

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río
Vol. 15, No.4 octubre - diciembre, 2013

ARTÍCULO ORIGINAL

Tecnologías de manejo sostenible de suelo en la cooperativa Jaime Vena, Pinar del Río

Sustainable soil management technologies in Pinar del Río Jaime Vena´s cooperative

Eduardo Alfredo Cabrera Carcedo¹, Yilian María Morejón Miranda², Edel J. Amaro Aroche³

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: 201000

¹Master en Ciencias Agrícolas. Correo electrónico: carcedo@suelo.co.cu

²Doctora en Ciencias Agrícolas. Correo electrónico: yilian@suelo.co.cu

³Master en Ciencias de Suelo. Correo electrónico: edel@suelo.co.cu

RESUMEN

El estudio se realizó en la Cooperativa Jaime Vena ubicada al oeste del municipio Pinar del Río. Con el objetivo de minimizar los procesos de degradación para incrementar los rendimientos agrícolas y la calidad de los cultivos, se estableció un sistema integrado de

tecnologías de manejo sostenible de suelo. Estos campos se ubican en agroecosistemas frágiles, con un relieve ondulado, sometidos durante años a un mal manejo de los mismos, que ha conllevado a una fuerte degradación por erosión, compactación y acidificación fundamentalmente. Se seleccionaron 10 hectáreas para evaluar después de pasados tres años, el impacto que iba logrando el paquete tecnológico implementado, donde se combinó la producción y aplicación de abonos orgánicos, rotación de cultivos, aplicación de abonos verdes, empleo de mejoradores minerales; labranza mínima, aplicación de tecnologías de bordos de desagües con barreras vivas y la utilización de biofertilizantes entre otras, según requerimientos. Los resultados mostraron una disminución en la pérdida de suelos por erosión en $2,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, se corrigió el desequilibrio intercатиónico y las propiedades químicas del suelo, logrando rangos óptimos para el desarrollo de los cultivos, de igual forma se percibió un efecto mejorador de la densidad aparente, porosidad estructural y la permeabilidad. Se incrementó el rendimiento agrícola y calidad de los cultivos, expresándose en un incremento de la rentabilidad en un 15,44% y la reducción del costo por peso de producción en \$0,15.

Palabras clave: Manejo, Sostenibilidad, Degradación.

ABSTRACT

The study was carried out in Jaime Vena's cooperative, located to the west of the municipality of Pinar del Río, with the objective of minimizing the degradation processes to increase the agricultural yields and the quality of the plantations, by means of the introduction of an integrated system of management soil technologies, to improve and to conserve the productivity of these fields that are located in fragile agrosystems that have been subjected during many years to a wrong handling and its consequence they have demeaned due to the erosion, compactation and acidification among other forms observed in these soils of Pinar del Ro. The study area embraced a total of 10 reference hectares where it was evaluated the integration of technologies of improvement and soil conservation, such as the production and application of organic payments, rotation of cultivations, green payments, the employment of mineral ameliorators; minimum farm, borders of drainages with alive barriers and the biofertilizers use. As a result it was possible to minimize the erosion to $2,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, the intercатиonic imbalance was corrected and they improved the chemical properties of the soil, optimum value ranged were obtained, as the same it appreciated an ameliorated effect in the apparent density, structural porosity and the permeability, the efficiency was increased in the use of the earth with the association and

the agricultural yield with a good yield and quality, the introduced system of technologies elevated the profitability in 15,44% and it reduced the cost for production weight in \$0,15.

Key words: Management, Sustainable, Degradation.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un cuerpo natural de carácter frágil, por lo que sufre una fuerte degradación al tener la acción directa de los elementos del clima. Su degradación no se detiene, por el contrario, crece cada minuto. En la década del 40 se planteaba que la principal causa de los bajos rendimientos eran las malezas, pasadas 5 décadas, muchos científicos señalan la degradación de los suelos como la principal causante de que cada día sean más bajos los niveles de producción por unidad de tierra cultivada.

Los suelos en Pinar del Río donde predomina el cultivo del tabaco, se encuentran ubicados en áreas de baja fertilidad natural y alta fragilidad lo cual es confirmado por Hernández *et al.*, (1995) al destacar la vulnerabilidad de los suelos Ferralíticos Amarillentos Lixiviados (Alíticos de baja actividad arcillosa). Llanes (2000), donde la erosión puede alcanzar las 100 t.ha⁻¹.año⁻¹ y los distintos niveles de erosión han afectado el 70% de estos tipos de suelos, corroborado por la Dirección provincial de Suelos, esto unido al manejo inadecuado de los mismos, ha conllevado a una disminución de los rendimientos agrícolas y calidad de los cultivos.

