

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río
Vol. 16, No.4 octubre-diciembre, 2014

ARTÍCULO ORIGINAL

Tecnologías de manejo sostenible de suelos introducidas en el polígono 'El Sitio'

Technologies of sustainable soils handling introduced in the polygon 'El Sitio'

Antonio Ordaz Acosta¹, Eduardo Cabrera Carcedo², Iris del Castillo Martínez³

¹Ingeniero Agrónomo. Empresa Agropecuaria, calle José Martí No. 18 A, Mantua. Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 495187 y 495269 CP: 22200 Correo electrónico: pdireccion@tabacomt.co.cu

²Master en Ciencias Agrícolas. Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes. Pinar del Río, Instituto de Suelos. MINAG. Avenida Borrego Final, Reparto Hermanos Cruz, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 762205. CP: 20100. Correo electrónico: carcedo@suelo.co.cu

³Doctora en Ciencias Agrícolas. Universidad de Pinar del Río-Cuba, "Hnos. Saíz Montes de Oca", Facultad de agronomía. Especialidad tabaco. Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 779662 CP: 20100. Correo electrónico: iris@upr.edu.co.cu

RESUMEN

El estudio se realizó, con el objetivo de introducir un sistema de medidas de manejo sostenible de suelo tendentes a mejorar y conservar la productividad de éstos suelos que se ubican en agrosistemas frágiles, sometidos a un mal manejo durante muchos años y como

391 *Revista Avances Vol. 16 (4), oct.- dic., 2014*

consecuencia se han degradado debido a la erosión, compactación y acidificación entre otras formas observadas en zonas de la llanura sur de Pinar del Río. Se seleccionó un área de estudio demostrativa (Polígono) donde se introdujo un sistema de tecnologías que abarcó un total de 4,2 hectáreas, donde se cultivó tabaco, frutales, maíz, semilleros y un área de producción de abono orgánico. Se evaluó la influencia del sistema de tecnologías de manejo sostenible de suelo sobre la producción agrícola. Como impactos fundamentales se logró minimizar los procesos de degradación, en solo un año se mejoraron algunas propiedades del suelo incrementando su fertilidad y la biodiversidad del agroecosistema, con incrementos en la producción de tabaco, frutales y flores que favorecieron la rentabilidad y disminución en los costos de producción.

Palabras clave: Tecnología, Manejo de suelo, Sostenibilidad, Degradación, Medidas de conservación.

ABSTRACT

The study was carried out, with the objective of knowing the impact of a system of measures of sustainable handling of soil tendency to improve and to conserve the productivity of these soils that are located in a fragile agrosystem, subjected to a wrong handling during many years and their consequence they have demeaned due to the erosion, soil compac and acidification among other forms observed in areas of the south plain of Pinar del Rio. A demonstrative study area was selected (Polygon) where a system of technologies was introduced that embraced a total of 4,2 hectares, where tobacco was cultivated, fruit-bearing, corn, nurseries and an area of production of organic manure. The influence of the system of technologies of sustainable handling of soil was evaluated on the agricultural production. As fundamental impacts it was possible to minimize the degradation processes, in alone one year they improved some properties of the soil increasing their fertility and the biodiversity of the agroecosystem, with increments in the production of tobacco, fruit-bearing and flowers that favoured the profitability and decrease in the production costs.

Key words: Technology, Soil handling, Sustainability, Degradation, Conservation measures.

INTRODUCCIÓN

En el mundo se han realizado muchas investigaciones que recomiendan tecnologías para reducir la degradación del suelo, pero generalmente de forma independiente, sin tener en cuenta todas las características del paisaje natural donde se desarrolla el proceso productivo, Cuba no ha estado exenta de ello, es por ello que en el presente estudio se recomiendan sistemas de tecnologías más integrales, que contrarresten la acción de la mayoría de los factores que determinan la degradación de los suelos.

