

Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo

Evaluation of conservation-oriented management on grayish brown soil

Consuelo E. Hernández Rodríguez¹, Yanoris Bernal Carrazana¹, Cristóbal Ríos², Pedro Muñoz Medina¹ y O. González¹

¹Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Suelos Cienfuegos, carretera a Manicaragua km 13 ½, Barajagua, Cumanayagua, Cienfuegos, Cuba. C.P. 57600

²Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuani Km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 54380.

E-mail: chernandez@ucf.edu.cu

RESUMEN. Para contribuir a la preservación del recurso suelo en áreas agrícolas afectadas por la erosión que son dedicadas a cultivos varios, se integraron medidas de conservación y mejoramiento en un suelo Pardo Grisáceo de la Finca Sarduy perteneciente a la cooperativa Tabloncito del municipio Cumanayagua, Cuba. La tecnología empleada integró labranza mínima, rotación de cultivos, barreras vivas y/o muertas, canales, terrazas, siembra en contornos, la adición de materiales orgánicos y biofertilizantes. La implementación del manejo conservacionista del suelo utilizado permitió un incremento del 10,6 al 20,2 % del rendimiento de las cosechas, además de la disminución en los procesos erosivos con una retención de suelo máxima de 13,33 t ha⁻¹, el mantenimiento de los contenidos del pH y el incremento de los contenidos de fósforo asimilable y materia orgánica del suelo.

Palabras clave: conservación de suelos, degradación de suelos, erosión.

ABSTRACT. Conservation and improvement actions were taken to ensure the soil preservation in agricultural areas affected by erosion on a grayish brown soil of Sarduy farm in Cumanayagua, Cuba. The technology that was used included strip-till, crop rotation, live and/or dead barriers, channel terraces, contour farming and the addition of organic matter and biofertilizers. The implementation of the soil conservation-oriented management had an influence on the yield increase of 10.6 % - 20.2 %, on the decrease of the erosive processes with a retention of soils to 13.33 t.ha⁻¹, on maintaining the soil pH and on the increment of the assimilable P₂O₅ contents and soil organic matter.

Key words: soil conservation, soils degradation, erosion.

INTRODUCCIÓN

En Cuba se presentan los principales mecanismos y modalidades erosivas reportados por la literatura internacional especializada. Estudios realizados por el Instituto de Suelos reportan que la erosión de los suelos entre fuerte a media ocupan una extensión de 2,9 MMha, (Riverol et al., 1992). En la provincia de Cienfuegos los principales factores limitantes muestran afectaciones por la baja fertilización natural y el drenaje deficiente en los ocho municipios que la componen y por erosión en seis de ellos, siendo el municipio Cumanayagua el de mayor incidencia en este último factor limitante mencionado, con el 93,6 % de degradación por este concepto en su territorio (MINAGRI, 2012).

Resulta oportuno consignar que uno de los problemas en la actualidad lo constituye el uso racional y óptimo de los suelos, sin que se hayan alcanzado hasta el presente, resultados definitivos que permitan diagnosticar el uso y manejo más ajustado, en conformidad con los ambientes biofísicos que caracterizan a cada ecosistema (FAO, 2007).

En la Finca Sarduy existe degradación por erosión en la totalidad de sus campos lo que afecta el rendimiento de los cultivos, motivo por el cual se realiza el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el período comprendido entre los años 2008 y 2012, en áreas de la Finca Sarduy perteneciente a la cooperativa Tabloncito del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, Cuba. La finca posee un suelo Pardo Grisáceo (Hernández et al., 1999) medianamente erosionado con topografía ondulada. La misma tiene once campos que ocupan un área total de 11,42 ha dedicadas a cultivos varios. Además, el 40 % de los campos cuenta con riego. La precipitación anual promedio es de 1 524,7 mm.

El trabajo inicial en la finca Sarduy consistió en realizar un diagnóstico sobre la topografía del terreno (información obtenida del mapa 1:25 000), análisis de muestras de suelo, régimen pluviométrico, tipo y uso del suelo, recursos de mecanización agrícola, opinión de los productores y la planificación del trabajo a ejecutar.

Para determinar la magnitud de la erosión se utilizó el método descriptivo-comparativo mediante la técnica del perfil patrón. La información conseguida sobre el resto de los factores limitantes se extrajo del mapa 1:25 000 (MINAGRI, 2012) y de los datos obtenidos con los muestreos agroquímicos de los campos.

