



## LEISA Revista de Agroecología Abril 2004 - volumen 19 no. 4

LEISA Revista de Agroecología es una publicación de la **Asociación Ecología, Tecnología y Cultura en los Andes**, en convenio con la Fundación **ILEIA**

Asociación **ETC Andes**  
Ap. Postal 18-0745. Lima 18, Perú  
Teléfono: +51 1 4415541 Fax: +51 1 4225769  
<http://www.leisa-al.org.pe>

Fundación **ILEIA**  
PO Box 2067, 3800 CB Amersfoort, Países Bajos  
Teléfono: +31 33 4673870 Fax: +31 33 4632410  
<http://www.ileia.org>

### Suscripciones LEISA Revista de Agroecología

- por correo postal: **A.P. 18-0745, Lima 18, Perú**
- por correo electrónico: **base-leisa@etcandes.com.pe**

Las suscripciones provenientes de organizaciones y personas individuales de América Latina y otros países del Sur son, por ahora, gratis hasta que se establezcan las normas que posibiliten el pago, en moneda local, del equivalente a US \$12.00 por la suscripción a 4 números anuales. Para las instituciones y empresas internacionales con sede matriz en Europa Occidental, EE.UU. de Norte América, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, el costo de suscripción por 4 revistas anuales es de US \$40. Para las personas individuales de estos países, el costo de la suscripción anual es de US \$ 25. Al momento de recibir la solicitud de suscripción se indicará la forma de pago.

### Equipo Editorial de LEISA-América Latina

Teresa Gianella-Estrems  
Jorge ChavezTafur

### Editor invitado:

José Benites, FAO-Roma

### Base de datos de suscriptores

Cecilia Jurado

### Página web de LEISA-América Latina

Jorge ChavezTafur

### Impresión

Didi de Arteta S. A.  
Domingo Casanova 458, Lima 14, Perú

### Financiamiento

LEISA Revista de Agroecología 19-4, ha sido posible gracias al apoyo de DGIS, Países Bajos

### Foto de portada

Campo con mucuna: Fidel Gonzales Merino  
Ladera quemada: Rider Panduro

*Los editores han sido muy cuidadosos en editar rigurosamente los artículos incluidos en la Revista. Sin embargo, las ideas y opiniones contenidas en dichos artículos son de entera responsabilidad de los autores.*

*Los editores invitan a los lectores a que hagan circular los artículos de la Revista. Si es necesaria la reproducción total o parcial de algunos de estos artículos, no olviden mencionar como fuente a LEISA Revista de Agroecología y enviar una copia de la publicación en la que han sido reproducidos.*

ISSN: 1729-7419

Biblioteca Nacional del Perú  
Depósito Legal: 2000-2944

Este número 19-4 de **LEISA Revista de Agroecología**, que les ha llegado con un mes de retraso, va acompañado de la edición especial “**Ocho estudios de caso**” que trata de experiencias de transición hacia la agroecología en cuatro países de América Latina, y que ustedes mismos apreciarán al leer su contenido. Nos disculpamos por la tardanza, pero dos ediciones simultáneas han tomado un mayor tiempo que el requerido para la edición regular de 36 páginas.

LEISA está creciendo y ya pronto serán seis las ediciones trimestrales de esta revista dirigida a quienes están directamente comprometidos con el desarrollo de los sistemas de agricultura sostenible en el trópico y el subtropico: LEISA Magazine (edición en inglés de circulación internacional); LEISA India (en inglés para el subcontinente indio y otros países del sur de Asia); AGRIDAPE (en francés para los países africanos de habla francesa); SALAM (en idioma *bahas* para Indonesia); LEISA Revista de Agroecología (en español para América Latina y otros países de habla hispana) y LEISA en portugués para el Brasil y otros países de lengua portuguesa. En esta ocasión anexamos a la revista un afiche de difusión de LEISA como red de conocimiento e información, el cual esperamos sea colocado por nuestros lectores en aquellos lugares con afluencia de público interesado en alternativas innovadoras para el desarrollo de las áreas rurales de América Latina.

“Rehabilitación de tierras degradadas” es el título de la presente edición de LEISA, y en su proceso editorial hemos contado con el valioso aporte de nuestro editor invitado: José Benites, de FAO-Roma, quien en su artículo editorial hace énfasis en la necesidad de tomar medidas urgentes para evitar la degradación de tierras, especialmente en América Latina, donde los índices de erosión y declinación de la fertilidad de los suelos son muy altos. En la mayoría de los artículos, el enfoque para mantener la sostenibilidad del recurso suelo se orienta más a presentar y explicar las ventajas para el agricultor de una conservación orientada a recuperar y mantener la fertilidad del suelo mediante la protección de su calidad biológica (cultivos de cobertura, abonos verdes, enriquecimiento de nutrientes mediante leguminosas que fijan nitrógeno, etc.) antes que enfocar la conservación con las prácticas convencionales de construcción de obra física como son las terrazas, los muros de contención, etc. (ver: J. Hellin, p. 6; H. P. Reinders, p. 9; R. Bunch, p. 11). También hay artículos que se concentran en las alternativas técnicas elaboradas con el aporte de los mismos agricultores y de los técnicos de las instituciones de desarrollo o de la universidad, para la rehabilitación de tierras degradadas por prácticas agrícolas inadecuadas o incompatibles con el equilibrio de los ecosistemas tropicales o subtropicales (ver: ‘Pensaba que en este suelo ya no se podía sembrar nada ...’, J. A. Salas *et al.*, p. 14). Otros autores presentan las ventajas de los árboles como protección, para lo cual citan experiencias de reforestación análoga, así como la importancia de barreras vivas para el control del “lavado del suelo”. Es importante señalar que casi todos los artículos presentan experiencias donde la integración del conocimiento local con el de los técnicos ha permitido el desarrollo de alternativas innovadoras para la rehabilitación y mantenimiento de los suelos agrícolas.

En la próxima edición de LEISA 20-1, que tratará el tema de: “Especies vegetales subutilizadas”, además de los artículos les presentaremos el informe de los resultados de la encuesta de opinión, en base a las respuestas recibidas de nuestros suscriptores.