En la Empresa Agropecuaria del municipio Mantua se realizó una evaluación de suelos debido a los bajos rendimientos en la producción de tabaco, para ello se seleccionó un área demostrativa (polígono) con el objetivo de introducir un sistema de medidas de manejo sostenible del suelo. Los suelos del municipio Mantua, además de sus características naturales adversas tales como (textura arenosa, bajos contenidos de materia orgánica, baja fertilidad, acidez, precipitaciones con alta intensidad y duración que eleva el nivel de erosividad y con una escasa cobertura vegetal) ha provocado en los mismos un marcado proceso de degradación, con pérdida de su fertilidad, manifestándose en ellos, una marcada disminución progresiva de los rendimientos y calidad de las cosechas de los cultivos.

El trabajo se realizó para cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Minimizar los efectos de la degradación del suelo.
- Elevar el rendimiento y calidad del tabaco en no menos del 5% a partir del primer año de introducido el sistema de manejo sostenible de suelos.
- Reducir la erosión a no más de 5 t. ha⁻¹. año⁻¹ a partir del primer año.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área demostrativa o polígono 'El Sitio', se realizó en una zona con relieve ligeramente ondulado, perteneciente a la llanura Sur Occidental, específicamente en la localidad de 'El Sitio', en el kilómetro 1 ½ de la carretera Mantua a La Manigua, al sur de la carretera a Mantua y al norte del río del mismo nombre.

El polígono tiene una superficie de 4,2 ha y se ubica en las coordenadas X=160775 Y=276038. Se utilizó un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado Típico Hernández et al. (1979) y según la nueva versión de la clasificación de suelos de Cuba de este autor, el tipo de suelo es un Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico y se correlaciona con la Soil Taxonomy como un Ultisol. El suelo se corresponde con las siguientes características:

Medianamente profundo, poco humificado, Medianamente erosionado, de textura Loan arenoso, con poca graviliosidad, poca profundidad efectiva y ligeramente ondulado.

El sistema utilizado para la ejecución del estudio, se basó en los siguientes principios y tecnologías:

- Tecnología antierosiva en base a bordos desagües y canales empastados. (Cabrera, 1996)
- Asociación maíz-frijol terciopelo (Llanes et al., 2001)
- Enmienda de suelo con carbonato de calcio.
- Tecnología de Subsolación. (Porrás et al., 1990)
- Producción de materia orgánica y humus
- Labranza mínima en contornos y siembra en contorno (Otero, et al., 1996).
- Canteros tecnificados.
- Siembra de tabaco en doble hilera.
- El área debe estar totalmente cultivable.
- Organización antierosiva del territorio.
- Tecnología de subsolación, (Porrás, et al., 1998).
- Labranza de conservación con el uso de implementos para la no inversión del prisma de suelo, con carácter antierosivo (Otero et al., 1996)
- Tecnología para la recomendación de CaCO_3 en suelos ácidos, (Morejón et al., 1994).
- Tecnología para la corrección de desequilibrios producidos por el magnesio, (Cabrera, et al., 2003).

El manejo tradicional o convencional se refiere al campo aledaño en el cual no se han introducido estas tecnologías, encontrándose expuesta a los agentes erosivos.

Una vez recopilados los datos y resultados obtenidos durante el proyecto, éstos fueron tabulados mediante el método de T (student) para muestras pareadas descrito por (Lerch, 1977). Basándose en la comparación del manejo tradicional con el manejo sostenible de suelos. Además, esto ayudará a establecer las generalizaciones a partir de ellos.

La evaluación cuantitativa de la erosión ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) en la investigación se utilizó la metodología citada por Pérez (1989) la cual se basa en las Observaciones Directas en Campo. Además, este método proporciona la información necesaria, la misma que se emplea para la elaboración de los mapas de suelos, la planificación agropecuaria y las medidas de manejo generales para una región.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis inicial de suelos (*tabla 1*) demostró la existencia de desórdenes nutrimentales producidos por el magnesio, una elevada acidez y un desequilibrio del calcio respecto a la capacidad de intercambio catiónico, por lo que se realizó una enmienda con $2,205 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de carbonato de calcio y $0,240 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de magnesita, en correspondencia con las tecnologías introducidas como base para el mejoramiento del suelo.