La determinación de las formas móviles de fósforo se obtuvo por el método colorimétrico de Oniani (NC-51, 1999). El pH en cloruro de potasio (pH KCl) fue determinado por el método potenciométrico, con relación suelo - solución 1:2,5, según la norma NC ISO 10390 (1999) y la materia orgánica por el método colorimétrico Walkley-Black (NC 52, 1999).

Para la medición de la eficacia de las prácticas utilizadas en el control de la erosión según el método de transeptos propuesto por Urquiza et al. (2011) se pesó la cantidad de suelo retenido en la parte superior de las medidas permanentes efectuadas.

El rendimiento de cada cultivo fue determinado en el momento de las cosechas. Con un dinamómetro se pesó la producción de diez áreas marcadas al azar en los campos: 2 m² de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), 3 m² de yuca (*Manihot esculenta*

Crantz), 3 m² de maíz (*Zea mays* L.), 3 m² de boniato (*Ipomoea batata* (L.) Lam.), 3 m² de pimiento (*Capsicum annum* L.) y 5,6 m² de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.).

En el presente trabajo se analizó la respuesta a la ejecución de una tecnología conservacionista que incluye el laboreo mínimo del suelo, la construcción de canales terrazas, la siembra de barreras vivas, la siembra en contornos y la adición de materiales orgánicos en cuatro campos de la finca, identificados con los nombres: La Ceiba, El Mango, El Jagüey y La Yúa.

Los resultados obtenidos de los análisis químicos del suelo y los rendimientos de los cultivos se sometieron a un análisis de ANOVA completamente aleatorizado con el programa Statgraphics Centurion XV Versión 15.2.05 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSION

Del diagnóstico realizado en la finca se obtuvo que dentro de los factores limitantes del rendimiento agrícola se encuentran la fertilidad natural, la pendiente del terreno, la erosión hídrica y la acidez (Tabla 1).

La fertilidad natural catalogada de baja ya que además de ser un suelo Pardo Grisáceo no evolucionado totalmente en su formación, ha sido sometido a la explotación intensiva sin tener en cuenta su protección y mejoramiento. La pendiente del terreno ondulada con valores de 3 - 14 % acorde a la topografía accidentada propia del municipio Cumanayagua que se sitúa en la falda del macizo Guamuhaya, y la erosión con grado medio ya que ha perdido el 47,4 % su horizonte genético más fértil (Horizonte A actual posee un promedio de 10 cm de espesor y dicho horizonte del perfil patrón del suelo Pardo Grisáceo es de 19 cm).

La degradación por erosión está asociada a factores naturales como la topografía, régimen pluviométrico elevado de 1 200–2 000 mm, concentrado fundamentalmente en el período de mayo a octubre y a la baja resistencia antierosiva de estos suelos según la clasificación de Shepashenko et al. (1983). A esto se suma la

Tabla 1. Resultados del diagnóstico y manejo conservacionista propuesto

Nombre de los Campos	Área (ha)	Pendiente (%)	Factores limitantes	Tecnología conservacionista
Jagüey	0,8	6-8	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, siembra de abonos verdes.
Eucalipto	2	6-8	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación restos de cosecha.
King-Grass	1	5-6	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
Fruta Bomba	0,66	3-4	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
El Limón	1,25	8-10	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, canal terraza, barreras vivas, contorno, adición materiales orgánicos, incorporación restos de cosecha.
La Yúa	2	3-5	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación restos de cosecha.
Algarrobo	0,62	4-6	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, siembra de abonos verdes.
El Mango*	2	6-8	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, canal terraza, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos.
La Ceiba	2	12-14	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, canales terrazas, barreras vivas, incorporación de restos de cosechas, adición de materiales orgánicos.
Guácima	1,16	4-6	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosechas.
Aguacate	0,42	3-5	Erosión, fertilidad, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, contornos, adición de materiales orgánicos, incorporación restos de cosechas, siembra de abonos verdes.

*En El Mango se propone el montaje de áreas para usar la lombricultura y producir compost

acción antrópica, que acelera el proceso de erosión geológica o natural al no tener en cuenta de forma general, un manejo de las tierras que incluya las prácticas de protección y de mejoramiento.

