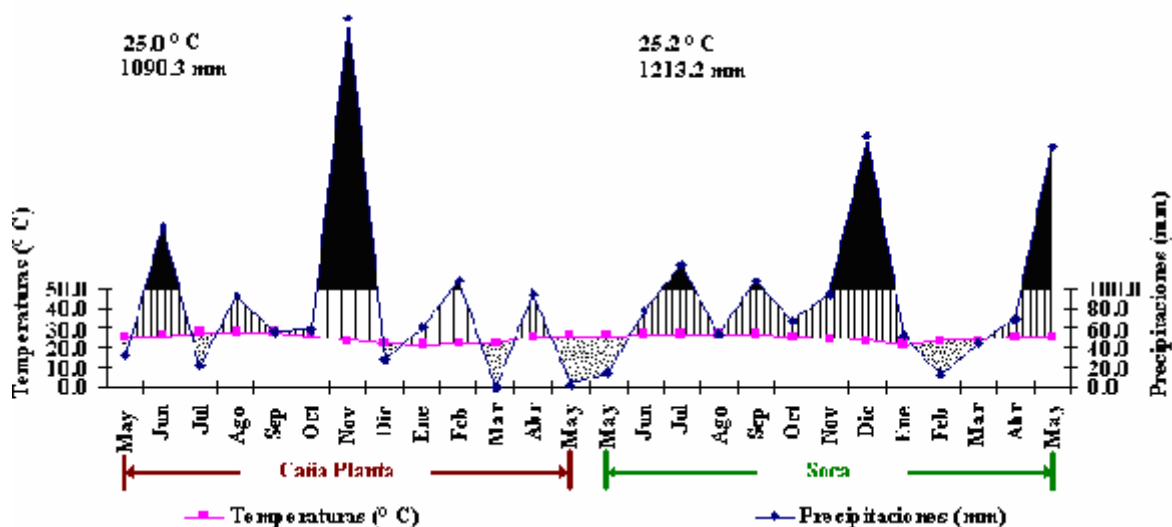


Figura 1.- Diagrama umbrotérmico del período estudiado.

Resultados y discusión

Durante el período evaluado (figura 2) la materia orgánica cuando se cosechó conservándose los residuos (tratamiento A) tuvo tendencia a aumentar en el subtratamiento I, donde se aplicaron 80 t ha⁻¹ de cachaza. En los subtratamientos II y III, en los que se fertilizó con 50 t ha⁻¹ de cachaza + 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno, respectivamente, hubo una tendencia entre el año 1999 y 2000, a incrementarse el contenido de materia orgánica. Sin embargo esta tendencia se atenuó entre el año 2000 y 2001. Un comportamiento similar, pero con una disminución más acentuada del porcentaje de materia orgánica presentó el subtratamiento IV (sin fertilizar). Según Arzola (1973), en suelos rojos ferralíticos, se puede lograr algún incremento de la materia orgánica solo cuando se aplica cachaza en altas dosis.

Al eliminarse los residuos de cosecha (tratamiento B), puede apreciarse que en todos los subtratamientos, la materia orgánica tiende a incrementarse entre el año 1999 y el 2000. Aquí, los mejores subtratamientos son los que recibieron 50 t ha⁻¹ de cachaza + 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno. En los subtratamientos con 80 t ha⁻¹ de cachaza y sin fertilizar, el aumento de la materia orgánica tiende a ser menos notable entre el año 2000 y el 2001.

En el tratamiento C, donde se aplicó la quema antes de la cosecha se aprecia un comportamiento semejante al resto de los tratamientos antes mencionados. Aunque aquí, al final del período, las cantidades de materia orgánica determinadas donde se fertilizó con 50 t ha⁻¹ de cachaza + 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno son menores, que en los tratamientos A y B. El porcentaje de materia orgánica, al final de dicho período, en los subtratamientos con 80 t ha⁻¹ de cachaza y sin fertilizar, fue un poco más alto, comparándolo incluso con los resultados obtenidos en los tratamientos donde se cosechó verde y se conservaron los residuos y donde, después de la cosecha, se eliminaron los residuos.