Toda esta realidad demuestra la necesidad enfrentar los retos de esta problemática y dar solución al *problema* de la degradación de los suelos la Cooperativa Jaime Vena que están afectando los rendimientos agrícolas, se planteó como hipótesis de esta investigación, la aplicación de un sistema integrado de un sistema de medidas de manejo sostenible de los suelos, que permitiría el mejoramiento de sus propiedades y un incremento sostenible de los rendimientos agrícolas. El trabajo tiene como objetivo general: minimizar los procesos degradativos para incrementar los rendimientos agrícolas de los cultivos, derivándose como objetivos específicos los siguientes:

- 1- Introducir un sistema integrado de tecnologías de conservación y mejoramiento de suelos.

2- Incrementar el rendimiento y calidad de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en 10 hectáreas de la Cooperativa Jaime Vena, ubicada en el kilómetro 12 de la carretera a San Juan y Martínez, localidad "El Cafetal, provincia Pinar del Río.

Características y clasificación del suelo.

La profundidad efectiva del suelo es de 45 cm, con buen drenaje superficial y moderado drenaje interno, la humedad general del perfil se categoriza como húmeda. La roca madre formadora es de origen sedimentaria. El tipo de suelos es Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico (Hernández et al, 1999) y se correlaciona con la Soil Taxonomy como un Ultisol con régimen de humedad Ustico (Ustalf). Según Hernández et al (1979), se clasifica en el Agrupamiento: Ferralítico; Subtipo: Típico; Género: Cuarcítico.

El suelo es profundo, poco humificado, es un Loan arenoso, de poca graviliosidad y tiene del 20-40% de concreciones en los horizontes A y B y del 5 _ 20% en C, estos son de naturaleza dura que no se rompen con la uña, y son de forma irregular. La materia orgánica es próxima del 2% en A. El total de elementos gruesos son de cuarzo, en el horizonte A hay 12,5% de grava y en el B1 y 2, 1,78%.

La textura en A es loam arenosa, en B arcillo arenosa y en C es arcillosa. La estructura es fragmentaria en A y masiva en B1 y 2 y C todas de color claro y de tamaño fino. Hay bastante actividad de las raíces en A y algunas en B muy finas y de forma horizontal y vertical, hay presencia de algunas hormigas.

La porosidad es débil en A y poroso en B1 y 2 y C, el diámetro es de 1-2 mm en B1 y 2 y C, de 2-5 en A y B, la porosidad global es considerada como poco porosa, las propiedades mecánicas de las partículas son friable, ligeramente plástica en B1 y 2 y C y ligeramente adhesiva.

A las muestras se le realizaron los siguientes análisis de laboratorio, los cuales se ejecutaron en conformidad a lo establecido por las siguientes disposiciones:

- Análisis de pH: Norma Ramal, Suelos. Análisis Químico (NRAG, 878), descrita por DNSF, 1976.
- Análisis de P₂O₅ y K₂O: Norma Cubana 52.1999.
- Materia orgánica: Norma Cubana: 51:1999

- Análisis de Caracterización Química: Norma Cubana 65. 2000.
- Densidad aparente (método de los cilindros, descrita por DNSF, 1976)
- Porosidad textural y estructural, según técnica de Monnier et al (1973) y la Textura, densidad y peso específico: NC ISO-11277; NC- ISO_11508 y, NRA6 408:1981.
- Prueba de permeabilidad, con infiltrómetro de laboratorio, según Peña *et al*; (1982)
- Humedad del suelo: NC _ 110/2001. Calidad del suelo. Método gravimétrico.

El sistema utilizado para la ejecución del proyecto, se basó en las siguientes tecnologías:

- Organización antierosiva del territorio.
- Tecnología antierosiva de bordos con barreras vivas y canales de desagüe, (Cabrera, 1996).
- Tecnología de subsolación, (Porras, 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 de labranza Mínima, (Cabrera et al 1995 y Otero et al., 1995 y 1996)
- Uso de cultivo cobertores, (Peña, et al., 1995).
- Tecnología para la estabilización y corrección de cárcavas, (Fuentes y Martínez, 2001).Tecnología para la recomendación de CaCO₃ en suelos ácidos de premontaña, (Morejón et al., 1994).
- Tecnología para la corrección de desequilibrios producidos por el magnesio, (Pérez et al, 1997 y Cabrera, et al., 1998).
- Tecnología de rotación de cultivos y abonos verdes, (Llanes et al., 2001).
- Tecnologías de alternancia de cultivos, (Cordero et al., 1995, Porras et al, 1996 y Cabrera et al., 1996).
- Tecnología para el uso de mejoradores orgánico, (Porras et al., 1996a y Pérez et al., 1997).
- Metodología para la producción y aplicación de biotierra, (DPSF, 1998).
- Tecnología de biofertilización. (Instituto de suelos, 2006).
- Tecnología de señalización de plagas y enfermedades (Ana Rodríguez, 1995).
- Tecnologías para el uso de medios biológicos, para el control de plagas y enfermedades(LPSV, 2000)
- Uso de nuevas variedades de mayor potencial productivo. (variedad de tabaco Corojo 98, frijol terciopelo, Maíz híbrido)

Se utilizó el método de T (student) para muestras pareadas descrito por (Lerch, 1977) para realizar la comparación del manejo tradicional con el sistema de manejo sostenible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia del manejo sostenible en las propiedades químicas del suelo.