Brinkman (2011) expresa que en la degradación acelerada de los suelos por la acción de los seres humanos, interviene la degradación física, donde las partículas son salpicadas y transportadas por la acción del agua de lluvia, mientras que la

degradación química reduce la capacidad de nutrir las necesidades de las plantas.

En base al diagnóstico realizado se propuso, de conjunto con los propietarios, la tecnología de conservación y/o mejoramiento a utilizar en cada campo, la que se describe en la tabla antes mencionada. En ella se incluyen una mezcla de labores agrotécnicas con labores mecánicas sencillas, la mayoría, basadas en los resultados obtenidos por Arteaga *et al.* (1990) y Hernández *et al.* (2002), y que estuvieran al alcance de los recursos propios de la finca pues no se llevaron a

efecto la totalidad de las medidas necesarias como fue la siembra de abonos verdes.

El efecto de la implementación de las tecnologías propuestas sobre el rendimiento de los cultivos fue favorable con un incremento promedio de 10,6 % a 20,2% con relación al rendimiento inicial de cada finca (Figura 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Las bondades de la adición del humus de lombriz, estiércol vacuno descompuesto o compost, unido a la ejecución de medidas conservacionistas (canales terrazas, barreras vivas, labranza mínima, siembra

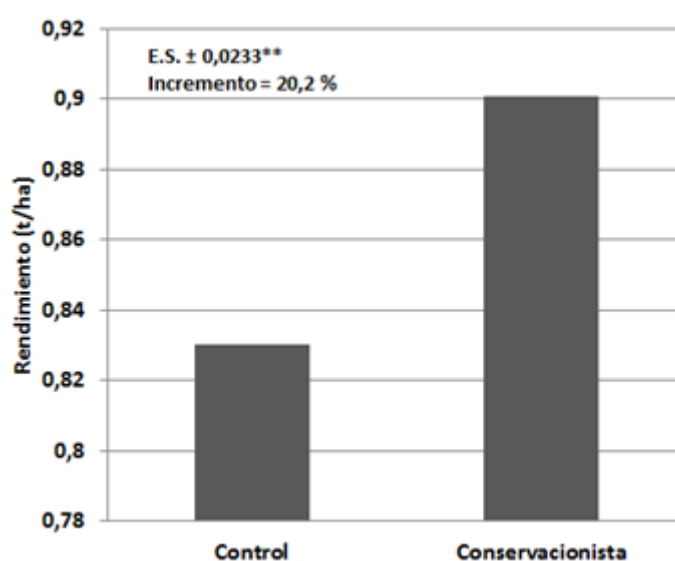


Figura 1. Efecto del manejo conservacionista en el rendimiento del cultivo del frijol común

