

Experiencias nacionales de Nicaragua en el manejo de erosión hídrica en laderas mediante sistemas agroforestales

Fecha de recepción: 09/10/2007

Fecha de aceptación: 10/10/2007

Pedro José Toruño¹

Para Nicaragua, la deforestación en áreas de montaña es el principal paso hacia la degradación de los suelos. Este cambio de uso de la tierra con vocación forestal a un uso agrícola no sostenible, lleva a los suelos a una erosión severa. Uno de los tipos de erosión que causa mayor impacto bajo estos cambios, es la erosión hídrica, que en nuestro país causa pérdidas de suelo de gran magnitud y afecta directamente el rendimiento de la producción agropecuaria.

Palabras clave

Erosión hídrica, sistemas agroforestales, desarrollo local, marco legal y normativo.

Key words

Soil, Water Erosion, Agroforestry Systems, Water erosion management, Soil and water technology, Surface Runoff, Soil loss, Universal Soil loss Equation, Improvement Alley cropping Erosion plot.

Resumen

Para Nicaragua, la deforestación en áreas de montaña es el principal paso hacia la degradación de los suelos. Este cambio de uso de la tierra con vocación forestal a un uso agrícola no sostenible, lleva a los suelos a una erosión severa. Uno de los tipos de erosión que causa mayor impacto bajo estos cambios, es la erosión hídrica, que en nuestro país causa pérdidas de suelo de gran magnitud y afecta directamente el rendimiento de la producción agropecuaria. En este trabajo “Manejo de la erosión hídrica en laderas mediante sistemas agroforestales”,

me planteo reducir la pérdida de suelo y aumentar su nivel de fertilidad, que beneficia de manera directa la economía local y nacional. Se realizó revisión bibliográfica y se efectuaron entrevistas a los técnicos de las instituciones participantes en erosión hídrica. Todos los proyectos ejecutados y en ejecución son a escala local con la cooperación de algunos ONG, alcaldías y universidades.

Abstract

For Nicaragua, the deforestation in areas of mountain is the principal step towards the degradation of the soils. This change of use of the soil with forest vocation to an agricultural not sustainable use, leads to the soils to a severe erosion. One of the types of erosion that major cause impact under these changes, is the water erosion, which in our country causes losses of soil of enorm magnitude affecting directly the yield of the agricultural production. In this work handling of the water erosion in hillsides by means of agroforestry systems, considers to reduce the loss of soil and increase his level of fertility, which he

1. Docente Titular del Departamento de Agroecología, UNAN-León. Apartado postal N.º 64. Teléfono: (505) 311-1779 / Fax: (505) 311-1780. Correo electrónico: pjoseto@gmail.com

benefits in a direct way in the local and national economy. Bibliographical review was realized and there were carried out made out the technicians of the institutions taking part in water erosion. All the executed projects and in execution they are at local level with the cooperation of NGO's, municipalities and universities.

Introducción

En Nicaragua, la producción agrícola, ganadera y forestal se lleva a cabo con sistemas productivos deteriorantes del medio ambiente y de bajo rendimiento. Estos han debilitado el equilibrio de los ecosistemas, la productividad de la tierra, la disponibilidad de agua y la riqueza en biodiversidad. Bajo estas prácticas, están siendo afectados gran parte de bosques riparios que quedan protegiendo los cauces y quebradas y algunos ojos de agua (MST, 2005).

Las áreas de bosque están siendo afectadas para garantizar las condiciones mínimas de habitabilidad de la población campesina. Los cultivos de granos básicos, la actividad pecuaria, así como la extracción de leña para el consumo, representan una amenaza creciente a los recursos naturales, lo cual afecta la calidad y disponibilidad de estos. Las afectaciones más sentidas se presentan mediante la erosión hídrica de los suelos, la cual se origina donde existe mayor altitud y pendiente. Esto tiene efecto en la disminución progresiva de la productividad de los suelos por la pérdida de la capa arable que disminuye sensiblemente la fertilidad. Así mismo, provoca inundación progresiva de dichos suelos y deja al descubierto piedras y rocas. Otra consecuencia es la alteración del ciclo hidrológico de la infiltración del agua en los suelos que produce una reducción del caudal de los ríos y del nivel de las aguas subterráneas (INTA, 2003).

