

Conservación de biodiversidad a través de la recuperación de los suelos en el Área Protegida de Recursos Manejados Sierra del Rosario, Cuba

Biodiversity conservation through soils recovery in the Protected Area of Managed Resources Sierra of the Rosario, Cuba

Juan Carlos Cordero Acosta, Yoeslandy Pérez Betancourt, Fidel Hernández Figueroa, Jorge Luis Zamora Martín, Rider Baños Utria, Pedro A Valdez Castaño, Daniel Arteaga Márquez y Juan Torres Graverán

Reserva de Biosfera Sierra del Rosario, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA, CITMA Pinar del Río. Email: eccosr@ceniai.inf.cu

Fecha de recepción: 5 de septiembre de 2019 Fecha de aceptación: 11 de diciembre de 2019

RESUMEN. El suelo funciona como hábitat para una multitud de organismos, manteniendo una amplia biodiversidad. La erosión de este, es un proceso natural por el cual son desgastados por la acción del viento, el agua, los glaciares y otros fenómenos resultados de la intervención humana en un territorio, en los senderos, este proceso es agravado por la compactación del suelo debido al tráfico de caminantes. En el Área Protegida de Recursos Manejados Sierra del Rosario (APRMSR), el Sendero Santa Serafina, es el más visitado llegando a tener un tope de 5876 visitantes en un año. Para este sendero se utilizan como vías de acceso caminos forestales construidos en los años 70. La falta de mantenimiento a estas vías de comunicación ha permitido que las obras de drenaje construidas para encausar las avenidas provocadas por las lluvias, ya no sean eficientes, por lo que la erosión ha provocado que en varios puntos del trazado existan cárcavas. El objetivo de esta investigación es recuperar la biodiversidad en el sendero interpretativo Santa Serafina, mediante la realización de acciones de recuperación financiadas por el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS). Utilizando la metodología de Represa de piedras y estacas, la incorporación de cobertura vegetal y la construcción de barreras vivas con plantas de porte herbáceo y arbustivo. Se logró la recuperación de 48 ha de suelos del sendero Santa Serafina en su primera etapa y con un seguimiento incorporado en el plan operativo 2019 del APRM SR.

Palabras claves: Área Protegida de Recursos Manejados, biodiversidad, erosión de suelos, conservación y mejoramiento de suelos

ABSTRACT. The soil works as habitat for a multitude of organisms, maintaining a wide biodiversity. The erosion of this, is a natural process for which are worn away by the action of the wind, the water, the glaciers and other phenomena of the human intervention in a territory, in the paths, this process is increased by the erosion of the soil due to the traffic of walkers. In the Protected Area of Managed Resources Sierra of the Rosario (APRMSR), the Path Santa Serafina, is the most visited one ending up having an end of 5876 visitors in one year. For this path, they are used as roads of access forest roads built in the years 70. The maintenance lack to these communication roads has allowed that the built drainage works to prosecute the avenues caused by the rains, be no longer efficient, for what the erosion has caused that in several points of the layout holes exist. The objective of this investigation is to recover the biodiversity in the interpretive path Santa Serafina, by means of the realization of recovery actions financed by the National Program of Conservation and Improvement of soil (PNCMS).

Using the methodology of it Dams of stones and stakes, the incorporation of vegetable covering and the construction of alive barriers with plants of herbaceous behavior. The recovery of 48 was achieved there are of soil of the path Santa Serafina in its first stage and with a pursuit incorporated in the operative plan 2019 of the APRM SR.

Keywords: Protected area of Managed Resources, biodiversity, erosion of the soil, conservation and improvement of soil.

INTRODUCCIÓN

La función más conocida del suelo es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas. De ahí que la degradación del suelo esté considerada como el mayor problema ambiental que amenaza la diversidad biológica (PNUMA 2000) y una de las principales amenazas para el desarrollo sostenible de los terrenos agrícolas (Castillo 2004). Se estima que el contenido de carbono almacenado en el primer metro del suelo es 1.5 veces mayor a aquél acumulado en la biomasa (Sombroek *et al.* 1993), constituyendo la tercera fuente más importante de carbono (Lal 1999). Este secuestro de carbono en el suelo, reduce su liberación a la atmósfera como CO₂, uno de los principales gases “invernadero” responsables del cambio climático (Kern y Johnson 1993).