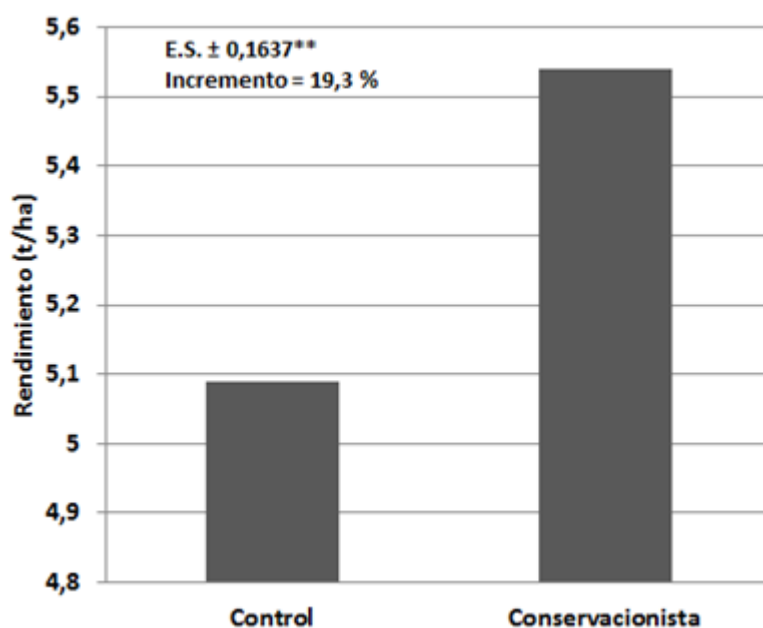


Figura 2. Efecto del manejo conservacionista sobre el rendimiento del pimiento

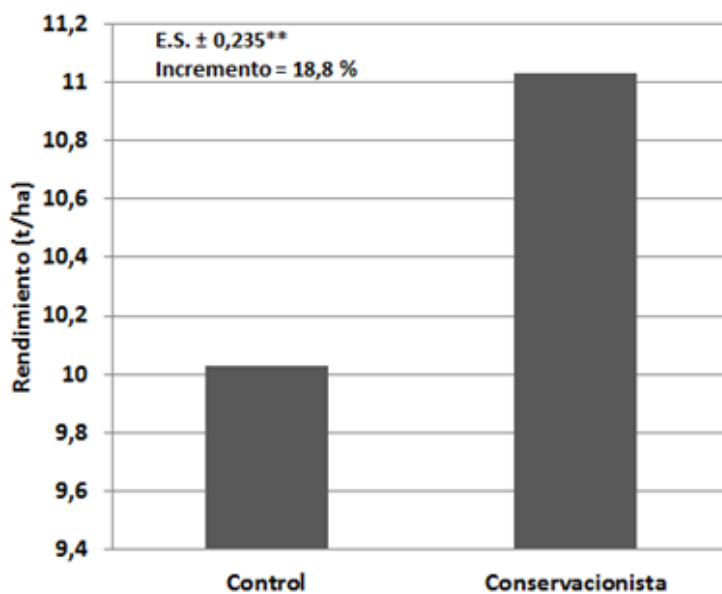


Figura 3. Efecto del manejo conservacionista en el rendimiento del tomate

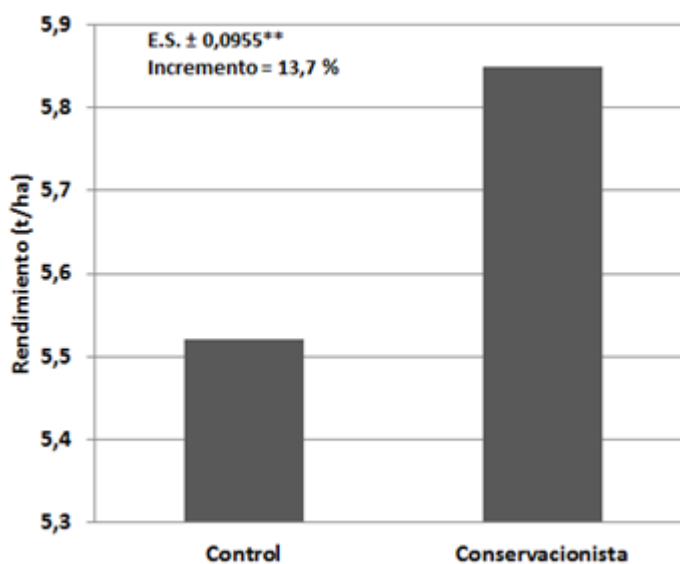


Figura 4. Efecto del manejo conservacionista sobre el rendimiento del boniato

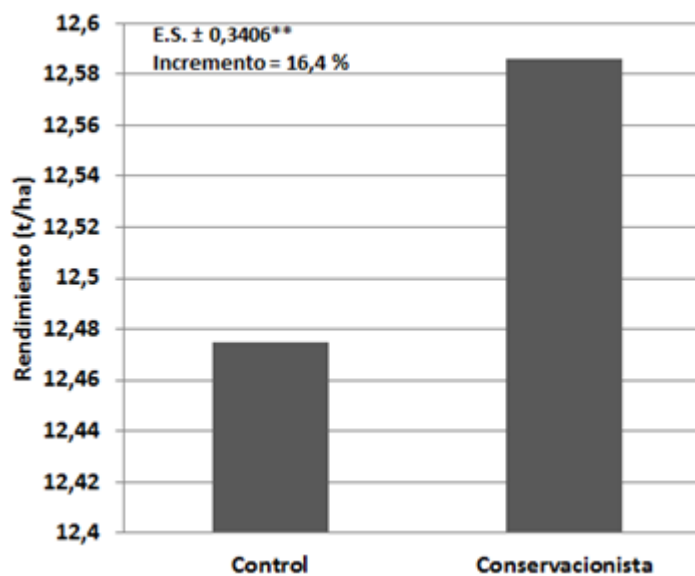


Figura 5. Efecto del manejo conservacionista sobre el rendimiento del yuca

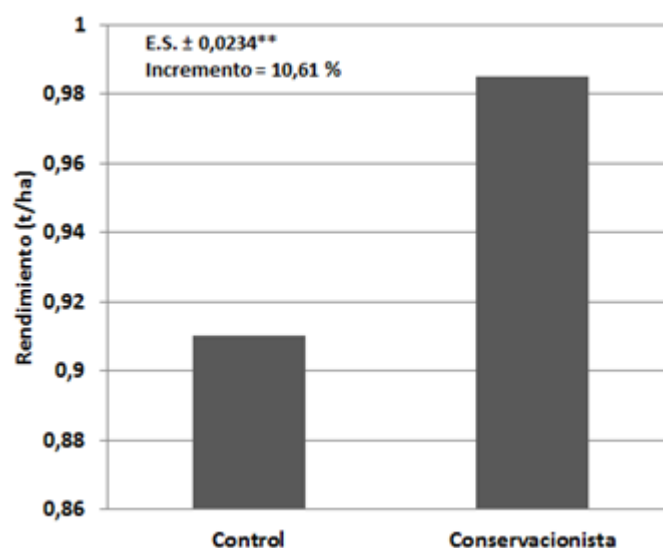


Figura 6. Efecto del manejo conservacionista en el rendimiento del maíz

en contorno) se pudo constatar en los cuatro campos evaluados, pues los productos de aplicaron a todos los cultivos en el momento de la siembra.

Referente al uso de materiales orgánicos, Balmaseda y Ponce de León (2009) afirman que la materia orgánica influye en la resistencia de los suelos a la erosión y es un elemento favorecedor en la composición tanto física, química como biológica del suelo, puede formar además un complejo con las arcillas que reduce la capacidad de los agregados a humedecerse e impide que el agua destruya la estructura del suelo. De ahí la importancia de aplicarla, independientemente de su fuente, cuando existen suelos con bajos contenidos en materia orgánica.

El uso de un conjunto de medidas que incluyen una mezcla de prácticas conservacionistas de mejoramiento y su influencia en el rendimiento de las cosechas se pudo apreciar en todos los cultivos evaluados.