La pérdida de suelo por erosión hídrica es considerada la principal causa del deterioro de las tierras agrícolas en laderas en América Central. La planificación y diseño de estrategias de conservación de suelos y agua requiere del conocimiento de la envergadura de la erosión. La medición de la erosión es de mucha importancia para determinar el impacto de las prácticas de conservación de suelos y aguas. Se han desarrollado métodos para medirla, aunque casi todos son complejos para ser usados por promotores de tecnologías de agricultura sostenible en laderas, o por técnicos agrícolas en general.

Para Nicaragua, la deforestación en áreas de montaña es el principal paso hacia la degradación de los suelos. Este cambio de uso de la tierra con vocación forestal a un uso agrícola no sostenible, lleva a los suelos a una erosión severa. Uno de los tipos de erosión que causa mayor impacto bajo estos cambios, es la erosión hídrica, que en nuestro país causa pérdidas de suelo de gran magnitud y afecta directamente el rendimiento de la producción agropecuaria.

La erosión se considera la forma más importante de la degradación de suelo en el país; aproximadamente 7,7 millones de hectáreas de territorio nacional presentan grados variables de erosión, 3,6 millones de hectáreas presentan un grado de erosión catalogados de fuertes a severos (PASOLAC, 1999).

La información sobre los volúmenes de pérdida de suelos es escasa, además de que muy pocos esfuerzos se han destinado a la investigación en este campo. Con la incorporación de nuevos actores en los procesos de validación y difusión de tecnologías, ha surgido el interés por fundamentar de forma más precisa las acciones que se están emprendiendo en la promoción de prácticas de conservación de suelo y su significado, en términos

económicos para los productores y para los países².

En Nicaragua existen instituciones gubernamentales y no gubernamentales cuya misión es aumentar la adopción de tecnologías de conservación de suelos y agua. Dichas entidades han mostrado interés por conocer las tasas de erosión en sus diferentes ámbitos de acción, pero han encontrado que la mayoría de métodos disponibles son muy costosos, en razón de lo cual proponen resultados a mediano o largo plazo; tal es el caso de las parcelas de escurrimiento y las estaciones de aforo, consideradas como herramientas principales en investigaciones sobre cálculo de la pérdida de suelo por erosión hídrica de tipo laminar.

Con el manejo de la erosión hídrica en laderas mediante sistemas agroforestales, lo que nos planteamos es reducir la pérdida de suelo y aumentar su nivel de fertilidad, en beneficio de manera directa de la economía local y nacional. El manejo de erosión hídrica con sistemas agroforestales en Nicaragua es innovación tecnológica muy reciente. El término “innovación tecnológica” hace referencia al “primer uso práctico de una nueva técnica” (Ellis, 1992). Desde una perspectiva económica, la innovación tecnológica es el proceso mediante el cual un conocimiento utilizado o utilizable a escala social es incorporado por primera vez a una unidad social u organizacional, con el objeto de transformar elementos materiales y/o simbólicos en bienes y/o servicios (Suárez, 1975). Desde este enfoque, la generación de innovaciones tecnológicas podría relacionarse con dos tipos de situaciones. Por un lado, la creación de nuevos métodos o instrumentos que permitan solucionar de una manera novedosa “viejos” problemas productivos para los cuales ya existen algunas respuestas tecnológicas (v. gr. tecnologías

que sean más productivas, eficientes, seguras y/o baratas que las actualmente en uso); y por otro lado, el desarrollo de nuevas respuestas tecnológicas (métodos o artefactos) a problemas productivos que no han sido resueltos todavía (www.unizar.es).

Al ser la erosión hídrica el problema más importante de la pérdida de suelo, es de suma importancia contar con herramientas que nos permitan hacer evaluaciones del impacto de las tecnologías para el manejo de este tipo de erosión. Por tal razón, la realización de estudio sobre EXPERIENCIAS NACIONALES EN EL MANEJO DE EROSIÓN HÍDRICA EN LADERAS, MEDIANTE SISTEMAS AGROFORESTALES, se hace necesario para tener una visión general de qué se ha hecho y cuáles son los vacíos que hay que llenar. Con este trabajo me propongo dos objetivos: (1) Sistematizar el marco legal y normativo existente que respalda las iniciativas de manejo de erosión hídrica en laderas, mediante sistemas agroforestales en Nicaragua; (2) Sistematizar los proyectos de manejo de erosión hídrica en laderas, mediante sistemas agroforestales en Nicaragua que se han desarrollado o están en ejecución, describiendo con este fin los mecanismos de implementación y resultados obtenidos hasta el momento.

