

## **Influencia del uso de la tierra en la resistencia a la penetración en un Vertisol.**

### **Influence of the land use on the resistance to the penetration on a Vertisol.**

**Autores:** Ing. Juan Alejandro Villazón-Gómez<sup>1</sup>, Ing. George Martín-Gutiérrez<sup>2</sup>, Ing. Alfredo Martín Morales-Menéndez<sup>2</sup>, Ing. Yakelín Cobo-Vidal<sup>2</sup>

**Organismo:** Universidad de Holguín, Cuba<sup>1</sup>. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Guaro, Holguín, Cuba. <sup>2</sup>

**E-mail:** [villazon@facing.uho.edu.cu](mailto:villazon@facing.uho.edu.cu), [george.martin@inicahl.azcuba.cu](mailto:george.martin@inicahl.azcuba.cu), [yakelin.cobo@inicahl.azcuba.cu](mailto:yakelin.cobo@inicahl.azcuba.cu), [pima@epica.hl.minaz.cu](mailto:pima@epica.hl.minaz.cu) o [epica@hl.minaz.cu](mailto:epica@hl.minaz.cu)

**Telef.** 48 3228, 59 6262 ó 59 6209

#### **Resumen.**

Se determinó la resistencia de un Vertisol Crómico a la penetración en cuatro usos de la tierra. Fueron establecidos 3 puntos de muestreo en áreas dedicadas a silvopastoreo, pasto natural, caña de azúcar y cultivos varios. En caña de azúcar y cultivos varios, fue determinada la resistencia a la penetración en el surco y en el camellón para establecer el promedio como valor del punto. Los trabajos se realizaron a cuatro profundidades: 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm. Se ejecutó un análisis de varianza bifactorial y la prueba de Fisher con el software estadístico **ESTADISTICA 7**. Los valores establecidos aumentaron con la profundidad de muestreo. La resistencia del suelo a la penetración disminuyó en el siguiente orden: Pasto natural, Silvopastoreo, Cultivos varios y Caña de azúcar. Los usos dedicados a la ganadería mostraron una mayor resistencia a la penetración que los que tenían su área con cultivos establecidos.

**Palabras clave:** vertisoles crómicos; usos de la tierra.

#### **Abstract.**

Was determined the resistance of a Chromic Vertisol to the penetration in four types of the land use. They were established 3 sample's points in areas dedicated to silvopastoral systems, graze natural, sugar cane and several cultivations. In sugar cane and several cultivations were determined the resistance to the penetration in the furrow and in the ridge to establish the average as value of the point. The works were carried out to four depths: 0.10,10.20,20.30 and 30.40 cm. Carried out an analysis of bifactorial variance and the Fisher proof with the statistical software **ESTADISTICA 7**. The established values increased with the depth of samples. The soil resistance to the penetration decreased in the following order: graze natural, silvopastoral systems, several cultivations and sugar cane. The uses dedicated to the cattle showed a major resistance to the penetration that those who had the area with established cultivations

**Keywords:** chromic vertisols; land uses.

## **Introducción.**

En las zonas tropicales del planeta la productividad de los suelos depende del tipo de manejo que se realice (Amberger, 2006). A esto se le suma el hecho de que la población es el factor determinante más importante en la demanda de productos agrícolas (IFA Task Force on Reactive Nitrogen, 2007). Además, el vertiginoso crecimiento demográfico mundial de los últimos años, ha acelerado los requerimientos de alimentos y agua, lo cual está causando grandes efectos sobre los suelos; trayendo como resultado procesos acelerados de degradación de suelos asociados, entre otras causas, a prácticas agronómicas inadecuadas (Plá Sentis, 2009).

Los procesos de formación de suelos se desarrollan bajo determinados factores de formación, entre los cuales se encuentra la vegetación. Estos factores le dan al suelo una serie de características, las cuales cambian cuando alguno de los factores sufre una alteración con respecto a sus condiciones originales. Los cambios que se generan en el suelo, al cambiar su cobertura vegetal típica por otra, se reflejan en las propiedades químicas y físicas del mismo (Jaramillo, 2002).