En esta zona edafoclimática de Cuba se han realizado investigaciones destinadas a la utilización de medidas agroproductivas para la conservación y mejoramiento de los suelos tabacaleros (Cancio *et al.*, 1990), de los utilizados en la producción de viandas, hortalizas y pastos (Arteaga *et al.*, 1990), y los escogidos para producir abono verde (Aguilar *et al.*, 2011). Dichos estudios aportan efectos favorables en los indicadores químico-físicos del suelo, el control de la erosión hídrica y el rendimiento de las cosechas.

Al examinar los resultados analíticos del suelo al inicio y final del año de estudio (Tabla 2), se apreció que hubo poca variación en los contenidos del pH y un incremento, aunque no significativo, en los contenidos de fósforo asimilable y materia orgánica. Solo se observaron diferencias estadísticas en el fósforo asimilable y la materia orgánica del campo Jagüey, lo que puede estar asociado con la aplicación del material orgánico debido a que fue superior al resto de los campos (6 t.ha⁻¹ vs. 4 t.ha⁻¹).

Varios autores han referido que el estiércol vacuno en dosis de 25 a 30 t.ha⁻¹ incorpora una gran cantidad de fósforo que se va haciendo asimilable paulatinamente, de ahí que su residualidad sea de dos a tres años (Hernández *et al.*, 1989). Dicha tendencia no fue apreciada en tres de los cuatro campos evaluados ya que las cantidades del material orgánico utilizado fueron bajas comparadas con las referidas por estos autores. Sin embargo, los investigadores mencionados comprobaron que al utilizar aplicaciones de 30 t.ha⁻¹ de estiércol vacuno, el contenido de materia orgánica en el suelo tiende a valores semejantes al inicial y no a un incremento significativo.