Tabla 1. Influencia del sistema de manejo sostenible del suelo en sus propiedades químicas.

| | pH (KCl) | | Materia orgánica (%) | | P ₂ O ₅ (mg.100 g ⁻¹) | |
|--------------|---|----------|---|-------------|---|----------|
| | Tradicional | Polígono | Tradicional | Polígono | Tradicional | Polígono |
| Media | 4,80 | 5,60 | 1,61 | 1,64 | 34,28 | 35,12 |
| D.T. | 0,0133 | | 0,1370 | | 0,0245 | |
| E.Tx | 0,0042 | | 0,0043 | | 0,0078 | |
| T exp | 192,108* | | 7,154* | | 109,246* | |
| | K ₂ O (mg.100g ⁻¹) | | Ca ⁺⁺ (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹) | | Mg ⁺⁺ (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹) | |
| Media | 10,83 | 19,98 | 1,50 | 3,25 | 0,51 | 0,94 |
| D.T | 0,2497 | | 0,0106 | | 0,0108 | |
| E.Tx | 0,0079 | | 0,0037 | | 0,0034 | |
| T exp | 1158,56* | | 529,26* | | 124,73* | |
| | K ⁺ (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹) | | Na ⁺ (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹) | | CCB (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹) | |
| Media | 0,28 | 0,35 | 0,120 | 0,12 | 2,41 | 4,69 |
| D.T | | | 0,0200 | | 0,0117 | |
| E.Tx | | | 0,0063 | | 0,0037 | |
| T exp | | | 0,01 ns | | 613,17* | |
| | CIC (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹) | | Relaciones intercatiónicas | | | |
| Media | 5,40 | 5,96 | | TRADICIONAL | POLÍGONO | ÓPTIMO |
| D.T | 0,0175 | | % de Ca ⁺⁺ de CIC | 27,78 | 55,03 | 60-70 |
| E.Tx | 0,0055 | | % de Mg ⁺⁺ de CIC | 9,44 | 15,77 | 12-20 |
| T exp | 100,76* | | % de K ⁺ de CIC | 5,19 | 5,87 | 5-7 |

Nota: DT= Desviación típica, ETx= Error típico de la media, Texp= Décima calculada
Tt (0.05, 9) = 1,833

Fuente: Datos obtenidos en la Investigación, 2013.

Como consecuencia de las tecnologías introducidas se logró alcanzar los valores de pH adecuados, siendo en todos los casos significativa esta diferencia respecto al manejo tradicional. Estos valores son significativamente superiores al pH presentado por el campo tradicional, el cual se encuentra en la categoría extremadamente ácido (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997; Instituto de suelos, 1998).

Se observó diferencia en el contenido de P₂O₅ y K₂O asimilables para los campos con las tecnologías introducidas respecto al testigo, dado por su acumulación en el suelo que ha mejorado su fertilidad debido al manejo realizado (Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, 2006).

El contenido de materia orgánica, calcio y magnesio tanto en el campo tradicional como en el polígono es bajo Instituto de suelos (1998) siendo superior en el polígono debido al efecto de las tecnologías de manejo introducidas que favorecieron su conservación, en tal sentido,

Cabrera (1996) con la utilización de la tecnología antierosiva en base a bordos de desagües, unido a la labranza de conservación, siembra en contorno y el uso de abonos verdes, incrementó la materia orgánica y mejoró la porosidad estructural, la infiltración del agua en el suelo y la densidad aparente, al tener el suelo descubierto y expuesto a la acción degradante de la lluvia durante un periodo más corto de tiempo, por su parte Fernández (1998), Gómez (2001), Llanes (1998), Llanes (2001) y Llanes *et al.* (2001) introdujeron algunas de estas tecnologías, con el uso de diferentes abonos verdes, rotación de cultivos y labranza mínima y demostraron que la materia orgánica se incrementó e influyó sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, siendo superior cuando se integraron algunas tecnologías.