El laboreo intensivo en áreas dedicadas al monocultivo trae como consecuencia la degradación acelerada de los suelos (Cairo y Fundora, 2005; Amberger, 2006). La compactación provocada por la actividad agrícola constituye uno de los principales procesos degradativos de los suelos (Cuéllar *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2010); y, por ende, es una de las máximas exponentes de la pérdida de la fertilidad física (Ponce de León y Balmaseda, 1999). La misma trae aparejada la disminución del oxígeno disponible, de la capacidad de retención de humedad y de la velocidad de infiltración. También favorece la formación de capas que dificultan la penetración y proliferación de las raíces (Ponce de León y Balmaseda, 1999; Cuéllar *et al.*, 2002).

“La compactación mecánica es un proceso en el que los agregados del suelo sufren un empaquetamiento por efecto de una presión externa” (Ponce de León y Balmaseda, 1999). Se considera, según estudios realizados por el Instituto de Suelos, que en el año 2001, el 23.9% del la superficie agrícola de Cuba estaba afectada por la compactación, y que para el 2016 el porcentaje del área afectada llegará hasta el 28.4% (Cuéllar *et al.*, 2003).

Por las razones planteadas se propone, como objetivo de este trabajo, estudiar el comportamiento de la resistencia a la penetración de un Vertisol Crómico bajo diferentes usos de la tierra.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y métodos**

El trabajo se desarrolló, en el año 2011, sobre un Vertisol Crómico cálcico, en áreas del Bloque Experimental de Guaro, perteneciente a la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Holguín). El estudio de la resistencia del suelo a la penetración se llevó a cabo mediante la utilización de un penetrómetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, con la masa impactadora regulada a 0.40 m. Los muestreos se realizaron en cuatro usos de la tierra: Área de Silvopastoreo (con más de 30 años de

establecida como bosque y, al menos, los últimos 10 años dedicado al silvopastoreo), Pasto natural (con alrededor de 10 años de explotación y que antes estaba sembrada con caña de azúcar), Caña de Azúcar (con más de 50 años de plantada) y Cultivos Varios (con plátano como cultivo principal y yuca como cultivo asociado, con aproximadamente 1 año de plantado, antes estaba sembrado de caña de azúcar).

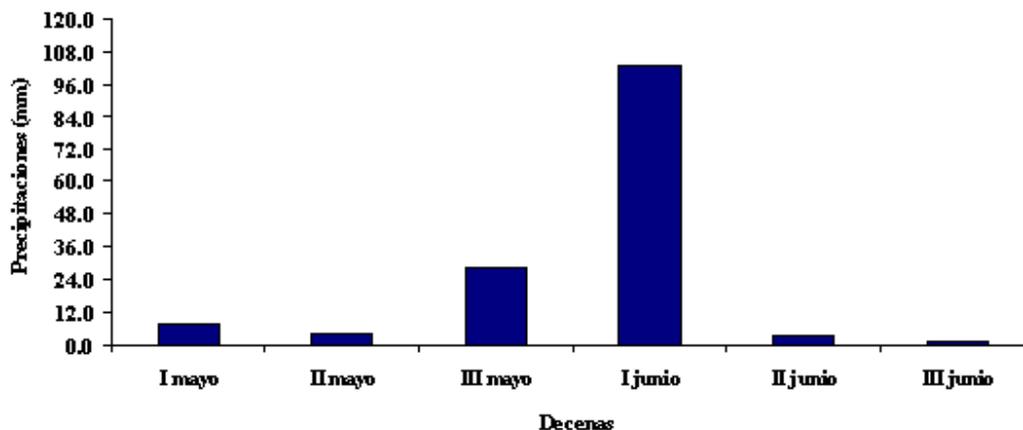


Figura 1.- Comportamiento de las precipitaciones.

Se tomaron 3 puntos de muestreo en cada uso; y en el caso de la caña de azúcar y los cultivos varios, en los 3 puntos se determinó la resistencia a la penetración en el surco y en el camellón para establecer el promedio de ambos como valor del punto. La evaluación se hizo a 4 profundidades: 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm. Se realizó un análisis de varianza bifactorial y la prueba de Fisher con el software estadístico **ESTADISTICA 7**. La figura 1 muestra las precipitaciones caídas desde la 1<sup>ra</sup> decena de mayo hasta la 3<sup>ra</sup> decena de junio. Para la clasificación del grado de compactación se utilizaron las categorías: Friable (F), Poco compactado (PC), Medianamente compactado (MC), Compactado (C) y Altamente compactado (AC). Dichas categorías son correlacionadas con diferentes rangos de densidad del suelo.