Seguimos apostando por la participación de nuestros lectores en el fortalecimiento de esta red de conocimiento e información que es LEISA a nivel mundial, y con el acceso a nuestro sitio en Internet, esta participación se torna más ágil y rápida. Sus comunicaciones en la página web, por correo electrónico o por vía postal, son un valioso aporte a nuestra labor.

*Los editores*

visite: [www.leisa-al.org.pe](http://www.leisa-al.org.pe)

# CONTENIDO

## 6 De erosión de suelos a suelos de calidad

Jon Hellin



Un enfoque más efectivo que centrarse en las obras de conservación de suelos es el uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas para mejorar la calidad del suelo a través de la protección del mismo, la incorporación de materia orgánica y el uso de los organismos del suelo. Estos procedimientos apuntan directamente a factores como la estructura del suelo y la cobertura de su superficie, y que pueden ser controlados por el usuario y usarse para reconstruir el suelo en un sistema dinámico y viviente. Los suelos que favorecen el crecimiento de las raíces también favorecen su conservación y una mejor retención del agua en el mismo predio.

## 11 Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura

Roland Bunch

Para introducir los sistemas de abonos verdes y los cultivos de cobertura con éxito, necesitamos una mejor comprensión de los sistemas existentes. Necesitamos comprender el alcance geográfico de los sistemas actuales, las tasas de su adopción o abandono, y las razones por las cuales los abonos verdes y los cultivos de cobertura han sido aceptados o rechazados.

### Fe de erratas

Hemos recibido una nota de los autores del artículo «Conocimientos tradicionales en los huertos caseros cubanos: experiencias para multiplicar» publicado en LEISA Revista de Agroecología 19-3 (diciembre 2003), donde en la Tabla de la página 27, hubo un error de interpretación de la abreviatura % M.O., por lo que en la segunda columna de la Tabla, en lugar de decir: % **mano de obra**; debe decir: % **materia orgánica**.

## 4 Manejo integrado del suelo y agua para un desarrollo agrícola sostenible en América Latina

Editorial

## 6 De erosión de suelos a suelos de calidad

Jon Hellin

## 9 Producción de maíz con la cobertura y el abono verde de la mucuna en los bajales del río Marañón en Loreto, Perú

Hans Peter Reinders

## 11 Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura

Roland Bunch

## 14 “Pensaba que en este suelo ya no se podría sembrar nada, no salía ni monte”

José Antonio Salas, María Elena Morros y Ana Isabel Quiroz

## 17 ¿Quién me vende 50 camiones de tierra? Una experiencia haitiano-cubana de rehabilitación de suelos

Roberto Caballero Grande, Norberto Baños Fernández, Eduardo Cabrera Carcedo, Julio Simón Maure y Adrián Hernández Chávez

## 21 Comprendiendo las terrazas tradicionales

William Critchley y Marit Brommer

## 24 Rehabilitación agroecológica de suelos volcánicos endurecidos, experiencias en el Valle de México

Diego Flores Sánchez, Ma. Antonia Pérez Olvera, Hermilio Navarro Garza

## 28 El bosque nativo como referente del deterioro de los suelos agrícolas

Héctor Leguía, Liliana Pietrarelli, Stella Maris Luque, Juan Sánchez, Esteban Alessandria, Miryan Arborno y José Luis Zamar

## 32 Potencial rehabilitación de tierras degradadas por el desarrollo y uso de un biofertilizante en beneficio de los agricultores pobres de Bolivia

Javier Franco P., Noel Ortuño y Jaime Herbas

## 33 Fijación del nitrógeno a una escala nacional

Adriana Montañés, Carlos Labandera y Luis Solari

## 34 Restauración de áreas invadidas por *copetate* en la región de la Chinantla, Oaxaca, México

Fabrice Edouard, Josefina Jiménez y Marcelo Cid

## 38 Fuentes

## 39 Páginas web

## 14 “Pensaba que en este suelo ya no se podría sembrar nada, no salía ni monte”

José Antonio Salas,  
María Elena Morros y  
Ana Isabel Quiroz

Trabajar con los agricultores permite el intercambio de conocimientos en las dos vías, siendo un proceso de aprendizaje mutuo, y garantiza la utilización y difusión de las prácticas

evaluadas, creando capacidades locales para continuar con el esfuerzo. Hoy día estamos conscientes que para masificar esta experiencia, se requiere de la acción compartida de diversos actores sociales, que compartan y estimulen este tipo de trabajo.



# Manejo integrado del suelo y agua para un desarrollo agrícola sostenible en América Latina

## Editorial

Las tierras de América Latina se están muriendo. Actualmente más de 306 millones de hectáreas están afectadas por una degradación del suelo de origen humano. La capa de suelo rico y fértil se está lavando rápidamente, cada día, por la erosión hídrica, y se está sedimentando en el cauce de los ríos y en las represas. Los suelos se están encostrando y compactando y esto produce encharcamientos o escorrentías. En las áreas secas el proceso de desertificación avanza inexorablemente. La causa principal de los síntomas de degradación indicados es el uso inadecuado de la tierra, que actualmente constituye la cuestión

En cuanto a los recursos hídricos, las cifras medias esconden enormes diferencias entre los países y entre un mismo país. Por ejemplo, de 1 m<sup>3</sup>/persona/año en las costas áridas de Perú y Chile se llega hasta 300.000 m<sup>3</sup>/persona/año en la cuenca del Amazonas. En cuanto a la procedencia y utilización de los nutrientes de las plantas, en 1990, de los 17 millones de toneladas absorbidos por la biomasa de los cultivos sólo se repusieron siete millones en forma de abono, y cerca de 10 millones de toneladas se exportaron a las ciudades en forma de productos agrícolas. Se supone que siete millones de toneladas provinieron del reciclaje de residuos de cosecha, pero sabemos que estos residuos se queman, se utilizan como alimento del ganado o se usan como combustible.