Resultados y discusión

A. Sistematización del marco legal y normativo existente que respalda las iniciativas de manejo de erosión hídrica en laderas, mediante sistemas agroforestales en Nicaragua

El marco legal y normativo nicaragüense cuenta con leyes, reglamentos de ley y normativas que rigen los recursos naturales. Dentro de este, podemos citar

2. PASOLAC. Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica. Managua, Nicaragua. 2005.

Con el manejo de la erosión hídrica en laderas mediante sistemas agroforestales, lo que nos planteamos es reducir la pérdida de suelo y aumentar su nivel de fertilidad, en beneficio de manera directa de la economía local y nacional. El manejo de erosión hídrica con sistemas agroforestales en Nicaragua es innovación tecnológica muy reciente.

N.º de la norma	¿Qué establece?	Fecha de La Gaceta	N.º de La Gaceta
Decreto 25-2001	Política Ambiental y Aprueba el Plan Ambiental de Nicaragua 2001-2005	02-03-2001	44
Decreto 50-2001	Política de Desarrollo Forestal de Nicaragua	11-05-2001	88
Decreto 107-2001	Política Nacional de los Recursos Hídricos	07-12-2001	233
Decreto 90-2001	Política General para el Ordenamiento Territorial	07-02-2002	04
Resolución Ministerial MARENA N.º 033-2004	Política sobre Gerencia de proyectos con financiamiento externo del Ministerio del Ambiente y los Recursos naturales	17-09-2004	181
Resolución Ministerial 27 – 2002 MARENA	Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción	20-08-2002	156
Resolución Ministerial N.º 045	Plan de Desconcentración de la Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) 2004-2007	15-10-2004	201

los instrumentos legales relacionados con conservación de suelos:

Las normas jurídicas ambientales relacionadas con conservación de suelos:

- a) *Ley N.º 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales; Reglamento, el Decreto 9-96.*
- b) *Decreto 1308, Ley de Protección de Suelos y Control de la Erosión.*

Las normas jurídicas sectoriales relacionadas con conservación de suelos:

- a) *La Ley N.º 462, Ley de Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal*
- b) *La Ley general de aguas, aprobada en lo general por la Asamblea Nacional.*

Las normas jurídicas orgánicas e institucionales relacionadas con conservación de suelos:

- a) *La Ley N.º 40, Ley de Municipios.*
- b) *La Ley N.º 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo y su Reglamento.*
- c) *La Ley N.º 475, Ley de Participación Ciudadana*

Toda la reglamentación existente es una base sobre la cual se pueden crear normas técnicas ambientales para el manejo de la erosión hídrica en laderas, tomando en consideración aspectos sobre ordenamiento territorial y enfoque de cuencas.

B. Sistematización de los proyectos de manejo de erosión hídrica en laderas donde se han desarrollado Mecanismos de implementación y resultados obtenidos

A. Valores anuales de pérdida de suelo y escorrentía superficial en microcuenca Cacalojoche del río Grande de Carazo

Se monitoreo de la segunda quincena de julio del 2005 hasta 30 de julio del 2006. La precipitación en ese período fue de 1,003 mm.

Los sistemas productivos evaluados fueron:

- *Banco Energética (BE), de madero negro (Gliricidia sepium, L.).*
- *Árboles de cultivos limpios (ACL), de*

barreras vivas de vétiver (*Vetiveria zizanioides*) con barbecho en primera y frijoles en postrera.

- Testigo 1, se estableció cultivo de sorgo en postrera 2005 y plantación de yuca en primera del 2006.
- Testigo 2, se estableció un asocio de frijoles combinado con yuca en postrera del 2005 y de maíz con frijol en primera del 2006.

La erosión de las áreas sin intervención de POSAF corresponde a una clasificación de moderada para ambos testigos. El Testigo 1 fue una secuencia de cultivos en postrera 2005 sorgo y en primera de 2006 plantación de yuca nueva. Esto contribuyó a una menor cobertura vegetal del suelo y mayor exposición al impacto de las gotas de lluvia. En el Testigo 2, con una secuencia de frijoles combinado con yuca en postrera del 2005 y de maíz con frijol en primera del 2006, se obtuvo pérdidas del 30 ton/ha/año, lo cual fue menor en un 26% con respecto al Testigo 1.