## Resultados y discusión

La figura 2 muestra el comportamiento de la resistencia del suelo a la penetración según el uso de la tierra en las cuatro profundidades estudiadas. Se puede apreciar que los TUT Área de silvopastoreo y Pasto son los que mayor resistencia ofrecen a la penetración en toda la profundidad estudiada y que los usos caña de azúcar y cultivos varios presentan una menor resistencia. Resulta notable el hecho de que los mismos se puedan agrupar en dos conjuntos: el primero dedicado a la ganadería y el segundo al cultivo agrícola; y que el uso pecuario del primero tenga un efecto más nocivo sobre las propiedades físicas del suelo que el segundo uso mencionado. Lo que coincide con lo planteado por Jaramillo (2002).

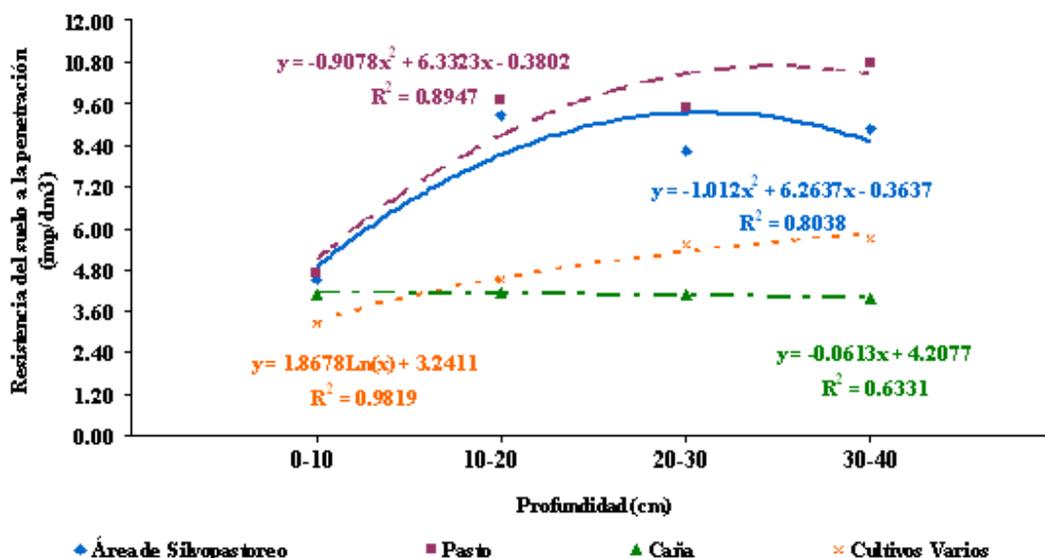


Figura 2.- Resistencia del suelo a la penetración en el área estudiada.

Con respecto a la profundidad, se observa un aumento gradual de la resistencia del suelo a la penetración en el uso de cultivos varios y, sobre todo, en los de las áreas de silvopastoreo y de pastos. Se determinó que este aumento es más brusco en los primeros 20 cm de profundidad. En el área dedicada a caña de azúcar se registró un ligero decrecimiento. En esta interacción (Tratamientos \* Profundidad) no existen diferencias significativas.

La figura 3 muestra que si existen diferencias altamente significativas entre los cuatro tratamientos. El uso donde se encontró mayor resistencia a la penetración fue el de pasto natural, seguido por el área de silvopastoreo. Entre estos dos no existen diferencias significativas. Pero si existen diferencias entre estos y los usos dedicados a cultivos varios y caña de azúcar. Los cuales fueron los que menos resistencia a la penetración ofrecieron.

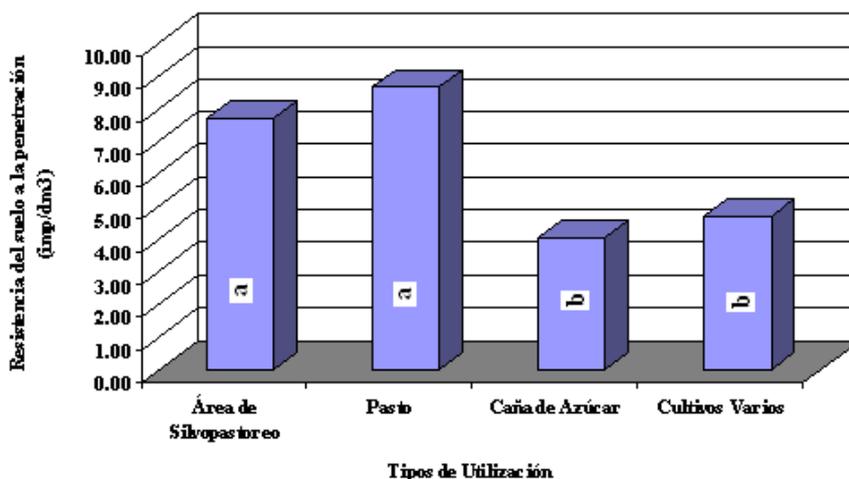


Figura 3.- Resistencia del suelo a la penetración según el uso de la tierra.