El crecimiento urbano en América Latina y el Caribe ha alcanzado proporciones sin precedentes y muchas ciudades ahora compiten con la agricultura por tierra y agua. América Latina requiere más tierras de cultivo, más combustible y más pastizales para el ganado.

La economía de América Latina está basada muy fuertemente en la agricultura. Sin una agricultura fuerte y floreciente, la nutrición de la población disminuirá, la leña para combustible será escasa y costosa, el alimento para el ganado será cada día más pobre, y los ingresos por la exportación de productos decaerán.

El recurso básico tierra se debe preservar porque millones de personas dependen de él. Afortunadamente, en los últimos años algunos énfasis respecto a la conservación del suelo y el agua han cambiado:

- de la pérdida de suelo y agua a la pérdida de productividad;
- de las obras físicas de conservación en la superficie al mejoramiento en las condiciones del suelo en la superficie y debajo de ella;
- de la medición de la cantidad de suelo y agua perdidos a la cantidad de suelo y agua retenidos.

De un enfoque unidisciplinario, distinto de la práctica agrícola normal, a un enfoque multidisciplinario; de un control del escurrimiento superficial del agua a una absorción del agua, y de tecnologías de conservación de suelos basadas en medidas de conservación física a técnicas agrícolas conservacionistas que propician la recuperación biológica del suelo o de su estructura para mejorar su capacidad de absorción y retención de agua.

Del uso de la mano de obra proporcionada por los agricultores para implementar obras al manejo de sistemas conservacionistas por los agricultores; de la realización de la conservación de suelo y agua por decreto a una conservación del suelo y agua como un subproducto de la productividad mejorada de la tierra; y de obras que cuestan dinero a prácticas de bajo costo que promueven las acciones libres de los meso y micro-organismos.



**Erosión de suelos en Honduras**

Foto: Archivos ILEIA

ambiental de mayor gravedad y cuyos principales efectos son: la erosión, la pérdida de fertilidad del suelo, la desertificación, la deforestación, el deterioro de los pastizales, la salinización y la alcalinización de las tierras de regadío, y la subutilización de la tierra de buena calidad.

El recurso tierra es limitado. Sólo el cuatro por ciento de las tierras tienen clima favorable y son fértiles y de alta productividad. El 96 por ciento restante tiene limitaciones físicas, químicas y de orden climático.

En América Latina, el crecimiento de la población está poniendo una presión implacable en los ya restringidos recursos de tierra. La población pasó de 166 millones de personas en 1950 a 513 millones en el 2000 y se espera que crezca a más de 800 millones en el 2050.

Antes se suponía que las percepciones de los especialistas sobre los problemas de degradación y sus soluciones eran las correctas, ahora las familias agrícolas deciden qué se adapta mejor. Antes, a los pequeños agricultores se les consideraba ignorantes, irracionales y reaccionarios, ahora se reconoce que los pequeños agricultores son conocedores de sus condiciones locales, pero también reprimidos y comprensiblemente cautos en la adopción de ideas nuevas. Las personas que trabajan y viven de la tierra pueden mejor determinar las prioridades que encajen con sus necesidades y aspiraciones. Una buena comunicación produce resultados intangibles que hacen que las personas se motiven a comprometerse a largo plazo en la rehabilitación de su tierra. La participación de los usuarios de la tierra es un requisito previo para el éxito de cualquier programa de conservación de los recursos de tierra y agua.

Existen soluciones prácticas y comprobadas para detener la erosión hídrica aumentando la cobertura del suelo con la siembra directa sobre el rastrojo del cultivo. El mantenimiento de la cobertura del suelo es mucho más importante que prevenir la erosión por medio de terrazas o barreras vivas o muertas que solamente son medidas de apoyo para favorecer la infiltración del agua y reducir su escurrimiento superficial. También son importantes para el mantenimiento de la calidad del suelo agrícola: los sistemas de cultivo intercalado que devuelven nutrientes a las tierras empobrecidas; las técnicas innovadoras de cosecha de agua de lluvia en tierras con sequía estacional, tales como las medialunas para plantaciones de árboles; los cercos para detener el movimiento de las dunas, que usan materiales locales y son fáciles de mantener.

Las tierras de bajo potencial productivo florecen cuando se adoptan usos de la tierra de acuerdo con su aptitud. Una mejor captación de agua *in situ* reducirá la necesidad de sistemas costosos de riego. Los sistemas integrados de nutrición de plantas aumentarán la eficiencia del suministro de nutrientes y los ingresos de los agricultores. Nuevas tecnologías eficaces en función de los costos se están promoviendo en Argentina, Paraguay, Brasil (Paraná y Santa Catarina) y en otros lugares de la Región.

Son necesarios estudios detallados de tierras, para ayudar a los gobiernos a mejorar su uso. El montaje de bases de datos permite la colección y análisis de la información. Es imprescindible identificar los diferentes tipos de uso de la tierra en las diferentes unidades del paisaje, para formular políticas y programas agrícolas.

La investigación agrícola debe estar orientada hacia la generación de tecnologías que promuevan una agricultura sostenible. Se debe consultar con los usuarios de la tierra en cada fase de un programa de mejoramiento del uso, especialmente durante la fase inicial.

Las políticas agrícolas adecuadas ayudan a restaurar y proteger la tierra. Las soluciones están allí...todo lo que se requiere es voluntad política y apoyo técnico para aplicarlas.

Cuando el problema está entendido en forma integral a nivel de cuencas o microcuencas se pueden encontrar, entonces, las soluciones. Para ello se debe mejorar:

- la colección y análisis de la información de tierras y agua;
- la planificación del uso de la tierra de acuerdo a su aptitud;

- la cuantificación de la pérdida de la productividad para definir las necesidades de conservación y manejo en los sistemas de producción;
- la selección de las opciones de manejo y conservación confrontando las necesidades de conservación con el uso potencial de la tierra.

Es necesario formular un marco de política para la conservación que permita a los gobiernos eliminar las causas del abuso de la tierra:

- mejorando sus sistemas de colección e información sobre recursos naturales;
- motivando a la población local a adoptar prácticas que han demostrado resultados beneficiosos;
- usando estrategias efectivas de precios de los productos agrícolas para proteger las fluctuaciones súbitas en el mercado;
- introduciendo una legislación realista para la distribución equitativa de la tierra y medidas viables de conservación de tierra y agua;
- fortaleciendo las instituciones locales y nacionales.