El suelo funciona como hábitat para una multitud de organismos, desde células microscópicas a pequeños mamíferos y reptiles, manteniendo una amplia biodiversidad. La importancia de los suelos para el sostén de la vida humana ha sido reconocida durante el último medio siglo con la aparición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y de decenas de otras instituciones internacionales y nacionales, que año tras año alertan sobre la degradación y sus repercusiones en el mantenimiento de la biodiversidad, la mitigación de la pobreza y la seguridad alimentaria. Estas características y funciones de los suelos determinan que la conservación de este recurso debe buscar el mantenimiento y la recuperación de su calidad, entendida como la capacidad para funcionar dentro de los límites naturales, para sostener la productividad de plantas y animales, mantener la calidad del aire y del agua y sostener la salud humana (Karlen *et al.* 1997).

La erosión es un proceso natural por el cual los suelos son desgastados por la acción del viento, el agua, los glaciares y otros fenómenos naturales. La erosión, entendida no como un proceso de formación del paisaje, sino mejor como resultado de la intervención humana de un territorio, con diferentes finalidades, ha adquirido con el paso del tiempo una magnitud tal, que hoy día se le considera uno de los principales problemas ambientales a nivel global.

En los senderos, este proceso natural es agravado por la compactación del suelo y la agitación prácticamente constante por el tráfico de caminantes. El agua que fluye sobre la superficie compactada desprende las partículas de suelo más pequeñas y livianas y las transporta pendiente abajo.

Según (PNUMA, 2000) la construcción y explotación de caminos forestales, ha contribuido al desarrollo de procesos erosivos. La caminata hace que las plantas se doblen, se rompan, y eventualmente mueran. Después de esta mortalidad, los horizontes superficiales o superiores del suelo se compactan hasta alcanzar una dureza tipo cemento. Esta superficie compactada pierde su porosidad y, por lo tanto, su capacidad para absorber el agua que está en la superficie. Si el agua no es absorbida por el suelo compactado, se va a encharcar en el sendero, o en una pendiente comenzará a correr pendiente abajo causando erosión.

La actividad de senderismo en sus diferentes variantes u ofertas, se ha venido desarrollando en Cuba como una de las principales atracciones en la actividad ecoturística. Esta actividad contiene muchas ofertas para los visitantes que deciden asistir a un encuentro cercano con la naturaleza y los pobladores que habitan en nuestras áreas protegidas.

En el Área Protegida de Recursos Manejados Sierra del Rosario (APRMSR), el Sendero Santa Serafina, es el más visitado llegando a tener un tope de 5876 visitantes en un año.

Para este sendero se utilizan como vías de acceso a los valores naturales presentes en él, caminos forestales construidos durante la década de los años 70, que prácticamente han estado en desuso desde comienzos del denominado periodo especial a principios de los años 90. La falta de mantenimiento a estas vías de comunicación ha permitido que las obras de drenaje construidas para encausar las avenidas provocadas por las lluvias, ya no sean eficientes, por lo que la erosión ha provocado que en varios puntos del trazado de este sendero se hayan producido cárcavas.

La erosión en cárcavas es una de las expresiones de la erosión superficial, y ocupa, dentro de ésta, el nivel máximo de manifestación, precedida por la erosión en forma de salpicadura, laminar y en surcos; así, surge generalmente luego de la erosión laminar y la erosión en surcos, al aumentar el volumen de escorrentía o su velocidad. Suele ser producto del descuido en la aplicación de medidas protectoras cuando se tienen formas incipientes de erosión, pudiéndose alcanzar estados de gran avance y desarrollo, de difícil control posterior.

Este tipo de erosión reviste especial atención, entre otras, por las siguientes razones:

- Difícil y costoso control si no se acometen acciones a tiempo.
- Elevadas pérdidas de suelo y contaminación de cuerpos de agua.
- Afectación negativa al recurso paisajístico.