El ACL, que generalmente se manejó cultivado con frijol en postrera de 2005 y en barbecho en primera del 2006, obtuvo pérdidas ligeramente mayores al nivel de tolerancia (13,3 ton/ha/año). La fuerte pendiente (24%) y el alto contenido de limo (34%) son factores muy importantes para la susceptibilidad de este suelo a la erosión. Aunque existen barreras vivas de vétiver, es necesario complementar la protección del suelo entre las barreras cuando se establecen los cultivos. Esto se podría obtener con prácticas conservacionistas como arrope, cultivos en asocio, o cultivos de cobertura.

Dentro de las prácticas vegetativas se desarrolló el sistema de barreras vivas, que empezó a usarse en 1970 en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), con objeto de generar una agricultura viable en las tierras altas del trópico húmedo (Kang, 1994). Esta tecnología se basa en la experiencia

acumulada en torno al sistema de cultivo en callejones (Juo et al., 1994). Rao (1993) menciona que el uso de barreras de pasto vétiver (*Vetiveria zizanioides*) reduce hasta 81% la pérdida de suelo y 57% el escurrimiento superficial, comparado con la siembra paralela a la pendiente del terreno.

Las pérdidas de suelo fueron reducidas a 2 y 33% con respecto al Testigo 1, bajo los sistemas productivo de BE de madero negro y de ACL con barreras vivas de vétiver, respectivamente. La mayor retención de suelo fue obtenida con el banco energético de madero negro, con un 98% con respecto al Testigo 1.

B. Valores anuales de pérdida de suelo y escorrentía superficial en microcuenca II de la subcuenca sur del Lago de Managua

Se monitoreó durante el período comprendido entre la segunda quincena de julio del 2005 al 30 de julio del 2006. La precipitación en ese período fue de 890 mm.

Los sistemas productivos evaluados fueron los siguientes:

- **Café ecoforestal (CEF 1):** Esta parcela estaba en barbecho en preparación para establecimiento de plantación de café en primera del 2005, en postrera fue sembrado el café var. Catuai, en contorno y con árboles de sombra. La maleza controlada con machete y dejadas como arrope entre los surcos de café. El suelo es de origen volcánico con pendiente del terreno: 15%.
- **Café ecoforestal (CEF 2):** Café en producción con sombra de 5 años de plantado. El suelo es de origen volcánico con pendiente del terreno: 24%.

Para ambos sistemas, las pérdidas fueron menores a 1 ton/ha/año, pero lo más importante de estos resultados es ver que

Dentro de las prácticas vegetativas se desarrolló el sistema de barreras vivas, que empezó a usarse en 1970 en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), con objeto de generar una agricultura viable en las tierras altas del trópico húmedo (Kang, 1994).

el manejo de la cobertura vegetal en café recién plantado, en donde el corte de malezas es ocupado como arroyo entre calles y la combinación de musáceas, barreras vivas y siembra y manejo del café en contorno, controlan la erosión casi con la misma efectividad que el café más desarrollado.

Pérez-Nieto et al. (2005) informan que en la región tropical de Tlachichilco, Veracruz (México), reportaron pérdidas de suelo que variaban de 0,28 a 4,56 t ha⁻¹ año⁻¹, valores inferiores al límite tolerable de 6,5 t ha⁻¹ año⁻¹.

La variable concentración de sedimentos presentó una ligera diferencia a favor del CEF 2. Pero en ambos sistemas se obtuvieron en promedio menos de 2 g/L de escorrentía. Por lo tanto, estas pérdidas de suelo tienen una influencia directa de la cantidad de escorrentía superficial generada en cada PE.

Aunque el CEF 2 presenta una reducción de la pérdida de suelo comparado con el CEF 1 (Figura 4.4), los valores totales no representan ningún riesgo significativo de la pérdida de la calidad de los suelos bajo esos sistemas.

C. Valores anuales de pérdida de suelo y escorrentía superficial en microcuenca Las Gradadas de la cuenca del río Dipilto

Se monitoreó desde la segunda quincena de julio del 2005 hasta 30 de julio del 2006. La precipitación en ese período fue de 788 mm.