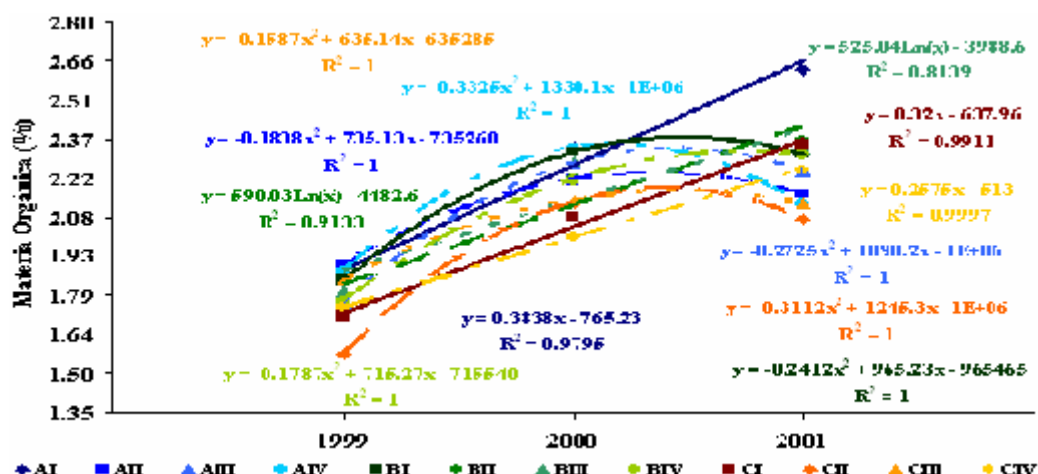


Figura 2.- Comportamiento del porcentaje de materia orgánica en las diferentes variantes de manejo y de fertilización.

En la figura 3, se observa la interacción entre manejo (tratamientos) y fertilización (subtratamientos). En el tratamiento A y B el promedio de materia orgánica en los tres años estudiados fue mayor que en el tratamiento C. Sin embargo no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Un estudio realizado por Herrera, Milanés (2007), en suelos Cambisoles y Luvisoles sin caña (durante 15 años), con caña sin quemar y con caña quemada, encontró valores de 3.35, 2.17 y 1.80% de materia orgánica respectivamente, en muestras de suelo tomadas en los primeros 20 cm de profundidad. Velasco *et al.* (1968) plantean que con la quema de la cobertura de paja, se produce una disminución de la materia orgánica contenida en el suelo; aunque la cantidad de este decrecimiento generalmente no es de grandes proporciones. Estos autores determinaron, antes y después de la quema, valores de materia orgánica de 2.53 y 2.40% respectivamente. Resultados similares, relacionados con la quema, y la consecuente disminución de la materia orgánica, encontraron Villegas *et al.* (1998).

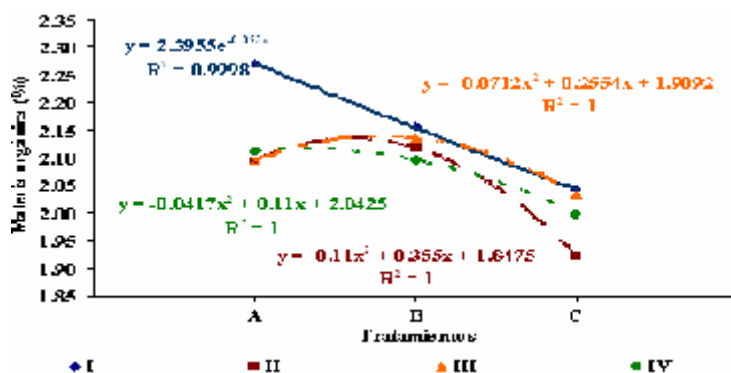


Figura 3.- Interacción entre la cobertura y la fertilización.

Con respecto a la fertilización se determinó que el mejor subtratamiento fue el I, con un promedio de 2.16% en los tres tratamientos, durante los tres años estudiados. El mismo difiere significativamente del resto de los subtratamientos. En los subtratamientos IV y II, los porcentajes de materia orgánica alcanzan los valores más bajos, 2.04 y 2.07%, respectivamente. Entre estos dos tratamientos no existen diferencias significativas.

Ponce de León, Ortega, (2006), plantean que la actividad antrópica en Cuba ha provocado una notable disminución de las reservas de carbono en el suelo. Vela *et al.* (2009) determinaron, en suelos agrícolas del centro de México, una notable disminución de las reservas de carbono, al compararlos con otros Tipos de Utilización de la Tierra (TUT). En otro sentido Cruz, Etchevers *et al.* (2009), encontraron valores superiores a 4.6% de materia orgánica en diferentes suelos forestales de México. También en áreas de clima templado, en el estado de Santa Catarina, en el sur del Brasil, Velasco *et al.* (2009) encontraron, en un suelo Acrisol que se encontraba bajo un bosque subtropical subperennifolio, (como vegetación natural) primero y bajo eucalipto después, una tendencia a la acumulación en el suelo del carbono orgánico total.