Para su corrección y control, han sido diseñados tratamientos integrales que combinan obras hidráulicas y estructuras mecánicas, acompañadas de tratamientos biológicos, buscándose así controlar el accionar de los principales agentes erosivos, y restaurar las condiciones propicias para la colonización vegetal.

El objetivo de esta investigación: Recuperar la biodiversidad en el sendero interpretativo Santa Serafina Sitio de uso público, en el Área Protegida de Recursos Manejados Sierra del Rosario, mediante la recuperación de 48 ha de suelos sometidos durante años a procesos erosivos importantes que afectan su estabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el año 2018, en el sendero Santa Serafina, en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario, provincia Artemisa; ubicada geográficamente al noreste de la zona montañosa occidental de Cuba. (**Fig. 1**) Este sendero interpretativo consiste en un recorrido guiado de aproximadamente 4800 metros, el cual transcurre en la ladera occidental del valle San Juan y sobre ambas vertientes del río homónimo.

-Coordenadas planas de los vértices del área del proyecto de obra o actividad:

Inicio del Recorrido: X= 300 930 Y= 336 800

Final del Recorrido: X= 301 240 Y= 336 800

Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área donde se pretende desarrollar la obra o actividad.

El área se encuentra ubicada en la parte más oriental de la Cordillera de Guaniguanico, en la Sierra del Rosario (**Fig. 1**); con 250,7 km² de extensión, correspondiendo a la provincia de Artemisa. Geográficamente está situada al Sur de la bahía de Cabañas, entre los 22 grados 45 minutos y los 23 grados 00 minutos de latitud Norte y los 82 grados 50 minutos y 83 grados 10 minutos de longitud Oeste.

La pendiente por la cual transcurre el sendero oscila de baja a media por lo que el esfuerzo no es alto.

El clima se caracteriza por un régimen de temperaturas que va de 19.5 °C promedio de mínimas hasta 28.8°C promedio de máximas; siendo 24.4 °C la temperatura media anual. Las lluvias alcanzan 2115 mm al año y la humedad relativa alcanza valores de 90 %.

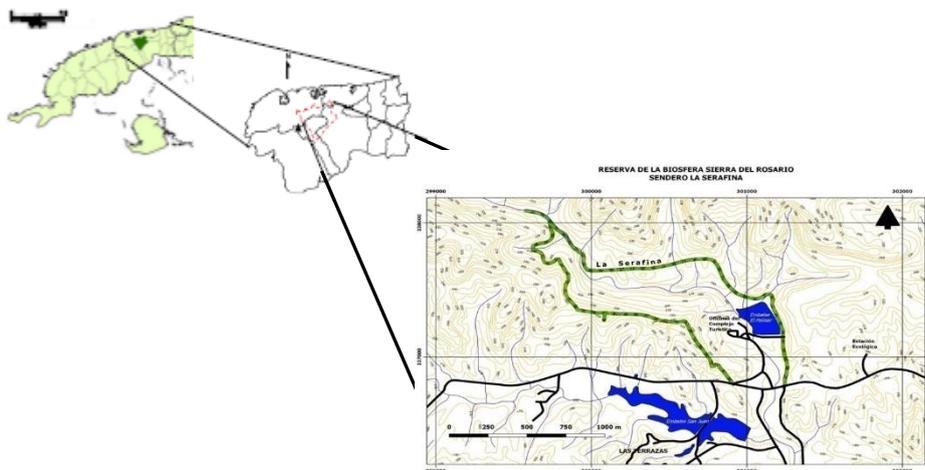


Figura 1. Ubicación del sendero Santa Serafina en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, en la provincia Artemisa. Fuente: (Plan de Manejo 2016 – 2020) del Área Protegida de Recursos Manejados Sierra del Rosario.

En particular, en el sendero interpretativo Santa Serafina, la vegetación preponderante es el bosque Siempreverde medio, el cual presenta un estrato arbóreo de 10 a 20 metros de altura, con dominantes que forman un dosel continuo con emergentes de hasta 30 metros y dominados de 3 a 10 metros de altura.

El sotobosque alcanza entre 1 y 3 metros y el estrato herbáceo se desarrolla hasta 1,5 metros con especies de gramíneas de hojas anchas y helechos. Las epífitas son abundantes.