Los cationes intercambiables, excepto el sodio, mostraron que existe diferencia significativa entre el polígono y el área tradicional, los valores de K^+ en todos los casos donde se introdujeron las tecnologías alcanzaron un valor superior.

El Na^+ no tiene porqué incrementarse ya que no se aplicó ningún portador rico en este elemento, por ello no se observan diferencias respecto al tradicional, en ninguno de los casos su contenido constituye una limitante, desde el punto de vista de las consecuencias negativas que se pueden presentar en un suelo cuando éste elemento es elevado (Llanes *et al.*, 2001; Cairo y Fundora, 2002).

Se observó diferencias significativas en cuanto a los valores de la CCB y CIC; en comparación con el manejo convencional (tradicional). Con respecto al valor V, el tradicional difiere de igual modo del resto de los campos, además en todos los casos, excepto el tradicional, el porcentaje de saturación por bases está en un rango adecuado.

Según, la Dirección Nacional de Suelos (1976) la CIC se clasifica, en términos descriptivos desde muy baja hasta alta, lo que depende del tipo de suelos, en este caso en el campo en estudio (en todos los casos) catalogada como baja (valores inferiores a $6 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$), no obstante, en el polígono, bajo nuevas tecnologías de manejo sostenible de suelo este es significativamente superior, estos resultados en cuanto al manejo del suelo y tecnologías desarrolladas en el área se corresponden con los obtenidos por (Riverol *et al.*, 1993; Hernández y Ronda *et al.*, 1999; Cancio *et al.*, 1993; Otero *et al.*, 1996 y Cabrera *et al.*, 2007).

Con la utilización de los mejoradores minerales como el carbonato de calcio (CaCO_3), se aplicó una dosis de $2,205 \text{ t ha}^{-1}$ en el polígono, se observó un aumento en el contenido de Ca^{+2} en el complejo absorbente del suelo alcanzando un rango muy próximo al óptimo para el crecimiento y desarrollo de los diferentes cultivos (Instituto de Suelos, 1998), a la vez que se mejoró el por ciento de K^+ con relación a la CIC y las relaciones K^+ / Ca^{++} y $\text{Ca}^{++} / \text{Mg}^{++}$.

Al encalar los suelos ácidos, el calcio reduce la toxicidad del aluminio y otros metales, incrementa la CIC, mejora la fijación simbiótica de nitrógeno por parte de las leguminosas,

además proporciona magnesio para las plantas. Los iones de Ca^{+2} del carbonato de calcio reemplazan al Al^{+3} en los sitios de intercambio, y el ión carbonato reacciona con el agua de la solución del suelo creando un exceso de iones OH^- , que a su vez reaccionan con el exceso de H^+ (acidez), formando agua (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

El efecto de la aplicación de Magnesita en algunos indicadores químicos del suelo, dada la importancia del magnesio en los procesos fotosintéticos de las planta y en el equilibrio de las relaciones catiónicas del suelo al aumentar sus contenidos con relación a la CIC, hasta $15,77 \text{ cmol}(+) \cdot \text{Kg}^{-1}$ en el polígono, valor que se encuentra en el rango óptimo ($12\text{-}20 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$) para el desarrollo de los cultivos. Los suelos generalmente contienen menos magnesio que calcio, debido a que el magnesio no es adsorbido tan fuertemente como el calcio por los coloides del suelo y puede perderse más fácilmente por lixiviación (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

Las relaciones $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ y $\text{K}^+/\text{Mg}^{+2}$ mejoraron la relación respecto al tradicional, no obstante se mantuvieron en los rangos adecuados para el mejor desarrollo de los cultivos, resultados similares obtuvo (Cabrera, 1976, Llanes *et al.*, 2001 y Cabrera *et al.*, 2003).