Se pudo apreciar el comportamiento químico del suelo con sus relaciones intercatiónicas en el área de referencia, mostrándose en los parámetros estudiados una diferencia significativa en comparación con el área tradicional y una mejoría en los rangos donde deben fluctuar para este tipo de suelo, que garantice el normal desarrollo de los cultivos.

Con la aplicación de tecnologías de manejo y conservación de suelo, independientes o parcialmente integradas, (Otero *et al.*, 1996; Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997; Peña *et al.*, 1999; Cabrera, 2000 y Llanes *et al.*, 2001; Cabrera *et al.*, 2002; Cabrera *et al.*, 2004; Cabrera y Porras, 2004; Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, 2006; Instituto de suelos, SICA 2006), encontraron una mejora sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, superior a medida que se integran tecnologías, (Cabrera, 1996), Roberto, 2006 y Díaz, 2010). (Ver Tabla 1).

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

INDICADORES	Da	Porosidad %		Permeabilidad
	$\text{g.cm}^{-3})^{-1}$	General	Estructural	cm.h^{-1}
Tradicional	1,50	39,52	5,92	0,495
Tecnologías	1,44	41,25	8,95	0,722*
S	0,0734	1,7596	1,7419	0,05512
C.V. (%)	0,48	0,55	3,26	1,35
T exp.	4,34*	7,59	7,63	22,79

Tt (0,05,8) = 1,86

Las tecnologías de manejo sostenibles desarrolladas en el área de referencia demostraron cambios en las características físicas del suelo. En el campo donde se mantiene la tecnología tradicional se apreció una disminución en la porosidad y permeabilidad, no así en la densidad (aparente y real), pues ésta proporciona valores superiores a los campos con tecnologías de conservación, las características del suelo se encuentran ligadas unas con otras, como la cantidad de materia orgánica y la porosidad influyen en las propiedades físicas del suelo. Esto concuerda con Cabrera (1996). Los enmendantes de suelo además de mejorar la eficiencia de los fertilizantes es una importante práctica de manejo, que mejora las características físicas y promueve la actividad microbiana del suelo (Navarro, 2003). 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, sobre 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). Estos cambios en las propiedades

físicas tienen consecuencias directas sobre la estabilidad estructural de estos suelos, disminuyendo su vulnerabilidad a la erosión, reportado por Alfonso (1997).

Al finalizar la investigación (*Tabla 2*) se observó resultados significativamente favorables en el área donde se desarrollaron los sistemas de manejo sostenible del suelo respecto a la variación de la pendiente y el espesor máximo de sedimentos (EMS). La erosión medida en diferentes puntos dentro del área de referencia se redujo a límites permisibles para estos suelos, aceptando hasta 3 t.ha⁻¹.año⁻¹ según Riverol et al (1993) debido a que son muy frágiles. En este caso se midió la erosión a partir precipitaciones erosivas o sea, mayores de 25 mm y se apreció una reducción de la erosión de aproximadamente 3 veces respecto al manejo tradicional, con el uso de sistemas de tecnologías en condiciones de pendiente de hasta un 15% Cabrera (1996), Fernández (1998), Llanes (2000), Llanes (2001), Llanes *et al.*, (2001), Díaz (2010).

Tabla 2. Efecto del sistema de tecnologías sostenible en la variación de la pendiente y el espesor máximo de sedimentos (EMS). Datos promedios de 3 años.

SISTEMA DE CONSERVACIÓN	Pendiente %	EMS (cm)	EROSIÓN (T.ha ⁻¹)	LLUVIA ANUAL (mm)
Tradicional	4,4	0,00	6,52	2132,0
Sistema de tecnologías	4,5	28,5	2,09	
S	-	0,5591	0,1524	
C.V. (%)	-	1,08	0,53	
Tt (0,05;14) / (0,05;8)	-	1,224	1,86	
T exp.	-	34,22*	6,23*	

Resultados productivos y económicos.

Transcurridos los 3 años se observó que la introducción del sistema de medidas de manejo de suelo incrementó los rendimientos agrícolas, los ingresos y la rentabilidad y disminuyeron los costos de producción, en comparación con el manejo convencional (*Tabla 3*). Hanrahan y McDowel (1997), citado por Gómez *et al.* (2003), 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 y en los ingresos.

Tabla 3. Valoración Económica entre la tecnología tradicional y la introducida.

