

ARTICULOS GENERALES

Conservación y mejoramiento de suelos de relieve llano a ondulado a partir de indicadores químicos y físicos

Conservation and improvement of floors of flat relief to wavy starting from chemical and physical indicators

Mirna Vento Pérez, Ricardo Caballero Álvarez, Orlando Pacheco Borroto, Roberto Cabezas Andrades, Ignacio Corrales Garriga, Osmany Martín, Omar Roguet, Irayda Castro, Juan C. Driggs, Mario Sánchez Guillén y Delvis Martínez.

1. Instituto de Suelos. Dirección Provincial. Camagüey. Cacocum # 11, Reparto Puerto Príncipe, Camagüey.

E-mail: direccion@suelos.eimanet.co.cu

RESUMEN. El sistema de medidas de conservación en los suelos potencialmente erosionables de relieve llano a ondulado de la región centro oriental del país, ha sido introducido en tres provincias de esta región, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Las Tunas, con el objetivo fundamental de amortiguar las pérdidas de suelo y nutrientes provocadas por las escorrentías de las lluvias. Con estas se mejoran las propiedades físicas y químicas de los suelos, lo que se demuestra a través de los resultados obtenidos en los campos demostrativos establecidos en cada una de las provincias donde se ejecutó el proyecto. En todos los campos se introdujo el sistema de labranza conservacionista, el uso de implementos ligeros y se estableció el sentido correcto del laboreo según el grado de pendiente, que incluye la preparación del suelo perpendicular a la misma, la siembra en contorno y franjas *buffer*, barreras vivas así como pequeños tranques y canales de desagüe. Se mantuvo el suelo cubierto con cultivos, deteniendo en gran medida los procesos degradativos que ocurren en estas áreas producto de los arrastres provocados por las lluvias. Las medidas de conservación y mejoramiento fueron generalizadas en un total de 4 227,96 ha en la provincia de Sancti Spíritus, 1 404,00 ha en Ciego de Ávila y 3524.00 ha en Las Tunas. Los rendimientos obtenidos en las áreas demostrativas se incrementaron con las medidas aplicadas. Se capacitó a 2 712 personas, entre productores, especialistas, directivos y población en la necesidad de cuidar y conservar el suelo, como uno de los recursos más importantes de la naturaleza y cómo hacerlo.

Palabras clave: Conservación, suelos, pendiente.

ABSTRACT. The measures system of conservation in the potentially erosionable soils of flat to wavy relief of the region oriental center of the country it has been introduced in three provinces of this region Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, The Tunas. The main objective is decreasing the soils and nutrients losses caused by erosion and the rains. The physical and chemical properties of soils were improved; it is demonstrated through the results obtained in the demonstrative fields. The slight machinery was introduced according to the slope degree, perpendicular to slope, the sows in sinuous line and fringes *buffer*, alive barriers as well as small barricade, drainage channels were used in these fields. The soils were covered with cultivations, the degradations of soils decrease. The conservation measures and improvement were generalized in a total of 4 227, 96 there is in the county Sancti Spíritus, 1 404.00 ha in Ciego de Ávila and 3 524.00 there are in The Tunas. The yields obtained in the areas demonstrative were increased with the applied measures. It was qualified 2 712 people, among producers, specialists, directive and population in the necessity to take care and to conserve the soils, like one of the most important resources in nature.

Key words: Conservation, soils, slope.

INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo es el resultado de una relación no armónica entre el suelo y el agua, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante. La erosión hídrica provoca daños a la estructura del suelo y lo arrastra hacia la fuente de abasto, contaminándola.

Como consecuencia se están degradando los recursos naturales lo que afecta la vida de millones de personas y constituye una amenaza para el futuro desarrollo de la región. Más del 40 % de los suelos cubanos presentan afectaciones por erosión, lo

que es alarmante ya que afecta directamente los rendimientos agrícolas.

Es por ello que la implantación de un programa en función de proteger los recursos básicos resulta inaplazable, si se quiere emprender una lucha en busca de un desarrollo sostenible. La conservación del recurso suelo será factible ofreciendo técnicas y prácticas que no solamente eviten y controlen la erosión, sino que generen un incremento de la producción.