Todo esto dará como resultado un aumento de la producción de bienes y servicios, y una mejor protección de los recursos de tierra y agua.

Los acuerdos regionales e internacionales proveen un apoyo vital para el intercambio de información, entrenamiento y asistencia técnica. A nivel internacional se debe estrechar la colaboración entre instituciones nacionales, ONGs, entidades financieras, organismos internacionales, etc.

Se debe propiciar la Cooperación Técnica entre Países en Desarrollo (CTPD), así como mayores esfuerzos de integración subregional, regional y acuerdos bilaterales. Igualmente, las redes de cooperación técnica facilitan los vínculos entre países con las actividades regionales y mundiales y hace que los esfuerzos para enfrentar los problemas del ambiente y de los recursos naturales sean más productivos.

La formulación y aplicación de un enfoque integrado de la conservación del suelo y el agua puede reportar enormes beneficios. ¡No hay tiempo que perder! ¡Las tierras de América Latina y el Caribe se mueren!....Sólo los esfuerzos conjuntos y coordinados pueden salvarlas.

*José R. Benites*  
editor invitado

*Los puntos de vista expresados en este editorial son la opinión personal del autor y no reflejan necesariamente la política oficial de la FAO.*

**José R. Benites**  
FAO-B709 Viale delle Terme di Caracalla  
00100 Roma, Italia  
Email: [Jose.Benites@fao.org](mailto:Jose.Benites@fao.org)  
[www.fao.org/landandwater/default.stm](http://www.fao.org/landandwater/default.stm)

# De erosión de suelos a suelos de calidad

Jon Hellin



Las prioridades de los agricultores pueden no tener nada que ver con la agricultura. Lempira, Honduras

Foto: Jon Hellin

En todas las zonas tropicales del mundo, los pequeños agricultores se ven cada vez más obligados a colonizar áreas marginales como son las ubicadas en laderas de alta pendiente. La consecuencia ha sido un incremento en la degradación de los suelos, pérdida de su calidad y una acelerada erosión de los mismos. Esta amenaza a la productividad agrícola sostenible ha llevado a un considerable interés en las tecnologías de conservación de suelos que controlan el desgaste y la erosión. Así, alrededor del mundo se han promocionado ampliamente las obras de conservación de suelos, tales como las barreras vivas, los cercos de piedra, las zanjas de infiltración, las terrazas y taludes de contención.

Se ha fomentado en las comunidades agrícolas la adopción de estas tecnologías, pero la respuesta ha sido pobre. Muchas organizaciones de desarrollo han optado por el uso de incentivos directos tales como pagos en efectivo y alimentos por trabajo, alentando a los agricultores a adoptar tecnologías de conservación de suelos. El problema con este enfoque es que, casi siempre, los agricultores abandonan las prácticas cuando finalizan los proyectos o los fondos se acaban.

Este artículo propone un enfoque diferente para mejorar el manejo de los suelos, basándose fundamentalmente en experiencias de campo en Honduras, donde más que enfatizar el control de la erosión, se busca mejorar la calidad del suelo. Al hacerlo, no sólo considera los intereses de los agricultores respecto a la productividad, sino también toma en cuenta el creciente problema de la degradación de las tierras.

## Controlando la erosión de los suelos

La escena es muy común. El valle es atravesado por pulcras líneas verdes de melones destinados a la exportación a Europa y a los Estados Unidos. Parado en una ladera sobre la hacienda de melones en el sur de Honduras, estoy rodeado por un mosaico de parcelas de maíz y los restos de un bosque seco que solía extenderse ininterrumpidamente, a lo largo de la costa del Pacífico desde México hasta Panamá. La desigualdad en la distribución de la propiedad en países tales como Honduras, ha significado que los agricultores de escasos recursos tengan pocas alternativas y deban trabajar en cualquier terreno que esté disponible. Esto es frecuente en áreas de agricultura marginal tales como las laderas.

Tanto la abundancia de lluvias como la existencia de laderas de fuerte pendiente significan que grandes zonas de América Central son particularmente propensas a altos niveles de erosión de suelos. Mientras la tierra se degrada, la producción disminuye y los agricultores se ven obligados a ralear más áreas de bosques o migrar a las ciudades en busca de trabajo.

En América Central y muchas partes de los trópicos y subtropicos se corre el riesgo que la degradación de la tierra causada por las propias actividades de los agricultores socave los esfuerzos para aumentar la producción agrícola sostenible. Una respuesta es la inversión en tecnologías de conservación. En los últimos 30 años, los programas de conservación de los suelos