En lo que a la profundidad corresponde (figura 4) se aprecia que, con el aumento de la misma, aumenta la resistencia del suelo a la penetración. Se determinaron valores de 7.31,

6.88, 6.80 y 4.13 imp/dm<sup>3</sup> para las profundidades de 30-40, 20-30, 10-20 y 0-10 cm, respectivamente.

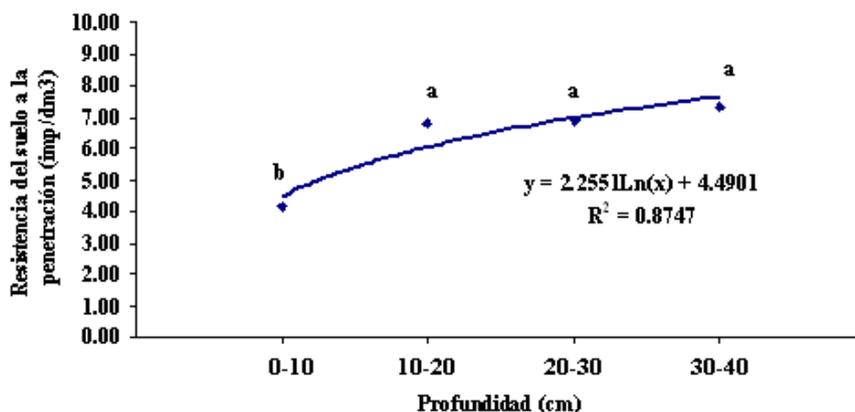


Figura 4.- Resistencia del suelo a la penetración en las cuatro profundidades estudiadas.

No se encontraron diferencias significativas entre las tres primeras profundidades mencionadas; pero sí se determinaron diferencias altamente significativas entre ellas y la profundidad de 0-10 cm.

Este aumento de la resistencia del suelo a la penetración esta dada, entre otras causas, por la disminución del porcentaje de la humedad del suelo, pues la densidad del suelo depende de la misma de forma lineal e inversa (Agafonov y Roldós, 1968). Frómeta y Boursiguot (2006) encontraron en suelos Ferralíticos de la provincia de La Habana un incremento de la densidad del suelo (y por ende, de la resistencia del suelo a la penetración y de la compactación) en los primeros 50 cm de profundidad.

En la figura 5 se muestra el comportamiento de la resistencia del suelo a la penetración en la porción de perfil estudiada. En los usos dedicados al silvopastoreo y a pasto natural se encontró una capa subsuperficial entre los 8 y los 22 cm de profundidad sobreyacente en una capa menos resistente a la penetración, bajo la cual volvieron a aumentar los valores determinados con el penetrómetro de impacto. El comportamiento de la resistencia de suelo a al penetración fue diferente en los usos de caña de azúcar y cultivos varios. En el caso de la caña de azúcar, si bien el aumento fue percibido a medida que se profundizaba en el suelo, el mismo fue bastante uniforme y gradual. En el área sembrada con cultivos varios la resistencia a la penetración se mantuvo estable en los primeros 12 cm, para mostrar, a partir de aquí un ligero aumento que se volvió a estabilizar hasta los 36 cm, profundidad en la cual volvió a mostrar un leve incremento.