Camagüey, una de las provincias de mayor extensión del país, donde predominan los suelos potencialmente erosionables de relieve llano a ondulado, no está exenta de los procesos de degradación por erosión hídrica. El GLPCDS, (1999) afirma que el proceso de degradación y desertificación en la provincia abarca la mayor parte del territorio y que el 75 % de las áreas están afectadas en mayor o menor grado por la erosión. Teniendo en cuenta estos antecedentes y los trabajos previos desarrollados por Pacheco et al., (1999) y Mendoza et al. (2000), que dieron lugar a la "Metodología para la Conservación de los Suelos Potencialmente Erosionables con Relieve Llano a Ondulado", se generalizaron las medidas de conservación en tres provincias de la región centro oriental del país, con el objetivo de amortiguar las pérdidas de suelo y nutrientes producidas por los efectos de la erosión, causa fundamental de la pérdida de la capacidad productiva de los suelos agrícolas cultivados, en forma intensiva, con un manejo no adecuado. Además se capacitó a los productores y directivos sobre la necesidad de cuidar y conservar el suelo, como uno de los recursos más importantes de la naturaleza y cómo hacerlo para mantenerlo productivo para las generaciones futuras.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la provincia de Sancti Spíritus se seleccionó un campo demostrativo en Flor del Campo, Granja Pojabo, perteneciente a la Empresa Cultivos Varios Banao, municipio de Sancti Spíritus, área que se encuentra situada en la Cuenca Hidrográfica Zaza. El suelo del campo demostrativo es ferralítico rojo típico, según Hernández et al. (1999) y por los estudios del mapa 1: 25 000, la pendiente se clasifica como casi llana. Área del campo demostrativo 2 ha.

En la provincia de Ciego de Ávila el campo demostrativo se ubicó en un área de la CPA Roberto Carvajal, ANAP, municipio de Florencia, perteneciente a la Cuenca Hidrográfica Chambas. Este campo presenta un suelo pardo grisáceo mullido, según Hernández et al. (1999), en el mapa 1: 25 000, se localiza con un predominio de la pendiente de ligeramente ondulada. Área del campo demostrativo 2 ha.

En la provincia de Las Tunas se estableció el campo demostrativo en un área perteneciente a la CPA Calixto Sarduy, de la Empresa Cuenca Lechera del propio municipio de Las Tunas, esta se encuentra enclavada en la Cuenca Hidrográfica Río Potrero. El área seleccionada presenta un suelo pardo grisáceo mullido, según Hernández et al. (1999) y por los estudios genéticos del mapa 1: 25 000, cuenta con una topografía de ligeramente ondulado a ondulado. Área del campo demostrativo 1,8 ha.

Evaluaciones

Se tomaron muestras de suelo en cada campo demostrativo de las tres provincias donde se desarrolló el proyecto. Las muestras fueron tomadas en la zona alta del campo o zona de erosión (3) y en la zona baja o zona de acumulación (3), a una profundidad de 20 cm. El muestreo se realizó antes de la aplicación de las medidas de conservación y mejoramiento y posterior a la aplicación de las mismas, para conocer el efecto de estas sobre las propiedades químicas y físicas del suelo.

Se determinaron los contenidos de P_2O y K_2O según la Norma Cubana 52 (ONN, 1999), M.O según la Norma Cubana 51 (ONN, 1999) y pH se determinó según la Norma Cubana ISO 10390. (ONN, 1999)

El análisis textural de 4 fracciones se realizó según la Norma Ramal 408. (MINAG, 1981)

Se tomaron los rendimientos obtenidos en los campos demostrativos antes y después de aplicadas las medidas de conservación y mejoramiento del suelo, así como se determinó el valor del incremento ($\$.t.ha^{-1}$) teniendo en cuenta los precios de venta de cada cultivo.

Precios de venta de los cultivos empleados en los campos demostrativos. Malanga: 4840,00 \$.t⁻¹; plátano burro:1320.00 \$.t⁻¹; boniato 1408,00 \$.t⁻¹; frijol negro 1210.00 \$.t⁻¹ y piña 2860.00 \$.t⁻¹.