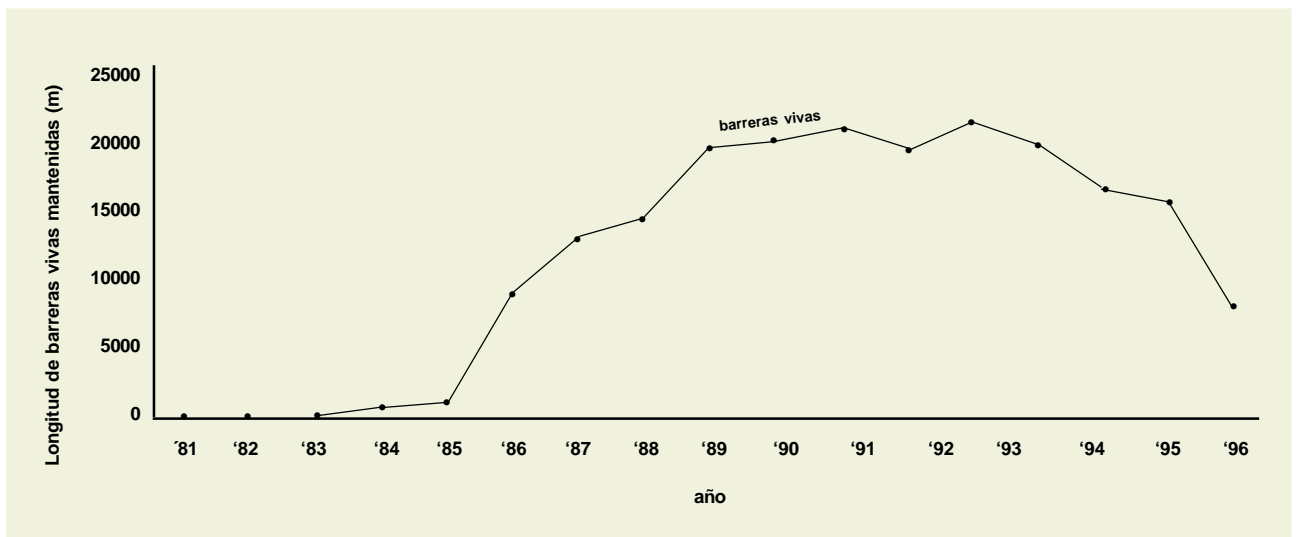


Figura 1. Adopción y abandono de barreras vivas en 47 haciendas en La Paz, Honduras. El proyecto duró desde 1980 a 1991 y se brindaron incentivos directos entre 1984 y 1991

han sido comunes en los países en desarrollo. Los técnicos proporcionan a los agricultores la asesoría técnica, asistencia y las tecnologías diseñadas para restringir la pérdida de suelos y promocionar activamente las prácticas de conservación de suelos tales como las barreras vivas (de arbustos plantados en hilera como cercos vivos en contorno), cercos de piedra, zanjas de infiltración, terrazas y repesamientos de tierra.

Sin embargo los agricultores se han mostrado reacios a adoptar estas prácticas. Los programas de conservación de suelos usan, algunas veces, incentivos tales como pagos en efectivo para fomentar su adopción. El problema, como se muestra en la Figura 1, es que los agricultores casi siempre abandonan estas prácticas una vez que se retira el incentivo.

Cuando los agricultores no adoptan las prácticas de conservación de suelos recomendadas, se acostumbra decir que esto se debe a que no tienen suficiente educación y, que son conservadores y resistentes al cambio. Sin embargo, ahora se está considerando en mayor grado la propia situación de los agricultores. Esto ha llevado a muchos a tomar en cuenta el hecho de que si los agricultores no quieren seguir las recomendaciones, es porque las tecnologías que están siendo promocionadas no consideran sus verdaderas necesidades y sus exigencias prioritarias.

### Percepciones de los agricultores

Los interesados en la severidad de la erosión del suelo y los efectos que pueda tener en la producción agrícola se sorprenden mucho al darse cuenta que los pequeños agricultores no comparten las mismas inquietudes. Esta falta de interés en los suelos que se van perdiendo, se explica en parte por el hecho que muchos agricultores no reconocen que la erosión se está produciendo. En Honduras es común escuchar a los agricultores decir que están “creciendo piedras en las laderas”. Una pérdida de suelos que llega hasta unas 20 a 40 t/ha por año, resulta en una disminución anual de la superficie del suelo no mayor de 0.3 mm. Como los agricultores no pueden ver la erosión que está ocurriendo, pensar que “las rocas crecen” es una explicación lógica de que las rocas comienzan a estar expuestas.

La mayor preocupación de los agricultores en Honduras parece ser el daño causado por las plagas y enfermedades, sequías y lluvias irregulares (ver Tabla 1). La erosión del suelo es rara vez vista como una amenaza a su subsistencia.

Un cuestionamiento más profundo revela que los agricultores no se preocupan por las plagas o las enfermedades, ni por la disminución de las lluvias. Su verdadera preocupación está en lo que esto puede significar en términos de reducción de la productividad. Cuando se les pregunta sobre los efectos de los

Amenaza	Respuesta	% de respuestas
Plagas y enfermedades	172	38
Sequía y/o lluvias irregulares	136	30
Baja productividad	60	13
Calidad de la tierra (erosionada, inundada, etc.)	40	9
Disponibilidad de tierra	29	7
Pocos recursos económicos	7	2
Otros	4	1
		100%

Tabla 1. Las percepciones de los agricultores frente a las amenazas a la producción agrícola. Basadas en un cuestionario presentado a 213 pequeños agricultores en Honduras

### El sistema Quesungual en Honduras

El sistema Quesungual es un sistema agroforestal que se caracteriza por tres capas de vegetación: el *mulch* o mantillo, los cultivos, y los arbustos y árboles dispersos. Los agricultores del oeste de Honduras solían practicar una agricultura de roza y quema. Diferentes organizaciones de desarrollo los alentaron a dejar de quemar sus campos antes de sembrar el maíz y en cambio a sólo cortar la maleza, dejándola en la superficie para luego sembrar las semillas del maíz a través del rastrojo.

La cubierta de tres capas de vegetación brinda amplia protección a la superficie del suelo y tan pronto los agricultores dejaron de quemar los desechos notaron que la erosión era muy poca: los ríos estaban “limpios” en lugar de “sucios” cada vez que llovía. Sin embargo, el control de la erosión de los suelos, no es la razón por la cual los agricultores están cada vez más adoptando este sistema. El eje central en juego es el mejoramiento de la calidad del suelo.

Al haber abandonado la práctica de quemar sus campos, hay más insectos beneficiosos y a la vez niveles crecientes de materia orgánica en el suelo. Lo atractivo para los agricultores es que el suelo ahora puede retener la humedad mucho mejor, y el resultado es una mejora de la producción. La disminución en la pérdida de suelo es un beneficio “secundario” para el sistema. Los agricultores no ven el sistema Quesungual como una práctica de conservación del suelo. Por el contrario, es vista como una práctica que incrementa la productividad y que también es efectiva para la conservación del suelo. Este enfoque del manejo de la tierra concuerda mejor con las necesidades prioritarias de los agricultores y es más prontamente adoptado por ellos.

problemas identificados, la reducción de la productividad (360 respuestas) y el hambre (46 respuestas) contabilizaron el 91% de las respuestas.