En sentido general, los parámetros medidos que dan indicios de rehabilitación no son satisfactorios para el grado de deterioro del suelo en los campos de la finca, por lo que se necesita utilizar materiales orgánicos como medida agronómica pero no de forma localizada en los surcos, sino, aplicarlos en toda el área, lo que permite que sean incorporados como enmendantes y no solo como fuente de macroelementos, que es la forma usual en áreas

Tabla 2. Influencia de las tecnologías conservacionistas y de mejoramiento utilizadas en algunas propiedades del suelo

Campos	pH inicio (KCl)	pH final (KCl)	C.V. (%)	E.S. ±
Jagüey	4,69	4,61	5,65	0,0586 n.s.
Yúa	4,53	4,55	5,70	0,0578 n.s.
Ceiba	4,52	4,60	5,46	0,0556 n.s.
Mango	4,54	4,55	3,65	0,0371 n.s.
	P ₂ O ₅ inicial mg, 100g ⁻¹	P ₂ O ₅ final mg, 100g ⁻¹		
Jagüey	11,19 b	13,40 a	13,58	0,3734**
Yúa	10,10 b	11,65 a	12,55	0,3053 **
Ceiba	11,67	12,18	10,93	0,2915 n.s.
Mango	10,97	11,25	9,92	0,2466 n.s.
	MO inicial %	MO final %		
Jagüey	1,76 b	1,95 a	7,94	0,0329**
Yúa	1,89	1,89	7,93	0,0323 n.s.
Ceiba	1,86	1,86	10,33	0,0439 n.s.
Mango	1,82	1,88	7,83	0,0324 n.s.

*Letras desiguales en las filas difieren para $p < 0,01$

agrícolas. La materia orgánica, es de suma importancia en los procesos de rehabilitación, no solo por los nutrientes que aporta, sino por la cantidad de microorganismos que añade a la vida del suelo (FAO, 2007).

Es así que la ejecución de la totalidad de las medidas propuestas cobra vital importancia sobre la base del diagnóstico inicial y la utilización sistemática de prácticas orgánicas. Las que deben ser mantenidas en las áreas donde se realizan además de comenzar en las que no se ejecutan, como una vía al alcance de los productores, para mejorar y/o conservar el bien natural suelo.

La ejecución de barreras vivas y canales terrazas unidas a medidas agronómicas permitieron retener desde 7,93 a 13,33 t.ha⁻¹, lo que evitó la pérdida del suelo por la erosión y con ello, de los nutrientes y materia orgánica (Tabla 3). Estos datos alertan que la protección de los suelos en esta finca es una necesidad imperiosa del ahora.

La mayor afectación por erosión hídrica fue en el campo La Ceiba, debido a que posee una pendiente superior y los procesos erosivos guardan una relación estrecha con este elemento topográfico, pues la erosión se incrementa a medida que existe mayor inclinación en los terrenos (Anaya *et al.*, 1977 y FAO, 2011).

Tabla 3. Suelo retenido en los campos que poseen canal terraza y barreras vivas

Nombre del campo	Área (ha)	Pendiente (%)	Tecnología conservacionista	Largo total (m)	Suelo retenido (t.ha ⁻¹)
La Yúa	2,0	4-6	LM,C, BV(vetiver)	250	8,30
El Mango	2,0	6-8	LM,C, BV (King-grass)	150	8,03
Jagüey	0,8	6-8	LM,C, BV(vetiver)	100	7,93
La Ceiba	2,0	12-14	LM,T,C	150	13,33

LM-Labranza mínima; BV-Barrera viva; T-canal terraza; C-contorno

Al respecto Riverol *et al.* (2001) y Hernández *et al.*, (2002) detectaron que la utilización de tecnologías conservacionistas en diferentes condiciones edafoclimáticas y para diversos cultivos, atenuaron el 25 al 90 % de las pérdidas de suelo e incrementaron del 20 al 129 % el rendimiento de las cosechas. Dichos estudios aportaron herramientas para el desarrollo de actitudes dirigidas a la protección del suelo en el territorio de la región central de Cuba. Estos autores señalaron que a partir del 2004, se llevan las tecnologías a la práctica acompañadas de la capacitación con métodos participativos, teniendo en cuenta la opinión y el conocimiento de los productores.