Los sistemas productivos evaluados en ese período fueron los siguientes:

- Manejo de la Regeneración de Bosque (MRB): pino establecido hace 8 años con pendiente promedio del área de 30%.
- Banco energético (BE) de pasto: pasto Taiwán de corte establecido en pendiente 25%.

- Manejo de bosque (MB): plantación de pino establecido hace 18 años, en terrenos de gradiente de pendiente de 30%.

Las pérdidas de suelo obtenidas en los sistemas intervenidos por POSAF como MB, MRN y BE fueron inferiores a las 2 ton/ha/año. Esto puede ser consecuencia del sistema radicular de los pinares, así como una capa de rastrojos de materia orgánica poco descompuesta sobre la superficie del suelo que promueve una mayor infiltración.

Aunque las pérdidas de suelos son relativamente bajas, se puede observar que con el MB se obtuvo el valor más bajo de pérdida de suelo (179 kg/ha); en cambio, en el BE se obtuvo alrededor de las dos ton/ha. En la zona no fue posible obtener parcelas de cultivos anuales entre los productores, pero sí es una gran oportunidad el poder establecer PE con cultivos anuales para evaluar y comparar ese sistema con estos resultados.

D. Valores anuales de pérdida de suelo y escorrentía superficial en microcuenca La Estanzuela, Estelí

Se monitoreó de la segunda quincena de 17 julio del 2005 hasta 25 de junio del 2006. La precipitación en ese período fue de 580 mm.

Los sistemas productivos evaluados en ese período fueron los siguientes:

- Sistema silvopastoril: consistió en pasto Taiwán de corte.
- Testigo; consistió en la siembra de cultivos anuales de maíz y frijol; sin embargo, para la época de postrera de 2005, el cultivo fue abandonado por efecto de la humedad sobre la pudrición de las raíces. Podríamos hablar de un barbecho cultivado.

El abandono de la parcela por parte del productor originó una cobertura adecuada para prevenir una mayor erosión. Por tanto, se obtuvieron valores menores a

Aunque las pérdidas de suelos son relativamente bajas, se puede observar que con el MB se obtuvo el valor más bajo de pérdida de suelo (179 kg/ha); en cambio, en el BE se obtuvo alrededor de las dos ton/ha.

las dos ton/ha. Independientemente de toda esta particularidad climática de ese año, el BE de pasto redujo las pérdidas de suelo a 388 kg/ha. BE redujo la pérdida de suelo en un 68% y de escorrentía en un 72%, que son muy significativos a la hora de valorar el impacto del sistema.

E. Valores anuales de pérdida de suelo y escorrentía superficial en microcuenca Las Mercedes de la subcuenca del río Jigüina, Jinotega

Se monitoreó el período comprendido entre la segunda quincena de julio del 2005 al 30 de junio del 2006. La precipitación en ese período en la zona fue de 1,117 mm.

Los sistemas productivos evaluados en ese período fueron los siguientes:

- **Café Ecoforestal (CEF1):** Sistema productivo consiste de café (var. Catuai) más Canavalia ensiformes, en pendiente de 28%, 24 plantas por parcela, en la canavalia se realizan podas, en el tiempo de floración con el fin de incorporarlo al suelo.
- **Café Ecoforestal (CEF2):** Sistema productivo de café var. Catuai, con 23 plantas/parcela y barreras vivas de cañas, con pendiente 39%. En el caso de las barreras vivas, se realizan deshojes entre los meses de mayo y octubre con el fin de incorporarlo al suelo.
- **Testigo: Café con sombra.** El café var. Catimor, sembrado a 1,3 m entre planta y 1,75 m entre surco con un total de 28 plantas/parcela, especies arbóreas son trotón, álamo y sauce, y pendiente de 25%.

Se consideró como testigo en este caso una plantación establecida de café con árboles de sombra. Se consideró el establecimiento de un cultivo anual como maíz, pero solamente se tomaron muestras en primera de 2006. Estos datos servirán solo como referencia parcial.