El bosque de galería: se encuentra básicamente a lo largo de las cañadas de régimen hídrico intermitente que contornea el sendero; esta vegetación está compuesta mayoritariamente por (*Syzygium jambos* L.) (Pomarrosa), especie introducida, muy bien naturalizada, que ha invadido los bordes de cañadas y corrientes de agua en toda el área.

Vegetación de sabana: la vegetación sabanosa presenta dos comunidades herbáceas caracterizadas por la abundancia de gramíneas (*Sporobolus indicus* L, *Panicum Maximun*) y ciperáceas (*Cyperus sp*) y abundantes leguminosas como por ejemplo, (*Desmodium sp.*)

Por la ubicación del recorrido, que comienza y termina en el vial principal de acceso, es importante el reconocimiento de su relación con los factores sociales de desarrollo actual del APRM Sierra del Rosario, como son la comunidad Las Terrazas (1030 habitantes), las instalaciones del Complejo turístico Las Terrazas, Campamento provincial de Pioneros Exploradores, la escuela República Oriental del Uruguay (230 alumnos) y la base de campismo popular El Taburete. Estas relaciones se caracterizan por una correspondencia de intereses debido a las labores de Educación Ambiental que se han venido desarrollando para lograr la necesaria armonía entre las comunidades locales, su entorno y la promoción del desarrollo a partir de modalidades de ecoturismo.

Diagnóstico de factores limitantes:

- Micro relieve.
- Pendiente.
- Profundidad de la capa productiva del suelo.
- Diferenciación brusca de los horizontes del suelo.
- Compactación.
- Insuficiencia de calor
- Déficit o exceso de humedad.
- Déficit o exceso de nutrientes.
- Déficit de aireación.

Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos

- . Según las características del recorrido no se permitirán más de 4 grupos al día, espaciados cada dos hora a partir de la salida entre ellos (Capacidad máxima = 40 personas al día).
- . El Guía procurará que ningún visitante se separe del grupo y se adentre a las formaciones vegetales.
- . Se colocarán informaciones y señales correspondientes según las Normas de Conducta.
- . Se evitarán los desvíos del recorrido.

Para realizar el control de la erosión en cárcavas del sendero antes mencionado nos apoyamos en la fuerza de trabajo con que contamos en el centro, en este caso 8 especialistas y 8 guardaparques.

El bosque presente en el Sendero la Serafina posee poco valor comercial, sin embargo desde el punto de vista hidrológico y de la protección del suelo, cumple muy bien sus funciones. No obstante en estudios de erosión realizados por (Sagué *et al.*, 1976), pudieron calcular que la erosión en bosque, alcanzó valores de 1,128 t/ha/año. Aunque no se han podido realizar estudios de erosión recientemente, entendemos que debido a la reforestación realizada por más de 30 años en esta área, y la consecuente restauración forestal, los valores de erosión deben ser mucho menores. No obstante, la erosión laminar, en surcos y cárcavas se hace presente.

En resumen después de la evaluación se logró identificar como acciones a ejecutar. La construcción de medidas anti erosivas en un total de cuatro cárcavas y cuatro kilómetros de tranques lo que representa la intervención para la recuperación de 48 ha de suelo con un costo de recuperación de \$ **60103.52 CUP** financiamiento que se ha proporcionado por el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS).

La metodología utilizada para la corrección de cárcavas fue la **represa de piedras y estacas** (**Fig. 2**). Estructura de fácil construcción que consiste en dobles corridas de estacas clavadas en el suelo y amarradas con alambre, entre las cuales son colocadas piedras (Moder, 1983b).