CONCLUSIONES

La implementación del manejo conservacionista del suelo en la Finca Sarduy incrementó el rendimiento de las cosechas en 10,6 a 20,2 %, disminuyó los procesos erosivos con una retención de suelo que oscila entre 7,93 a 13,33 t.ha⁻¹, mantuvo estable el pH del suelo e incrementó los contenidos de fósforo asimilable y la materia orgánica del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anaya, M.; M. Martínez; A. Trueba; B. Figueroa y O. Fernández: Manual de Conservación del suelo y del agua. Editorial del Colegio de Postgraduados de Chapingo, Chapingo, México. 1977, 584 p.
2. Aguilar, Y.; M. Riverol; E. Cabrera; C. Hernández y G. León: Manual para el manejo del abonado en verde en suelos dedicados a cultivos varios. Edit. CIGEA, La Habana, Cuba. 2011, 30 p. ISBN: 978-959-287-026-0.
3. Arteaga, O.; T. Cancio; C. Hernández; U. Ávila; J. Ruíz y W. Espinosa: Conjunto de medidas agroproductivas como cultivo intercosecha, aplicación de abonos verdes y coberturas que permitan disminuir la erosión del suelo y aumentar los rendimientos de los principales cultivos económicos en café, cítricos, viandas y pastos. Informe Final del Resultado 004 – 16 – 34, Instituto de Suelos, La Habana, Cuba. 1990, 68 p.
4. Balmaseda, E.C. y D. Ponce de León: Evaluación de tierras con fines agrícolas. Edit., Científico Técnica, La Habana, Cuba. 2009, 118 p.
5. Brinkman, R.: Indicadores de la calidad de la tierra: aspectos del uso de la tierra, del suelo y de los nutrientes de las plantas. 2011. En sitio web: <http://www.fao.org/docrep/004> Consultado en septiembre, 2011.
6. Cancio, T.; F. Peña; C. Hernández y J. L. Peña: Conjunto de medidas agroproductivas para ser utilizadas en la elaboración de un Instructivo Técnico para la conservación y mejoramiento de los suelos tabacaleros. Informe Final del resultado 004 - 21 - 40. Instituto de Suelos, La Habana, Cuba. 1990, 97 p.
7. FAO: Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: obstáculos, lecciones y desafíos para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. Foro sobre la aplicación regional del desarrollo Sostenible, Santiago de Chile. 2007, 351 p.
8. FAO: Consideraciones y limitaciones para el uso de indicadores en la agricultura sostenible y el desarrollo rural. 2011. En sitio web: <http://www.fao.org/docrep/004/> consultado en octubre, 2011.
9. Hernández, A.; J.M. Pérez; D. Bosch y L. Riverol: Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de Suelos, MINAG, Ciudad de la Habana, Cuba. 1999, 64 p.
10. Hernández, C.; O. Arteaga y P. Muñoz: Efecto de la aplicación del estiércol vacuno sobre un suelo Pardo Grisáceo. *Cienc. Téc. Agric. Suelos y Agroquímica* 12 (1): 43 – 52, 1989.
11. Hernández, C.; G. León; F. Peña; [et al.]: Erosión hídrica en la región Escambray. Efecto del establecimiento de medidas para su control. En VII Seminario Científico – Técnico en saludo al XXX Aniversario de la Estación Experimental de suelos “Escambray”, Cienfuegos, Cuba, 2002. ISBN: 959-257-060-4.
12. MINAGRI: Mapa básico de los suelos 1: 25 000 de la Provincia de Cienfuegos, Actualización digital, Dirección Provincial de Suelos, Instituto de Suelos, Cienfuegos, Cuba. 2012.
13. NC-51: Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porcentaje de materia orgánica. Primera edición, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba. 1999, 9 p.

14. NC-52: Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Primera edición, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba. 1999, 12 p.
15. NC-ISO-10390: Calidad del suelo. Determinación de pH. Primera edición, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba. 1999, 10p.
16. Riverol, M.; F. Peña; E. Cabrera; [et al.]: Sistemas de medidas para el control de la erosión en dos agroecosistemas frágiles de Cuba. En Memoria del XV Congreso Latino Americano y V Cubano de la Ciencia del suelo, Noviembre 11-16, Varadero, Cuba, 2004. ISSN: 1602-1876.
17. Riverol M.; F. Peña; C. Romero, et al.: Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación del suelo. Agrinfor. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. ISBN 959-246-042-6, 39 p. 1992.
18. Shepashenko, G.L.; M. Riverol; A. Hernández y A. Calzada: Resistencia antierosiva de los principales suelos agrícolas de Cuba. *Cienc. Agric.* 16: 104-119, 1983.
19. Urquiza, N.; C. Alemán; L. Flores, *et al.*: Manual de procedimientos Manejo sostenible de tierras. Edit. CIGEA, La Habana, Cuba. 2011, 186 p.

Recibido: 11/09/2014

Aceptado: 05/06/2015