### Erosión de los suelos y productividad

La razón por la cual el control de la erosión ha recibido tanta atención es la comprensión de que hay una directa relación entre la pérdida del suelo y la productividad. Las tecnologías convencionales de conservación que se orientan a controlar la pérdida de los suelos, apuntan a lo que los agentes externos consideran como la principal amenaza para la agricultura en laderas, en lugar de considerar los problemas y las necesidades prioritarias identificados por los mismos agricultores.

En realidad, los rendimientos dependen de una compleja interacción de factores que incluyen la calidad de los suelos, el manejo de los sistemas de cultivo, tierras y el clima. En países como Honduras, la cantidad y distribución de lluvias tienen un impacto mucho más profundo en los rendimientos que la cantidad de suelo erosionado. Dada tal variación en los rendimientos, es comprensible el “error” de los agricultores al no considerar la erosión de los suelos como una amenaza real para su subsistencia.

Al colocar demasiado énfasis en la erosión, estamos potencialmente perjudicando a los agricultores ya que cualquier relación entre la productividad y el suelo depende más de la calidad del suelo remanente en el terreno que de la cantidad de suelo eliminado por la erosión.

Un suelo en buena condición está bien estructurado, permite la penetración de las raíces, el intercambio de gases y la absorción fácil del agua de lluvia. Cuanta más lluvia es absorbida por el suelo, se produce menos erosión. La erosión tiene lugar cuando el

suelo está degradado, pues es menos capaz de absorber la lluvia y el resultado es mayor desgaste y erosión. Las prácticas de conservación de suelos, tales como las barreras vivas, hacen muy poco por mejorar la calidad del suelo entre las barreras. Por ello, los agricultores rara vez aprecian un mejoramiento en la producción como resultado de los esfuerzos en la conservación de los suelos. Hay una clara necesidad de un nuevo enfoque para la conservación de los suelos. Los intereses de los agricultores, la productividad agrícola y su sostenibilidad a través de la preservación y mejoramiento de la calidad del suelo, brindan el punto de partida para esta perspectiva y deben por ello considerarse prioritarios.

### Mejorando la calidad del suelo

Un enfoque más efectivo que centrarse en las obras de conservación de suelos es el uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas para mejorar la calidad del suelo a través de la protección del mismo, la incorporación de materia orgánica y el uso de los organismos del suelo. Estos procedimientos apuntan directamente a factores como la estructura del suelo y la cobertura de su superficie, y que pueden ser controlados por el usuario y usarse para reconstruir el suelo en un sistema dinámico y viviente. Los suelos que favorecen el crecimiento de las raíces también favorecen su conservación y una mejor retención del agua en el mismo predio.

El mejoramiento de la estructura del suelo y la capacidad de infiltración puede resultar en un mejoramiento tanto de la producción como de la conservación del suelo. Las mejoras en la administración de cultivos, tales como una plantación temprana, una densidad óptima, el dejar los residuos de las cosechas en la superficie y el uso de abonos verdes (ver LEISA Boletín de ILEIA, vol. 13 n° 3, p. 12 -13), reducen la erosión, fomentan la infiltración del agua y, a través del mejoramiento de la calidad del suelo, conducen a un incremento en la producción. Un ejemplo práctico de este enfoque es el sistema Quesungual en el oeste de Honduras (ver LEISA Revista de Agroecología, vol 18 n° 3, p. 10 -11).

La experiencia de Honduras muestra que, aun cuando las prácticas de conservación de suelos tienen un rol específico, éstas deben combinarse con tecnologías y prácticas agronómicas que conduzcan a un mejoramiento de la calidad del suelo. Si se usan de manera aislada, es poco probable que

resulten en un incremento de la productividad, que es la mayor preocupación de los agricultores.

Las recientes experiencias positivas con los sistemas de labranza cero, de rápida expansión en América Latina, muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo. Sin duda, todavía se necesitan cambios fundamentales de política para aliviar la presión que reciben las zonas de ladera de América Central con cambios que incluyen una distribución más equitativa de las tierras y un mayor acceso a los mercados. Sin embargo, a pesar de las numerosas restricciones económicas y agroecológicas para mejorar el manejo de las tierras, los agricultores pueden mejorar la calidad del suelo a través del uso de tecnologías que fomenten tanto la productividad como la conservación de los suelos. A través de estos enfoques es que las laderas de América Central pueden seguir siendo cultivadas de una manera sostenible por los pequeños agricultores. ■

### Jon Hellin

ITDG, Centro Schumacher para el Desarrollo Tecnológico, Bourton Hall, Bourton-on-Dunsmore, Warwickshire, CV23 9QZ, Reino Unido.

### Referencias

- Bunch R., 1982. **Two ears of corn: A guide to people-centered agriculture**. Vecinos Mundiales, Oklahoma.
- Hallsworth, E.G., 1987. **Anatomy, physiology and psychology of erosion**. Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Hellin, J. y M.J. Haigh, 2002. **Better land husbandry in Honduras: towards the new paradigm in conserving soil, water and productivity**. Land Degradation & Development, 13.
- Hellin, J. y K. Schrader, 2003. **The case against direct incentives and the search for alternative approaches to better land management in Central America**. Agriculture, Ecosystems & Environment, 99.
- Hudson, N.W., 1995. **Soil Conservation**. BT Batsford Limited, Londres.

# Producción de maíz con la cobertura y el abono verde de la mucuna en los bajiales del río Marañón en Loreto, Perú

Hans Peter Reinders

La producción agrícola en los “bajiales” del río Marañón en la amazonia peruana, vecinos a la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto, se encuentra en grave crisis. Aunque los suelos inundables son fértiles, los precios para los productos han bajado fuertemente. Las estrategias para mejorar la producción del campesinado en las zonas inundables tienen que enfocarse en la reducción de la necesidad de mano de obra y el incremento de la producción, sin costos adicionales y sin hacer daño a la mega-biodiversidad de la selva baja y su ecosistema correspondiente. Este artículo describe cómo el uso de la cobertura y el abono verde de la mucuna puede dar un nuevo impulso a la producción de maíz en esta zona.