CATEGORÍA	UNIDAD	MANEJO		INCREMENTO
		Tradicional	Sistema de tecnologías	
Tabaco	(t.ha ⁻¹)	0,86	1,01	0,15
Otros cultivos	(t.ha ⁻¹)	0,75	1,42	0,67
VALOR DE PRODUCCIÓN	(\$.ha ⁻¹)	7640,00	11004,50	3364,50
COSTO DE PRODUCCIÓN	(\$.ha ⁻¹)	5750,00	6583,00	833,00
INGRESOS	(\$.ha ⁻¹)	1890,00	4221,50	2331,50
RENTABILIDAD	(%)	24,74	40,18	15,44
COSTO/PESO DE PRODUCCIÓN	(\$)	0,75	0,60	-0,15

También los productores adquirieron nuevas concepciones científicas con el dominio de las nuevas tecnologías, que incrementó su cultura y educación de manera que puedan influir en las nuevas generaciones en lo referente a la conservación y manejo del suelo, agua y medio ambiente en general.

CONCLUSIONES

- Con el sistema de tecnologías, se corrigió el desequilibrio intercatiónico en el suelo y mejoraron las propiedades químicas y físicas evaluadas en el área de referencia.
- La erosión se redujo de 6,52 a 2,9 t . ha⁻¹. año⁻¹
- El sistema de tecnologías introducido incrementó la rentabilidad en un 15,44% y redujo el costo por peso de producción en \$0,15

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Cordero. P., Lourdes Díaz y E. Cabrera (1995). *Sistema de rotación y secuencia de cultivos para los suelos Ferralíticos, Cuarcíticos, Amarillos, Lixiviados, dedicados al cultivo del tabaco*. Resumen Reunión Nacional de Investigadores y Productores de Tabaco. Inst. Tabaco. La Habana. p. 4. 1995.
- Díaz, V. (2010) *Validación de un sistema de Manejo Agroecológico en un lithosol de la cordillera de Guanigüanico. Estudio de caso "Finca de Juan Alonso", Pinar del Río, Cuba*. (Tesis en opción al título de Master en ciencias). Universidad de Pinar del Río, Cuba. 78 p.
- Fernández, J. (1998). *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería*. Editorial S.A. Barcelona, España. 480 p.
- Gómez, H.; Milla, M. y Mor, O. (2003). Evaluación del proceso de conservación y manejo de la cuenca alta del río Yaracuy. Estado Yaracuy. II Análisis Económico. *Revista Avances Vol. 15 (4), oct.-dic., 2013*

Fuente en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S1316-33612](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612).

- Hernández, A *et al.*, (1995). *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos*. Instituto de suelos. Ministerio de la Agricultura. 25 p
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero, L. (1999): *Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Inst. Suelos, AGRINFOR, Ciudad Habana, 64p.
- Instituto de la Potasa y el Fósforo. Potash & Phosphate Institute, PPI. (1997). Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Primera Edición. 72 p.
- Llanes, J. M.; Pérez, S.; Cabrera, E.; Otero A.; Morejón, Yilian; Pozo, C.; Plasencia, D. e Montano, Isabel (2001). Manejo integrado del suelo para la producción sostenible de Tabaco en el municipio San Luís. 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.
- MINAG, (2000). *Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Subdirección de desarrollo y Servicios Técnicos*. Extensión de las técnicas de empleo de productos biológicos en el control de plagas en la agricultura. 2000, 19p.
- Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. (2005). Fuente en: http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C2.htm.
- Norma Ramal. (1976). Suelos. Análisis Químico (NRAG 878 879). Dirección nacional de Suelos y Fertilizantes. La Habana, Cuba. 27 p.
- Normas Ramales. (1976). NRAG 279 y NRAG 690. Descrita por DNSF.10p
- Norma Cubana 51. (1999). Calidad del suelo. Determinación materia orgánica. I Edición. La Habana, Cuba. 9 p
- Norma Cubana 52. (1999). Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles del fósforo y el potasio. I Edición. La Habana, Cuba. 8 p.
- Norma Cubana 65. (2000). Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes cambiabiles del suelo. ICS: 13.020, I Edición. La Habana, Cuba. 8 p.
- 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.
- Riverol, M., G. L. Shepaschenko.,C. Ronzoni y N. Castro, (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. Vol. (4): 1069-1072.

- Roberto, U. (2006). Uso de tecnologías agroecológicas para la producción sostenible del cafeto en función de los factores edáficos y climáticos en la UBPC "La Loma" del municipio la Palma. (Tesis en opción al título de master en ciencias agroecológicas). En Universidad de Pinar del Río, Cuba. 99 p.

Aceptado: enero 2013

Aprobado: noviembre 2013

MSc. Eduardo Alfredo Cabrera Carcedo. 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: 201000 Correo electrónico: carcedo@suelo.co.cu