Para la interpretación y procesamiento de los datos se utilizó el Microsoft Word como procesador de texto. El análisis estadístico se realizó a través del SPSS versión 11.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en las tablas 1, 2 y 3, en todos los campos demostrativos escogidos se realizó la preparación del terreno con el laboreo mínimo como sistema conservacionista, lo que propició que el suelo quedara listo con solo 2 ó 3 labores, lo que se corrobora con Hernández *et al*, (1998) y Pacheco *et al*, (2003 b).

correcta de los surcos, ya que los suelos labrados se destruyen por la erosión incluso en áreas con pendientes menores del 1 %, cuando a simple vista parece que se trata de una superficie llana.

El manejo de la pendiente se realizó con la siembra en contorno y en contra de la mayor pendiente, según el grado y dirección de la misma en los campos, ya que como plantean el CNSF (1984), Castro *et al*. (1989) es preciso tener presente la dirección

En el caso de la provincia de Sancti Spíritus fue necesario realizar la siembra en contorno ya que el campo presenta pendientes en dos direcciones, aunque estas son ligeras, es importante aplicar una medida sencilla, pero a la vez segura de que el suelo sufra menos arrastres, debido a que el riego es por aniego y tiene más riesgos a la erosión, si no se maneja adecuadamente.

Tabla 1. Medidas aplicadas en el campo demostrativo de la provincia de Sancti Spíritus

Campo: Granja Pojabo. Emp. Cultivos Varios Banao.		
Superficie: 2 ha. Suelo: Ferralítico Rojo típico. Pendiente: 0.5-2 %.		
pH: 6,85. Riego: Por aniego.		
Año	Cultivos	Medidas empleadas.
1-2	Malanga	Siembra en contorno, aplicación de materia orgánica, laboreo mínimo.
2-3	Plátano	

Tabla 2. Medidas aplicadas en el campo demostrativo de la provincia de Ciego de Ávila

Campo: CPA Roberto Carvajal. ANAP Florencia.		
Superficie: 2 ha. Suelo: Pardo Grisáceo mullido. Pendiente: 2-5 %		
pH: 5.3. Riego: Por aspersión.		
Año	Cultivos	Medidas empleadas.
1-2	Boniato	Siembra en contra de la mayor pendiente, aplicación de materia orgánica, laboreo mínimo.
2-3	Frijol	

Tabla 3. Medidas aplicadas en el campo demostrativo de la provincia de Las Tunas

Campo: CPA Calixto Sarduy. Empresa Cuenca Lechera. Las Tunas.		
Superficie: 1.8 ha. Suelo: Pardo Grisáceo mullido. Pendiente: 2-5 %		
pH: 5.05. Riego: Por aspersión.		
Año	Cultivos	Medidas empleadas.
1	Barbecho (dedicado a pastos)	Recuperación del área. Organización antierosiva, relleno y nivelación del área, independización hídrica.
2-3	Piña	Siembra en contra de la mayor pendiente, laboreo mínimo, aplicación de materia orgánica.

En las tablas 4, 5 y 6 se presentan los indicadores químicos y físicos del suelo en los campos demostrativos correspondientes a cada provincia.

Provincia de Sancti Spíritus.

En la provincia de Sancti Spíritus (tabla 4), se observa que las medidas de conservación han contribuido a amortiguar las pérdidas de nutrientes y por ende el proceso erosivo, existiendo diferencia significativa en el caso del contenido de potasio y la materia orgánica entre el inicio y el final de la experiencia, lo que demuestra la efectividad de las medidas realizadas. En el caso del fósforo no hay diferencia significativa, pero es apreciable el cambio ocurrido.

En el aspecto textural, se aprecia una mejoría en las propiedades físicas del suelo; esto se corrobora con lo obtenido por Mendoza *et al.* (2000) y Pacheco *et al.* (2003 a) en suelos de similar topografía. Por otra parte, la incorporación de materia orgánica es importante en la recuperación de los nutrientes del suelo, por lo que al cabo del tiempo, esto pudo haber influido en que los contenidos de P_2O_5 , K_2O y M.O. fueran superiores, con diferencia significativa en el contenido de potasio y materia orgánica.