## Otras experiencias con mucuna como cobertura y abono verde

Los pobladores utilizan la semilla tostada de la mucuna gris o ceniza (*Mucuna pruriens*) como café, pero nadie aprovecha la planta como cobertura y abono verde, como sí se hace, por ejemplo, en Honduras (Buckles *et al*, 1999), en países del oeste de África (Vissoh *et al*, 1998), e incluso en el departamento de Madre de Dios, en el sur del Perú (Groll, 1997). En estas zonas se siembra la mucuna como cobertura antes que el maíz, con la finalidad de reducir la mala hierba y al mismo tiempo, aprovechar la hojarasca de esta leguminosa para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la producción del maíz. En las tres zonas mencionadas el clima es parecido al de Loreto, pero la diferencia es la inundación de la chacra durante los tres meses antes del periodo productivo por la crecida del río.

## Experimentando con agricultores

Para comprobar si las experiencias de Madre de Dios, Honduras y del oeste de África tendrían éxito en la zona del río Marañón, hicimos varios experimentos con campesinos en los alrededores de la localidad de Nauta, para así determinar si el sistema de cobertura y abono verde con mucuna se podría aplicar en Loreto. En varias chacras se sembró la mucuna después de la roza y la tumba de la vegetación existente. En las zonas no-inundables (“la altura”), la mucuna no tuvo el crecimiento esperado debido a la baja fertilidad del suelo, la abundante infestación de hormigas “curuhinse” (*Atta cephalotes*), y por el ganado que invade la chacra. Pero en las zonas inundables (“los bajiales”), la mucuna respondió muy bien y la cobertura cubrió agresivamente la parcela dos meses después de la siembra. La mucuna se sembró al voleo en un terreno rozado sin quemar. Después de cuatro meses de sembrado se rozó la mucuna y luego el sembró de maíz, para cosecharlo cuatro meses después. Todos los experimentos se realizaron en chacras de productores con la participación de ellos, para ver si el nuevo sistema corresponde con la realidad del productor local.

## La cobertura vegetal de mucuna

Después de un primer experimento se comprobó que la mucuna tiene la capacidad de reducir las malezas de manera excelente. Si la mucuna crece durante cuatro meses, las hojas grandes y vigorosas no permiten que otras plantas broten, y de esta manera la cobertura mantiene la parcela limpia de malezas. El maíz se siembra dentro de la hojarasca de la mucuna rozada, y germina dentro de esta capa de materia orgánica. Sembrándolo de esta

	1 Ha. maíz tradicional		1 Ha. maíz con mucuna	
Mano de obra total:	84 Jornales	(nuevos soles)	64 Jornales	(nuevos soles)
Roza	10 Jornal	100	10 Jornal	100
Tumba	7 Jornal	70	7 Jornal	70
Siembra Mucuna	0 Jornal	0	1 Jornal	10
Shunteo y quema	14 Jornal	140	0 Jornal	0
Roza Mucuna	0 Jornal	0	10 Jornal	100
Siembra	6 Jornal	60	6 Jornal	60
Cultivo/deshierbe	22 Jornal	220	0 Jornal	0
Cosecha de maíz	20 Jornal	200	20 Jornal	200
Transporte	3 Jornal	30	6 Jornal	60
Desgrano y Secado	2 Jornal	20	4 Jornal	40
<b>Insumos:</b>				
Semilla de mucuna			25 Kg.	25
Semilla de maíz	15 Kg.	6	15 Kg.	6
Costales	24 Unidad	24	44 Unidad.	44
<b>Mano de obra:</b>		840		640
<b>Insumos:</b>		30		75
<b>Costos totales:</b>		<b>870</b>		<b>715</b>
<b>Venta de maíz (0.40 soles/kg):</b>	1200 Kg.	<b>480</b>	2200 Kg.	<b>880</b>
<b>Saldo con mano de obra alquilada</b>		<b>- 390</b>		<b>165</b>
<b>Saldo con mano de obra familiar</b>		<b>450</b>		<b>805</b>

Cuadro 1. Comparación de la necesidad de mano de obra y rentabilidad por Ha. en la producción de maíz de una manera tradicional y la producción de maíz con la mucuna (US\$ 1.00 equivale a S/. 3.50 nuevos soles)

manera, no fue necesario labrar la chacra durante todo el período del cultivo del maíz, lo que significa un ahorro de 20 a 25 jornales por hectárea. Esto, junto a la reducción de 14 jornales de días laborables por no quemar, representa un ahorro del 25% de la necesidad total de mano de obra (véase cuadro 1).

## Calendario de siembra

Para aprovechar la cobertura de la mucuna en “el bajo”, el momento de la siembra debe coincidir con los meses de la creciente del río. Para formar suficiente biomasa la mucuna debe crecer por lo menos cuatro meses y el maíz debe ser cosechado antes del momento que la parcela se inunde. A la vez, la mucuna

### El uso de la cobertura y abono verde para el cultivo de maíz

1. reduce la necesidad de mano de obra en 25%.
2. aumenta la producción de maíz en 80% sin costos adicionales, por el incremento del potencial del suelo.
3. evita la quema tradicional de la chacra y así se puede rozar en el periodo con mayor precipitación y reduce el impacto negativo al ecosistema de la actividad agrícola.
4. reduce el impacto negativo a la bio-diversidad y el ecosistema por ausencia de la quema.
5. en términos monetarios, mejora la rentabilidad en S/. 350,00 (US\$ 100) por hectárea.





(octubre) Después de la roza y tumba de la vegetación presente se siembra la mucuna en junio, la que al cubrir toda la parcela impide que otras plantas rebroten



(inicio noviembre) Para matar la mucuna se roza la cobertura para preparar la siembra del maíz



(inicio noviembre) En la hojarasca que queda después de la roza de la mucuna se siembra el maíz. La hojarasca no se quema.