Las tecnologías de conservación desarrolladas ([gráfico 1](#)) demostraron cambios en las características físicas del suelo. En el campo donde se mantiene la tecnología tradicional se observó una disminución en la porosidad y la permeabilidad, no así en la densidad aparente, pues ésta proporcionó valores superiores al área con tecnologías de conservación, ya que las características del suelo se encuentran ligadas unas con otras, como la cantidad de materia orgánica y la porosidad conllevan a alterar las propiedades físicas del suelo. Esto concuerda con Cabrera (1996), Cancio *et al.* (1993) y Gómez (2001) quienes apreciaron mejoramientos en algunas propiedades físicas del suelo entre ellas la densidad aparente, dado por los aportes que realizan los abonos verdes en los contenidos de materia orgánica.

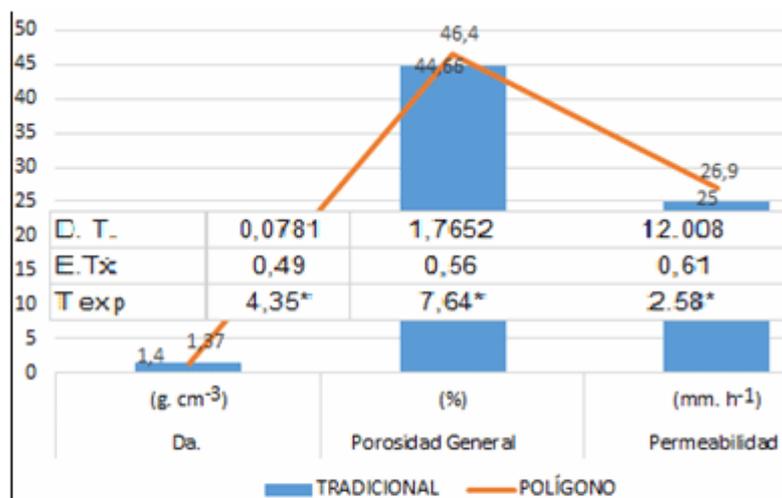


Gráfico 1. Efecto de las tecnologías sobre algunas propiedades físicas del suelo.

Nota: DT= Desviación típica, ETx= Error típico de la media, Texp= Décima calculada
 $Tt(0,05,9) = 1.833$.

Fuente: Datos obtenidos en la Investigación, 2013.

Estos cambios en las propiedades físicas tienen consecuencias directas sobre la estabilidad estructural de estos suelos, disminuyendo su vulnerabilidad a la erosión, según reporta (Alfonso, 2000). Por otra parte, Díaz (2009) encontró resultados similares en estudios sobre un suelo esquelético, al introducir un sistema de medidas de manejo de suelos. En el campo tradicional la porosidad general reportaba valores inferiores al 45%, característico de suelos compactados y con deficiente drenaje interno, sin embargo, posterior a las mejoras orgánicas y un manejo adecuado del suelo, se lograron incrementos significativos de la porosidad, lo que mejora las vías para la circulación del agua con los nutrientes y el aire en el suelo y su utilización por los cultivos. La estructura y la porosidad del suelo ejercen influencia sobre el abastecimiento de agua y de aire a las raíces, sobre la disponibilidad de los nutrimentos, la penetración y desarrollo de las raíces y sobre el desarrollo de la microfauna del suelo (Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, 2006). Al comparar la erosión entre el polígono (1,115 t. ha⁻¹) y el campo con manejo tradicional (4,8795 t. ha⁻¹), se pudo notar que en este último, la pérdida de suelo es mayor que en aquellas donde se introdujeron los sistemas de conservación. La medición o evaluación de la erosión es imprescindible para el adecuado manejo de los suelos (Pérez, 1989). Los límites permisibles de pérdida de suelo para este agrosistema son de hasta 3 t ha⁻¹ año⁻¹ según Riverol et al. (1993) debido a que estos suelos son muy frágiles. En este caso se midió la erosión a partir de precipitaciones erosivas o sea, mayores de 25 mm Cabrera (1996) y se apreció una reducción de la erosión de aproximadamente 4 veces respecto al manejo tradicional, con el uso de sistemas de tecnologías (Fernández, 1998, Llanes, 2001) y Llanes *et al.*, 2001 y Cabrera, 2007).