Tabla 4. Análisis químico y físico del campo demostrativo de la provincia de Sancti Spíritus

INDICADORES	INICIO	FINAL	E.x:
P_2O_5 (mg. 100g ⁻¹)	20,24	30,98	3,162 ns
K_2O (mg. 100g ⁻¹)	16,73 ^b	24,16 ^a	1,480 *
M.O (%)	1,33 ^b	1,95 ^a	0,094 *
A. Gruesa. (%)	1,46	12,78	1,248 ns
A. Fina (%)	13,29	15,16	1,408 ns
Limo (%)	10,76	11,91	0,821 ns
Arcilla (%)	62,48	60,15	0,993 ns

Tabla 5. Análisis químico y físico del campo demostrativo de la provincia de Ciego de Ávila

INDICADORES	INICIO	FINAL	E.x:
P_2O_5 (mg. 100g ⁻¹)	13,75	19,45	1,578 ns
K_2O (mg. 100g ⁻¹)	14,58	16,66	0,8020 ns
M.O (%)	1,55	1,89	0,207 ns
A. Gruesa. (%)	11,84	10,58	1,331 ns
A. Fina (%)	49,39	48,14	3,620 ns
Limo (%)	21,62	26,18	2,915 ns
Arcilla (%)	17,15	15,11	1,895 ns

En la provincia de Ciego de Ávila, no se observa diferencia significativa en los indicadores químicos y físicos (Tabla 5), existiendo solamente ligeros cambios que indican un proceso de recuperación, por lo que es necesario mantener las medidas, esto coincide con otros autores como Pacheco et al, (1999) y Mendoza et al. (2002),.

En Las Tunas (Tabla 6), se aprecia similar comportamiento, en los indicadores químicos existe diferencia significativa en el contenido de materia orgánica, lo cual indica una recuperación de la fertilidad del suelo; el resto de los componentes químicos y físicos presentan una tendencia a la recuperación, al encontrarse un ligero incremento de los valores al finalizar el proceso.

Tabla 6. Análisis químico y físico del campo demostrativo de la provincia de Las Tunas

INDICADORES	INICIO	FINAL	E x:
P ₂ O ₅ (mg 100g ⁻¹)	5,48	4,18	0,177 ns
K ₂ O (mg 100g ⁻¹)	9,58	13,33	0,841 ns
M.O (%)	2,38 ^b	3,12 ^a	0,139 *
A. Gruesa. (%)	22,33	22,91	1,711 ns
A. Fina (%)	42,83	43,22	1,448 ns
Limo (%)	16,85	17,02	0,312 ns
Arcilla (%)	17,99	19,10	0,480 ns

Tabla 7. Rendimientos alcanzados en los campos demostrativos con la aplicación de las medidas de conservación y mejoramiento del suelo

Sancti Spiritus.						
Cultivos	Rdto (t.ha ⁻¹) Antes	Rdto (t.ha ⁻¹) Después	Incremento (t.ha ⁻¹)	Valor del incremento (\$ t. ha ⁻¹)	Costo de las medidas (\$ ha ⁻¹)	Beneficio (\$ ha ⁻¹)
Malanga	5,0	7,6	2,6	12 584,00	385,5	15 366,5
Plátano	33,3	35,7	2,4	3168,00		
Total	38,3	43,3	5,0	15 752,00		
Ciego de Ávila.						
Cultivos	Rdto (t.ha ⁻¹) Antes	Rdto (t.ha ⁻¹) Después	Incremento (t.ha ⁻¹)	Valor del incremento (\$ t. ha ⁻¹)	Costo de las medidas (\$ ha ⁻¹)	Beneficio (\$ ha ⁻¹)
Boniato	7,2	12,5	5,3	7462,4	380,5	7 590,1
Frijol	0,78	1,2	0,42	508,2		
Total	7,98	13,7	5,72	7 970,6		
Las Tunas						
Cultivos	Rdto (t.ha ⁻¹) Antes	Rdto (t.ha ⁻¹) Después	Valor de la producción (\$ t.ha ⁻¹)		Costo de las medidas (\$ ha ⁻¹)	Beneficio (\$ ha ⁻¹)
Barbecho	-	-	4 690,4		380,5	4 309,90
Piña	-	Despunte-1,64				

En los suelos de relieve llano a ondulado, con pendientes entre 2 % y 5 %, ha sido demostrado por Mendoza *et al.* (2003) que ocurren pérdidas de suelo y nutrientes en la capa arable, estas alcanzan valores entre 10 y 16 t.ha⁻¹.año⁻¹, si tenemos en cuenta estos valores, se puede estimar que, durante la implementación de las medidas de conservación en el período de los tres años, se evitó que se perdieran 58 t.ha⁻¹.año⁻¹ de suelo en las tres áreas demostrativas estudiadas.