La plantación nueva de caña con cultivo de cobertura de canavalia (CEF1) presentó similar valor de pérdida de suelo (35 kg/ha) que el Testigo café desarrollado bajo sombra (20 kg/ha). La plantación nueva de café con barreras vivas de caña tuvo buena retención de suelo (<10 ton/ha/año), lo que ofrece una buena alternativa de uso si comparamos con cultivos limpios. Pero con respecto a los sistemas evaluados,, alcanzó el mayor valor de pérdida de suelo con 1,244 kg/ha.

Conclusiones

1. Nicaragua cuenta con un marco legal general, sobre el que es posible apoyarse para la creación de normas técnicas ambientales que promuevan el manejo de la erosión hídrica en laderas.
2. Las alcaldías mediante las ordenanzas municipales pueden crear normativas para la protección del suelo.
3. Los proyectos reportados sobre manejo de la erosión hídrica en laderas son a escala local.
4. Sin excepción, los sistemas productivos POSAF mostraron ser eficientes para minimizar las pérdidas de suelo por erosión hídrica y aumentar la infiltración de más cantidad de agua; esto fue evidenciado en las diferentes condiciones climáticas y edáficas evaluadas.
5. El Sistema Café Ecológico Forestal en plantaciones nuevas ofrece una buena protección al suelo, comparada a la de café tradicional, con manejo de sombra en producción. Esto es muy importante, dado que se manifiesta una efectividad óptima de protección desde el establecimiento de los trasplantes en el campo. Por tanto, dichos sistemas son mejores para la conservación del suelo y de nutrientes que los sistemas de

Se consideró como testigo en este caso una plantación establecida de café con árboles de sombra. Se consideró el establecimiento de un cultivo anual como maíz, pero solamente se tomaron muestras en primera de 2006. Estos datos servirán solo como referencia parcial

labranza de conservación y que las terrazas de barreras vivas de cultivos anuales.

6. En general, los resultados obtenidos mediante el monitoreo de la erosión y escorrenría en los sistemas POSAF son alentadores y los primeros en ser determinados para sistemas productivos diferentes a los relacionados con los granos básicos tradicionales como maíz y frijol.
7. Todos los sistemas evaluados por el POSAF no solo contribuyen a mejorar la retención de agua en el suelo, sino que el agua que logra escurrirse es agua con una baja carga de sedimentos, que evita el asolvamiento de ríos, lagos y lagunas circundantes.
8. Todas las alternativas de uso y manejo de los sistemas productivos evaluados por POSAF resultaron ser sostenibles en cuanto a la retención de suelo, nutrientes y agua, comparadas con cultivos anuales sin prácticas de conservación del suelo y de agua.
9. Se puede considerar la metodología de extensión implementada por el POSAF como exitosa para el control de la erosión hídrica.

Agradecimiento

La elaboración de esta monografía –Experiencias– ha sido posible gracias a la participación del personal de la Oficina de Desarrollo Limpio del MARENA, de la oficina del POSAF II, MARENA, de

organizaciones no gubernamentales y universidades, principalmente NITLAPAN-UCA y PASOLAC-UNA.

Bibliografía

- Herweg Karl. 1998. La valoración del daño por erosión actual
- MARENA-POSAF II. 2006. *Establecimiento y manejo de sistemas agroforestales*. Managua, Nicaragua.
- Medina T., Luis E. y Urroz B., Ronald J. (2006) *Estudio de la pérdida de suelo por erosión hídrica, utilizando parcelas de escurrimiento en la parte alta de cuenca Estero Real (Sauce, León), durante el período de invierno (junio-diciembre) de 2005*. Fac. Ciencias. Tesis para Ingeniero Agroecólogo.
- PASOLAC. 1998. *Conservación de agua en zonas críticas* (memoria).
- PASOLAC. 1999. *IV Seminario nacional de conservación de suelos y agua* (memoria)
- PASOLAC. 2004. *Prioridades políticas e institucionales para la agricultura y el Desarrollo rural sostenibles*.
- PASOLAC. 2005. *Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica*. Managua, Nicaragua.
- PASOLAC. 2005. *Guía evaluativa de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua*. Managua, Nicaragua.
- PASOLAC. 2006. *Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera*. El Salvador.
- PASOLAC. 2006. *Guía técnica de conservación de suelos y agua*.
- PASOLAC-INTERCOOPERATION-COSUDE (2006). *Evolución de las experiencias de servicios ambientales hídricos en Honduras*.