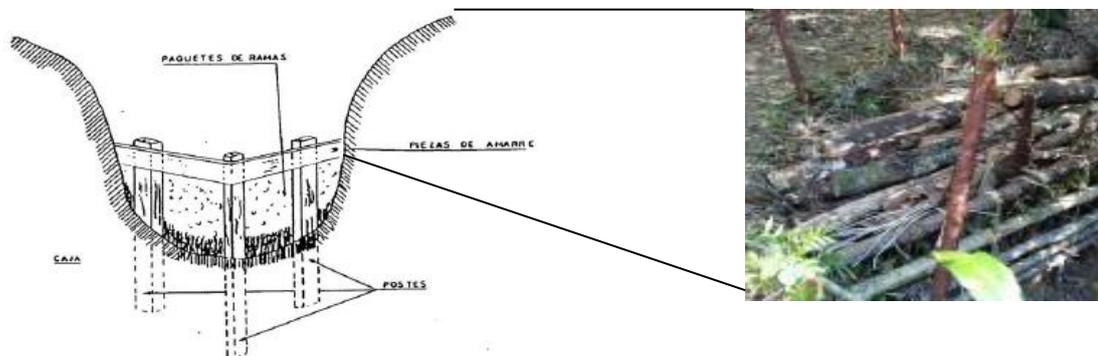


Figura 2. Represa de piedras y estacas (Moder, 1983b). (Acciones realizadas).

La construcción de estas estructuras transversales, además del objetivo de controlar el escurrimiento, tienen la función de propiciar las condiciones necesarias para la colonización y crecimiento de vegetación sobre las superficies de colmatación que favorecen; sin embargo, en el diseño realizado en el caso de estudio se incorporó cobertura vegetal restaurando el reemplazamiento, a través de la construcción de barreras vivas con plantas de porte herbáceo y arbustivo.

Fueron empleados los medios materiales que se enuncian en la **Tabla 1**.

Medios Materiales Utilizados

Medios utilizados:	Cantidad:	Medidas de Conservación:	Materiales utilizados:
Machetes.	10	Barreras vivas.	Cercas vivas de Almácigo (<i>Bursera Simaruba</i>) y Plantas rastreras.
Picos.	5	Barreras muertas.	Troncos y Piedras.
Guatacas.	10	Corrección de cárcavas.	Piedras.
Limas.	10	Recogida de obstáculos.	Desechos vegetales, y piedras.
Moto Sierra.	2	Arrope y acordonamiento.	Desechos vegetales, y piedras.
Carretillas.	4		Agua (H ₂ O)
Asperjadora manual para Agua (H ₂ O).	2		

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró el control y manejo de la erosión en cárcavas del sendero Santa Serafina mediante un proyecto financiado por el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS), ejecutado en su primera etapa y con un seguimiento incorporado en el plan operativo 2019 del APRM SR, a través del empleo de los medios que se listan en la **Tabla 1**. Según lo previsto en el Plan de Manejo, fueron desarrolladas las actividades que se enuncian en la **Tabla 2**, donde también se desglosa en presupuesto que fue empleado para ello.

Tabla 2. Actividades y financiamiento total pagado por (PNCMS), para ejecutar las medidas anti erosivas en el sendero Santa Serafina

ACTIVIDADES ANTI EROSIVAS REALIZADAS	IMPORTE EN CUP
Construcción de barreras muertas de piedras	10025.00
Construcción de barreras vivas	8050.00
Recogida de obstáculos	12850.25
Corrección de Cárcavas	29178.27
Total	60103.52

Principales Impactos del manejo de la erosión en cárcavas del sendero interpretativo Santa Serafina.

1. El piso y la zona Búfer del sendero interpretativo Santa Serafina se ha mejorado, siendo estas más estables.
2. La zona de encuentro entre las cárcavas tratadas y las parcelas colindantes aguas abajo, antes del inicio del tratamiento presentaba problemas de arrastres debido al flujo del agua en determinados eventos pluviométricos problema que no ocurre en la actualidad.
3. Se ha mejorado la cobertura del suelo existiendo presencia de vegetación recuperando la diversidad autóctona, mejorando además la infiltración del agua de escorrentía, ya que sólo tras lluvias de cierta intensidad y duración el agua consigue circular a través del cauce

Para la ejecución de estas medidas anti erosivas se utilizaron materiales locales, es decir no se incorporaron materiales, ya sea áridos o material vegetal, de otras localidades.