Beneficio económico

En el Tabla 7, se observa que al aplicar las medidas de conservación y mejoramiento, se produce un incremento de los rendimientos. Estos se comparan antes y después de la aplicación de estas medidas. Como es de estimarse, este beneficio alcanzado en las áreas demostrativas, tiene una mayor repercusión si se consideran todas las áreas conservadas y mejoradas en cada provincia.

CONCLUSIONES

1. Las medidas de conservación aplicadas en los campos demostrativos en las tres provincias, tuvieron en efecto positivo sobre las características químicas y físicas del suelo, ya que las pérdidas de suelo y nutrientes fueron amortiguadas.

2. Con la aplicación de las medidas de conservación y mejoramiento en los campos demostrativos, se alcanzó un beneficio económico de 15 353.3 \$.t.ha⁻¹ en la provincia de Sancti Spíritus, de 7 589.0 \$.t.ha⁻¹ en Ciego de Ávila y en Las Tunas de 4 308.80 \$.t.ha⁻¹.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castro, N.; C. Ronzoni; J. M. Llanes; M. Riverol y E. Valero: Comprobación de la eficacia de la dirección de los surcos en el control de la erosión en el cultivo del tabaco, Inédito. Instituto de Suelos, La Habana, 8 p.p., 1989.

2. CNSF. Centro Nacional de Suelo y Fertilizantes: La erosión de los suelos como resultado del uso incorrecto de la tierra, MINAG, CIDA, La Habana, 34 p.p, 1984.

3. GPLCDS: Grupo Provincial de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en la provincia de Camagüey. I Taller Provincial de Desertificación, Camagüey, CITMA, 25 p.p., 1999.

4. Hernández, A.; J. M. Pérez y D. Bosh: *Nueva versión de la clasificación genética de los Suelos de Cuba*,

“Reglas de clasificación”. Instituto de Suelos. MINAG Ciudad de la Habana, Cuba, 1999.

5. Hernández, S.; C. Ronzoni y H. Bouza: “Oportunidad y limitaciones para el laboreo mínimo”, revista *Cañaveral* 4 (1): 42 - 47, 1998.

6. Mendoza, L. *et al.*: Suelos con relieve llano a ondulado; en peligro de degradación por erosión hídrica. Resumen, 30 Aniversario de la Estación de Suelos Escambray, VII Seminario Científico-Técnico, 2002.

7. Mendoza, L.; O. Pacheco; M. Vento; R. Barroso y M. Sánchez.: “La cubierta vegetal como amortiguadora de los procesos erosivos en suelos con relieve llano a ondulado. I. Efectividad de algunos cultivos protectores del suelo”. *Centro Agrícola*, 4, pp.76-79, 2003.

8. Mendoza, L.; O. Pacheco; M. Vento; R. Cabezas y M. Sánchez: Informe final PR-12. Metodología ampliada para el uso, manejo y conservación de los suelos con relieve llano a ondulado, Instituto de Suelo, p 34, 2000.

9. MINAG : NRG. 408. Suelo. Análisis mecánico. Determinación, 18 p.p., 1981.

10. ONN: NC-51. Calidad del suelo. Análisis químico determinación del por ciento de materia orgánica, 9 p.p., 1999.

11. ONN: NC-52. Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, 12 p.p., 1999.

12. ONN: NC-ISO 10390. Calidad del suelo-Determinación de pH, 9 p.p., 1999.

13. Pacheco, O.; L. Mendoza; M. Vento y M. Sánchez: La producción de alimentos en un agroecosistema potencialmente erosionable de la provincia de Camagüey, Informe final del proyecto 00200023. PNCT. Inst. de Suelos, p. 43, 1999.

14. Pacheco, O.; L. Mendoza; M. Vento; R. Cabeza y M. Sánchez: Generalización de la metodología para la conservación de suelos de relieve llano a ondulado. Informe final Proyecto territorial 0908008, 25 p.p., 2003a.

15. Pacheco, O.; L. Mendoza; M. Vento; R. Cabeza y M. Sánchez: “Conservación de suelos en agroecosistemas potencialmente erosionables de la provincia de Camagüey”. *Centro Agrícola* 30(4): 72-75, 2003b.

Recibido: 21/10/2009

Aceptado: 18/12/2009