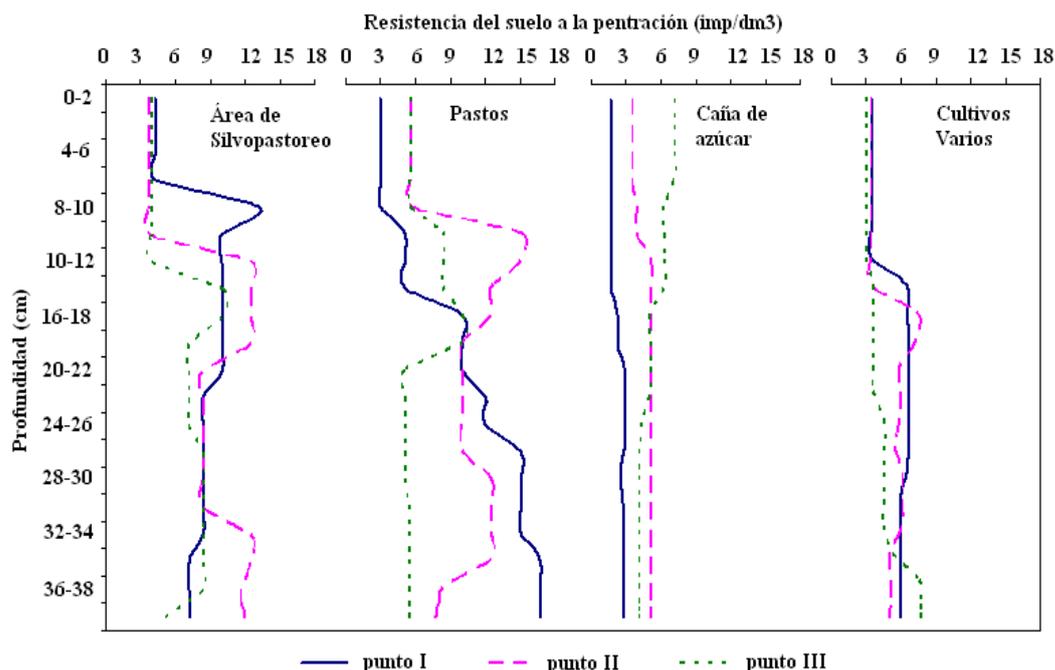


Figura 5.- Comportamiento de la resistencia del suelo a la penetración en el perfil del suelo en los cuatro usos de la tierra.

La tabla 1 muestra las categorías de compactación dadas a los cuatro tratamientos en las cuatro profundidades estudiadas. Se puede apreciar que los usos dedicados a silvopastoreo, caña de azúcar y cultivos varios presentan una capa uniforme hasta los 40 cm de profundidad catalogada como medianamente compactada (MC). Esta capa en los tres tratamientos mencionados presenta una densidad del suelo de entre 1.11 y 1.30 mg/m<sup>3</sup>. En el caso del pasto se determinó que existe una primera capa medianamente compactada (MC) con el mismo rango de valores de densidad del suelo dados para la capa MC de los tres primeros usos, sobreyacente en una capa compactada (C), con una densidad del suelo de 1.31-1.40 mg/m<sup>3</sup>. En este último caso los valores alcanzados no impiden que el uso Pasto sea considerado como medianamente compactado (MC) en la profundidad de 0-40 cm.

Agafonov y Roldós (1968) encontraron en muestras con una humedad del 48% de humedad tomadas en el período de seca, en áreas de la EPICA de Holguín, en suelos Negros Tropicales (Vertisoles), valores promedio de densidad del suelo de 1.06 mg/m<sup>3</sup> (0-10 cm de profundidad), 1.28 mg/m<sup>3</sup> (10-20 cm), de 1.27 mg/m<sup>3</sup> (20-30 cm) y de 1.33 mg/m<sup>3</sup> (de 30-40 cm). Por debajo de esta última profundidad, la densidad del suelo fue en aumento.

Tabla 1.- Densidad del suelo correlacionada con los resultados de penetrometría obtenidos y las categorías de compactación determinadas.

Profundidad (cm)	Densidad del suelo (mg/m <sup>3</sup> )	Categoría
<b>Área de Silvopastoreo</b>		
0-10	1.11-1.30	Medianamente Compactado
10-20	1.11-1.30	Medianamente Compactado
20-30	1.11-1.30	Medianamente Compactado
30-40	1.11-1.30	Medianamente Compactado

<b>0-40</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>Pasto natural</b>		
<b>0-10</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>10-20</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>20-30</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>30-40</b>	1.31-1.40	<b>Compactado</b>
<b>0-40</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>Caña de azúcar</b>		
<b>0-10</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>10-20</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>20-30</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>30-40</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>0-40</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>Cultivos Varios (plátano+yuca)</b>		
<b>0-10</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>10-20</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>20-30</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>30-40</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>
<b>0-40</b>	1.11-1.30	<b>Medianamente Compactado</b>

Para el caso de las áreas de caña de azúcar y cultivos varios, estos resultados se aproximan a los obtenidos por Morell *et al.* (2004) pues, en suelos Ferralíticos Rojos bajo cultivo intensivo, encontró valores de densidad del suelo que oscilaban entre 1.17 y 1.25 mg/m<sup>3</sup>.