El balance económico al año del proyecto (*tabla 2*) tuvo marcada relevancia, ya que la introducción de medidas de manejo sostenible de suelo en la localidad, intervino en los rendimientos, calidad y producción de los cultivos; y por ende sobre los ingresos y rentabilidad, por consiguiente existió una disminución en los costos de producción. Es así que los ingresos alcanzaron un incremento de \$4032,75, mientras que la rentabilidad aumentó un 11,88 %, equivalente a estos valores, con las tecnologías de manejo sostenible de suelos introducidas en el polígono disminuyeron los costos de producción en 12 centavos, en comparación con el manejo convencional. Resultados similares encontraron Saín y Barreto (1996) en el proyecto de la práctica de conservación de suelo en el cultivo de maíz en El Salvador, citado por (Gómez *et al.*, 2003). Ellos evaluaron un programa de conservación de suelo y agua en Bolivia, donde se cultivaron leguminosas de ciclo corto con prácticas complementarias de conservación (siembra en contorno) en el cual se lograron incrementos inmediatos en los rendimientos, en los ingresos y en el empleo de mano de obra.

Tabla 2. Valoración Económica entre la tecnología tradicional y el Polígono.

| | Rendimiento Total | | Valor de la Producción. | Gasto Total | Utilidades | Rentabilidad | Costo. \$ ⁻¹ |
|-------------------|-------------------|---------|-------------------------|-------------|------------|--------------|-------------------------|
| | Maíz | Tabaco | | | | | |
| | kg/ha | (kg/ha) | | | | | |
| Testigo | 552 | 1216,00 | 9866,00 | 3950,00 | 5916,00 | 59,96 | 0,40 |
| Polígono | 771 | 1707,00 | 13848,75 | 3900,00 | 9948,75 | 71,84 | 0,28 |
| Diferencia | 219 | 491,00 | 3982,75 | -50,00 | 4032,75 | 11,88 | -0,12 |

Fuente: Datos obtenidos en la Investigación, 2013.

CONCLUSIONES

- Con el sistema de tecnologías de manejo sostenibles de suelo, se incrementó la materia orgánica, se corrigió el desequilibrio intercatiónico, la capacidad de cambio de bases y la de intercambio catiónico, también se mejoró la densidad aparente, la porosidad la permeabilidad en otras de las propiedades del suelo.
- Se incrementó el rendimiento del tabaco en 0,491 t.ha⁻¹, el maíz en 0,219 t.ha⁻¹ y se incrementó la biodiversidad de productos con la siembra de frutales y flores con un buen rendimiento y calidad.
- El sistema de tecnologías introducido elevó la rentabilidad en un 11,88% y redujo el costo por peso de producción en 0,12.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, C.A.; Riverol, M.; Porras, P.; Cabrera, E. y Monedero Milagros (2000). Prácticas de conservación de suelos en sistemas de cultivo maíz _ frijol en Cuba. *Agronomía Mesoamericana*, 11 (2) 59 - 65.