Agafonov *et al.* (1973) determinaron que después de la pérdida de los residuos de cosecha de la caña de azúcar por efecto de la quema, ocurre un incremento de la actividad microbiológica en el suelo, la cual produce en los primeros días posteriores a la quema, el doble de CO₂. Hernández *et al.*, (2010) establecieron, en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la Llanura Habana-Matanzas, que la disminución de la materia orgánica, y por ende de carbono orgánico, trae como consecuencia la destrucción de los microagregados del suelo y la pérdida de la estructura original, lo que provoca el aumento del factor de dispersión del suelo y de la densidad del mismo, y por consiguiente la acentuación de la compactación. Prévost (2004), en un suelo Podzol, determinó que existe una relación estrecha entre la Densidad aparente, porosidad total y relación Carbono: Nitrógeno con los contenidos de materia orgánica.

Con respecto a los resultados de cosecha se encontró que los rendimientos agrícolas (figura 4) no muestran diferencias significativas, con respecto al tipo de manejo, entre los tratamientos A (con un rendimiento de 115.568 t ha⁻¹) y B (donde se alcanzó un rendimiento de 108.169 t ha⁻¹), que fueron los que mayores resultados alcanzaron. Los cuales difieren significativamente del tratamiento C (con 99.228 t ha⁻¹), que fue el que más bajos resultados obtuvo. Un comportamiento similar presentó el contenido de pol por hectárea. Los tratamientos A y B, fueron los de mejores resultados, con 20.807 y 19.534 t ha⁻¹. Entre los mismos no existen diferencias significativas, pero si difieren significativamente de los valores alcanzados en el tratamiento C (17.764 t ha⁻¹).

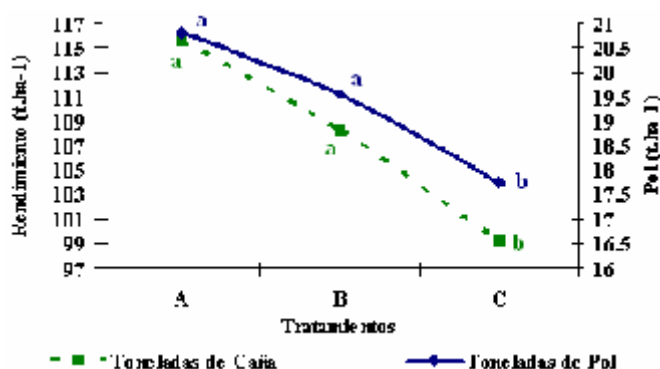


Figura 4.- Comportamiento de las toneladas de caña y de pol por hectárea según el tipo de manejo.

En el comportamiento de la interacción manejo (tratamientos) x cepa se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los rendimientos y el contenido de Pol por hectárea (figura 5).

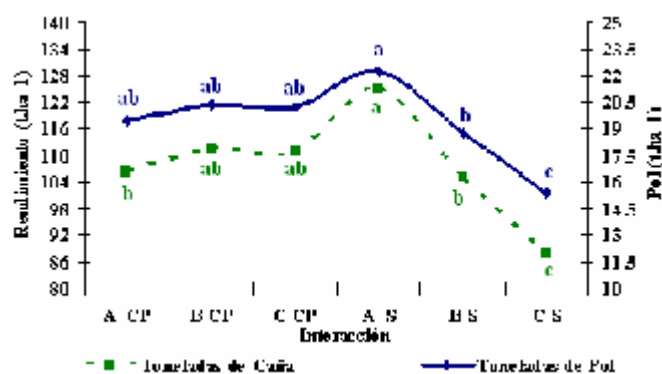


Figura 5.- Comportamiento de las toneladas de caña y de pol por hectárea en la interacción manejo x cepa.

En el caso de los rendimientos, donde mejores resultados se obtuvieron fue en la cepa de soca o 1er retoño, cuando se conservaron los residuos de cosecha (AS), con $125.039 \text{ t ha}^{-1}$. Entre esta interacción y las de la cepa caña planta eliminando los residuos (BCP, con $111.186 \text{ t ha}^{-1}$) y con quema (CCP, $110.663 \text{ t ha}^{-1}$) no se encontraron diferencias. No ocurre lo mismo con las interacciones caña planta conservando los residuos (ACP, $106.097 \text{ t ha}^{-1}$) y soca eliminando los residuos (BS, $105.153 \text{ t ha}^{-1}$), con las que la interacción AS, tiene diferencias significativas. Diferencias altamente significativas se obtuvieron al comparar la interacción AS con la soca con quema (CS, 87.794 t ha^{-1}).