Font *et al.* (2010), en suelos Pardo gleyzoso y vértico y Fluvisol diferenciado con dos sistemas de cultivo (pasto nativo y área de silvopastoreo) determinó que, en ambos suelos, la densidad del suelo es mayor en el primer uso que en el segundo. En el caso del Pardo gleyzoso y vértico, obtuvo valores de 1.53 mg/m<sup>3</sup> en el pasto y 1.32 mg/m<sup>3</sup> en el área de silvopastoreo. Mientras que en el Fluvisol diferenciado, la densidad del suelo alcanzó valores de 1.49 y 1.33 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

### **Conclusiones.**

Los usos de la tierra tuvieron resultados diferentes pues se encontró un decrecimiento de la resistencia del suelo a la penetración según el orden que a continuación se expone: Pasto natural, Área de silvopastoreo, Cultivos varios y Caña de azúcar.

Los usos dedicados a la ganadería mostraron una mayor resistencia a la penetración que los que tenían su área con cultivos establecidos.

Los valores determinados mediante el penetrómetro de impacto aumentaron con la profundidad de muestreo; se precisó, para la profundidad de 0-10 cm, 4.13 imp/dm<sup>3</sup>; de 10-20 cm, 6.80 imp/dm<sup>3</sup>; de 20-30 cm, 6.88 imp/dm<sup>3</sup> y de 30-40 cm, 7.31 imp/dm<sup>3</sup>.

### **Bibliografía.**

Agafonov, O. A. & Roldós Olivier, J. E. (1968). *Composición física de los suelos cañeros de Cuba*. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba. Ser. Caña de Azúcar, 20, 1-23.

- Amberger, A. (2006). *Soil fertility and plant nutrition in the tropics and subtropics*. Paris: International Fertilizer Industry Association & International Potash Institute.
- Cairo Cairo, P. & Fundora Herrera, O. (2005). *Edafología*. Editorial Félix Varela. La Habana
- Cuéllar, I., de León, M., Gómez, A., Piñón, Dolores, Villegas, R. & Santana, I. (2003). *Caña de azúcar. Paradigma de sostenibilidad*. Ediciones Publinica. La Habana.
- Cuéllar, I., Villegas, R., de León, M & Pérez, H. (2002). *Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba*. Ediciones Publinica. La Habana.
- Font, Lisbet, Calero, B. J., Muñíz, O., Chaveli, P., Sánchez, Inalvis, Mendoza, Luisa, et al. (2010). Estimación de la calidad del suelo en agroecosistemas de pastizales. En Memorias del XLV Aniversario del Instituto de Suelos y VII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana.
- Frómata Milanés, E. & Boursiguot, E. (2006). Evaluación de algunas propiedades físicas de los suelos Ferralítico rojos y amarillentos de las áreas agrícolas de la UNAH. En Memorias del VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia de Suelo. La Habana.
- IFA Task Force on Reactive Nitrogen. (2007). *Sustainable management of the nitrogen cycle in agriculture and mitigation of reactive nitrogen side effects*. Paris. International Fertilizer Industry Association.
- Jaramillo, D. F. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Colombia.
- Morell, F, Borges, Yenya & Hernández Jiménez, A. (2004). Influencia del cambio de uso de la tierra en algunas propiedades físicas del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. En Memorias del XIV Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas.
- Plá Sentis, I. (2009). Retos para el futuro de la Ciencia del Suelo frente al cambio global. En Memorias del XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Costa Rica.
- Ponce de León, D., & Balmaseda C. (1999). El recurso suelo en el cultivo de la caña de azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones de la caña de azúcar. La Habana.
- Rodríguez, I., Pérez, H., Cruz, O. & Vera, A. (2010). Establecimiento de prácticas de manejo para evitar la degradación de los suelos dedicados a caña de azúcar en la UBPC Tuinucú. En Memorias del XVII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas.

**Fecha de recibido: 10 abr. 2014**

**Fecha de aprobado: 7 jun. 2014**