- Cabrera, E. (1996). Tecnología antierosiva para suelos dedicados al cultivo del tabaco de sol. Tesis de opción al título de Master en Ciencias en el cultivo del tabaco. Universidad de Pinar del Río. 60p.
- Cabrera, E.; Pérez S.; Otero A, Llanes J.M, Porras P, Pozo C, García N y Iglesias E. (2003). Corrección de desequilibrios producidos por el magnesio en un ultisol cultivado de tabaco en Pinar del Río. Memorias del 7^{mo} Seminario científico técnico en saludo al XXX Aniversario de la Estación Experimental de Suelos del Escambray. Soporte electrónico (C/D). ISBN: 959-257-060-4
- Cabrera E.; Otero A.; Gálvez V., Márquez E y Yilian Morejón. (2007). Introducción de tecnologías sostenibles de manejo y uso de suelo, agua y sanidad vegetal, en la cooperativa Rigoberto Fuentes de San Juan y Martínez en la provincia de Pinar del Río. Revista Avances 9 (3), julio-sept.
- Cairo, P. y Fundora, O. (2002). Edafología. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 474 p.
- Cancio, T.; Peña, F. y Peña, J. (1993). Uso de abonos verdes en suelos pardos grisáceos erosionados. Memorias del XI Congreso L. Americano y II Cubano de la Ciencia del Suelo. Volumen 4. La Habana, Cuba. 1075 p.
- Díaz, V (2009) "Validación de un sistema de Manejo Agroecológico de un lithosol de la cordillera de Guanigüánico. Estudio de caso "Finca de Juan Alonzo", Pinar del Río, Cuba" Tesis en opción al Título de Master en Agroecología. En Universidad de Pinar del Río, 82 p.
- Fernández, J. (1998). Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial S.A. Barcelona, España. 480 p.
- Gómez, O. (2001). Conceptos básicos de fertilidad de suelos e interpretación de análisis. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/default.htm>.
- Hernández, A. et al. (1999). Nueva versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos _ Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández, A. y Ronda, A. (1999). Procesos de degradación de los suelos en las regiones tropicales I Congreso de Conservación, Manejo y Gestión de Suelos en Cuencas Hidrográficas. Programa/ Resúmenes. II Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. 25p.
- Instituto de la Potasa y el Fósforo. Potash & Phosphate Institute, PPI. (1997). Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Primera Edición. 72 p.
- Instituto de Suelos. (1998). Manual para clasificación agroquímica de los suelos. Manuscrito, en Instituto de Suelos, Pinar del Río, Cuba. 6 p.
- Lerch, G. (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial científico técnico. La Habana. 449 p.

- Llanes, J. M. (1998). Uso del Fríjol terciopelo como abono verde, Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Agrícolas. Centro Universitario de Pinar del Río. 80 p.
- Llanes, J. M.; Pérez, S.; Cabrera, E.; Otero A.; Morejón, Yilian; Pozo, C.; Plasencia, D. Montano, Isabel (2001). Manejo integrado del suelo para la producción sostenible de Tabaco en el municipio San Luis. Informe final proyecto territorial 0302. Instituto de Suelos. 12 p.
- Llanes, J. M. (2001). Efecto de la asociación maíz - leguminosa en la fertilidad del suelo, el rendimiento y la calidad del tabaco cultivado bajo tela. (Tesis en opción al título de Master en Ciencias). Universidad de Pinar del Río, Cuba. 91p.
- Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. (2006). Disponible en: http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C2.htm.
- Otero, A.; Cabrera, E.; Hernández, J. M.; y Llanes, J. M. (1996). Estudio de tecnología de labranza de suelos en áreas tabacaleras en condiciones de cuenca. Est. Exp. Suelos. Pinar del Río. 4p.
- Pérez, C. (1989). La erosión del Suelo. Causas, efectos y control. CIDA. La Habana. 76 p.
- Riverol, M., Shepaschenko, G., Ronzoni, C., y Castro, N. (1993). Límites permisibles de pérdidas de suelo bajo diferentes sistemas de producción de tabaco en Cuba. Memorias del XI Cong. Latinoamericano y II Cubano de la Ciencia del Suelo. Villegas, D. R. y Ponce de León (Eds). La Habana, (4), 1069-1072.

Aceptado: julio 2014

Aprobado: noviembre 2014

Ing. Antonio Ordaz Acosta. Empresa Agropecuaria, calle José Martí No. 18 A, Mantua. Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 495187 y 495269 CP: 22200 Correo electrónico: pdireccion@tabacomt.co.cu