En el caso de las toneladas de Pol por hectárea, donde mejores resultados se obtuvieron fue, al igual que en el caso de los rendimientos, en la cepa de soca o 1er retoño (año 2001), cuando se conservaron los residuos de cosecha, con 22.196 t ha^{-1} . Entre esta interacción y la cepa caña planta bajo los tres tipos de manejo, no hubo diferencias significativas; no sucede lo mismo al compararla con los resultados obtenidos en soca eliminando los residuos (18.709 t ha^{-1}) y con quema (15.360 t ha^{-1}), donde existen diferencias significativas y altamente significativas, respectivamente.

Conclusiones.

Los contenidos de materia orgánica en el suelo son notablemente menores cuando se practica la quema de la cobertura de paja.

El manejo de la cobertura de paja tiene mayor influencia en los resultados de cosecha que las fertilizaciones aplicadas.

La quema de la cobertura provoca una notable disminución de los rendimientos agrícolas y azucareros.

Bibliografía.

- Agafonov, O., Roldós, J. E. & Alfonso, F. (1973). Influencia de la quema de la caña y el corte mecanizado sobre las propiedades físicas del suelo. Academia de Ciencias de Cuba. Ser. *Caña de Azúcar*. La Habana, 73.
- Arzola, N. (1973). La cachaza como fertilizante en suelos rojos ferralíticos. Academia de Ciencias de Cuba. Ser. *Caña de Azúcar*. La Habana, 64.

- Cabrera, A. & Bouzo, Libia. (1999). Manejo de los fertilizantes sobre bases económicas. *Fundamentos técnico-económicos para el uso de fertilizantes y enmiendas en caña de azúcar*. La Habana: Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
- Hernández Jiménez, A., Bojórquez, J. I., Osvaldo Ascanio, M., García, J. D., Morell, F., Morales, Marisol y Borges, Yenía. (2010). Cambio de la cobertura del suelo por influencia antropogénica: énfasis en regiones tropicales. En Memorias del XVII Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba (CD-ROM).
- Cuéllar, I., Villegas, R., de León, M. & Pérez, H. (2002). *Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba*. Ediciones Publicinca. La Habana.
- Cuéllar, I., de León, M., Gómez, A., Piñón, Dolores, Villegas, R. & Santana. I. (2003). *Caña de azúcar. Paradigma de sostenibilidad*. Ediciones Publicinca. La Habana.
- Cruz Flores, G. & Etchevers Barra, J. D. (2009). Carbono orgánico del suelo en bosques de coníferas de México. En Memorias del XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Costa Rica (CD-ROM).
- García del Risco, E. & Vázquez Fernández, A. (2000). *Los suelos y la fertilización de la caña de azúcar*. La Habana: Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
- Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. M., Bosch Infante, D., Rivero Ramos, L. & Camacho Díaz, E. (1999). *Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba*. AGRINFOR, Ministerio de la Agricultura. La Habana.
- Herrera Solano, A. & Milanés Ramos. (2007). Influencia de la fertilización mineral en el cultivo de la caña de azúcar. *Cuba & Caña*, 3, 19-23.
- Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. (1986). Descripción de perfiles de la Red Geográfica Experimental. Departamento de Suelos y Agroquímica. La Habana.
- Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. (1990). Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana.
- Ponce de León, D. & Ortega Sastriques, F. (2006). Las reservas de carbono de los suelos minerales de Cuba. En Memorias del VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Cuba (CD-ROM).
- Prévost, M. (2004). Predicting soil properties from organic matter content following Mechanical Site Preparation of Forest Soils. *Soil Science Society American Journal*, 68, 943-949.
- Vela Correa, G, Rodríguez Gamiño, María de Lourdes & López Blanco, J. (2009). Carbono orgánico total en el suelo de áreas con vegetación natural, reforestadas y con uso agrícola en el centro de México. En Memorias del XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Costa Rica (CD-ROM).
- Velasco, Marta, Knicker, H., de Almeida, J. A., Vidal Torrado, P. & Macías, F. (2009). Sumideros edáficos de carbono: los horizontes sómbricos. En Memorias del XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Costa Rica (CD-ROM).
- Villegas, R., Chang, Regla M. & González, Maribel. (1998). Sostenibilidad del agroecosistema y evolución de características biogeoquímicas en estudios de larga duración con caña de azúcar. *Cuba & Caña*, 2, 11-17.

Fecha de recibido: 12 abr. 2016
Fecha de aprobado: 16 jun. 2016