En el caso de los materiales vegetales para el control de cárcavas se utilizó, básicamente postes vivos de (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.) y (*Glericidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), esta última aunque no es una planta nativa se encuentra en la zona de intervención de forma naturalizada y en términos de funcionamiento del ecosistema, es considerado como uno de los árboles leguminosos más importante por sus usos múltiples, sólo superado por (*Leucaena leucocephala* (L.) de Wit).

Monitoreo, seguimiento y mantenimiento de la estrategia de control de la erosión sendero interpretativo Santa Serafina.

Dadas diversas circunstancias como la lejanía geográfica, el carácter perecedero de las obras, la magnitud de la inversión, y la importancia inherente al papel que desempeñan, debe realizarse una adecuada y permanente vigilancia, acciones de monitoreo, al conjunto de obras dispuestas para el control de la erosión, de cara a prolongar su vida útil y determinar la funcionalidad de las medidas adoptadas, un programa de seguimiento y monitoreo en el plan Operativo 2019 de la APRMSR, es indispensable para corregir a tiempo problemas que se detecten, y para su consideración en diseños futuros.

Algunos de los puntos que deben ser considerados en un programa de monitoreo:

- Conveniencia y efectividad de las medidas adoptadas en el control de la erosión; problemas, bondades y cambios necesarios inherentes al diseño de obras y medidas; durabilidad o vida útil de obras; necesidades de mantenimiento; y nuevas obras y medidas necesarias.

El adecuado diseño y puesta en funcionamiento de dicho programa, permitirá contar en lo futuro con paquetes tecnológicos de remediación, programas de control compuestos por obras y medidas bastante refinadas, producto de la incorporación de ajustes que, con el paso del tiempo, vayan haciéndose.

CONCLUSIONES

Las medidas de conservación de suelos realizadas en el sendero interpretativo Santa Serafina, han permitido recuperar la biodiversidad de esta opcional ecoturística y elevado la calidad del producto ofertado.

Como resultado de las acciones de conservación de suelos realizadas en el sendero Santa Serafina, y la certificación de las mismas, se propuso por las autoridades competentes del PNCMS, que el área sea declarada como Polígono de Conservación y Mejoramiento de Suelos, Agua y Bosques.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo, V. M. 2004. La estrategia temática para la protección del suelo: un instrumento para el uso sostenible de los suelos en Europa. Ecosistemas XIII (enero abril). Disponible en: <http://www.aet.org/ecosistemas/041/informe2.htm>.
- Cifuentes, M (1992) Determinación de la capacidad de carga en Áreas Protegidas. Turrialba, Costa Rica 1992- 23p.
- Cifuentes, M (1999) Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF Centroamérica.60p
- Lal, R. 1999. Global carbon pools and fluxes and the impact of agricultural intensification and judicious land use, 45-55 En: World Soils Resources Report, Prevention of land degradation, enhancement of carbon sequestration and conservation of biodiversity through land use

change and sustainable land management with a focus on Latin America and the Caribbean. Proceedings of an IFAD/FAO Expert Consultation, FAO, 113 pp.

MODER Z., L. 1983a. Control de cárcavas. CONAF. Sexta región. Primera Parte. En: Chile Forestal No. 94: 29-40.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). 2000. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Madrid: Mundi-Prensa.

PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) 2000. Annual Review. Nairobi, Kenia. Provencio E., J. Carabias, y V. Toledo. El artículo 27 y su impacto en el medio ambiente. En: El artículo 27 y el desarrollo urbano. H. Cámara de diputados, LV Legislatura, México, 1994, pp. 69-77.

Sagué, H; L. Hernández; J. Ortega; L. Lastres (1976). Balance Hídrico y erosión en Sierra del Rosario. Revista Voluntad Hidráulica.

Sombroek, W. G., F. O. Nachtergaele y A. Hebel. 1993 Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. *Ambio* (12)7: 417-426.

Zamora, J (2012): Plan de Manejo del APRMSR 2016-2020.

Kern, J. S. y M. G. Johnson. 1993. Conservation tillage impacts on national and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal* 57: 200-210.

Karlen, D. L., M. J. Mausbach, J. W. Doran, R. G. Cline, R. F. Harris y G. E. Schuman. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal* 61: 4-10.