(noviembre) El maíz dentro de la hojarasca de mucuna



(fines de diciembre) La capa de materia orgánica dejada de la roza de mucuna no permite que crezca la maleza, Al descomponerse abona el cultivo

debe ser sembrada después del 21 de junio (el día más corto del año) para evitar que la floración de la mucuna empiece muy temprano, pues la floración depende de las horas de luz. Una floración temprana no es recomendable porque reduce la producción de hojas y biomasa.

### El abono verde de la mucuna incrementa el potencial productivo del suelo

Siendo una leguminosa (Fam. *Fabacea*), la mucuna es capaz de fijar el nitrógeno atmosférico con los nódulos que se forman en sus raíces y almacenarlo en sus hojas. Rozando la mucuna después de cuatro meses, el nitrógeno se libera durante la pudrición de la hojarasca y pasa a estar disponible para ser aprovechado por el maíz. Buckles *et al.* (1999) indican que la mucuna puede fijar entre 200 kg y 350 kg de nitrógeno por hectárea por año, lo que resulta en un incremento notable del

potencial productivo del suelo y de la producción del maíz. En el experimento realizado en Nauta, la producción aumentó de manera considerable (pasando de 1,000 kg por hectárea a 2.200 kg por hectárea), doblando los rendimientos que se obtienen generalmente en las zonas inundables del río Marañón.

### Ausencia de la quema

Al sembrar en junio las condiciones no son las óptimas para la preparación tradicional de la chacra. La precipitación posterior no permite que se queme la chacra, corriendo el riesgo de que la vegetación rebrote, si el lapso entre la roza y la quema demora demasiado. El uso de la mucuna soluciona este problema, porque la siembra de la cobertura puede hacerse también en el período con mayor precipitación. El crecimiento agresivo de la mucuna no permite que rebroten las malezas.

Si se presentan períodos sin precipitación, durante el mes de noviembre, el maíz demora en secar porque la capa orgánica de cobertura rozada mantiene la humedad. Como evita la quema, el impacto negativo de la preparación de la chacra al ecosistema y la bio-diversidad es menor que en la manera tradicional.

### Proyección

Los resultados son promisorios: la producción aumentó sin mayores costos, y la necesidad de mano de obra disminuyó. Esto quiere decir que usando la mucuna en la producción de maíz en los bajiales, la rentabilidad mejora y el campesino amazónico puede aumentar sus ingresos y así mejorar su economía familiar.

Considerando estos resultados, es necesario que los organismos no gubernamentales y las instituciones del Estado que trabajan en el desarrollo del agro en la Selva tomen en cuenta el potencial que tiene la mucuna como cobertura y abono verde, e incluyan la promoción de esta tecnología en sus actividades.

Pero sería interesante investigar más la aplicación de la mucuna con otros cultivos, como la yuca, arroz y las hortalizas ampliando los experimentos que se están dando en algunos lugares. Al respecto, los resultados de los experimentos con yuca en San Regís, incentivados por el Centro de Capacitación Campesina de la Amazonia (CENCCA), también son promisorios y muestran que la cobertura de mucuna tiene potencial en los bajiales de Loreto. Un aspecto importante, que necesita mayor investigación, es el incremento de la presencia de plagas (mayormente pájaros y monos) por la siembra en una época que no corresponde al momento tradicional del cultivo y cosecha de maíz en la zona. ■

### Agradecimientos

Se sabe actualmente del uso de la cobertura y el abono verde de la mucuna para mejorar la producción del maíz en los bajiales del río Marañón, gracias a los esfuerzos de Julio y Robert Curichimba, Rafael Curico y los alumnos de la carrera técnico agropecuaria I.S.T. Joaquín Reátegui Medina en Nauta. Nuestro agradecimiento también a Carlos Reyes Ramírez que ha asesorado en la elaboración de este artículo.

### Hans Peter Reinders

Consultor en agro-ecología.

Email: [hpreinders@hotmail.com](mailto:hpreinders@hotmail.com)

### Referencias

- Buckles *et al.*, 1999. **Los cultivos de cobertura en la agricultura en laderas**, Innovación de los agricultores con Mucuna. CIID/CIMMYT/CATIE <http://www.idrc.ca/books/focus/881/intro.html>
- Groll, 1997. **Pasos hacia una agricultura más rentable y ecológicamente apropiada**, Asociación de Agricultura Ecológica, Puerto Maldonado-Perú
- Vissah *et al.*, 1998. **Experiences with Mucuna in West Africa** International Institute of Tropical Agriculture, Benin, IDRC/IITA/SG2000 1998, <http://www.idrc.ca/books/focus/852/02-sec01.html> 01.html

# Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura

Roland Bunch

A nivel mundial, los abonos verdes y los cultivos de cobertura han demostrado ser una tecnología exitosa para mantener la fertilidad del suelo y controlar las malezas. Las numerosas ventajas de estos cultivos han hecho que sean adoptados en muchas partes del mundo. En otras áreas, sin embargo, los agricultores han sido reacios a su adopción. Incluso, se sabe que algunos agricultores han abandonado los sistemas tradicionales. La pregunta que cabe aquí es ¿por qué la introducción de abonos verdes y cultivos de cobertura ha sido un éxito en un área determinada, mientras que programas similares han fallado en otras? ¿Bajo qué condiciones podemos esperar que los pequeños agricultores se interesen en cultivarlos?

Después de 20 años de experiencia con sistemas de abonos verdes y cultivos de cobertura alrededor del mundo, me gustaría discutir las principales condiciones para la adopción de éstos. Las siguientes conclusiones se basan en experiencias con 140 sistemas diferentes, que involucran 41 especies. Sesenta por ciento de estos sistemas han sido desarrollados, básicamente, por los mismos agricultores, lo que demuestra lo apropiado que estos sistemas han sido para los agricultores y cuán interesados están los agricultores en ellos. Este artículo resume algunas de las lecciones aprendidas de mis experiencias con programas y organizaciones que han tenido éxito en la introducción de sistemas sostenibles de abonos verdes y cultivos de cobertura.

## Costos de oportunidad

Los abonos verdes y los cultivos de cobertura deben cultivarse en predios que ofrecen a los agricultores algunas otras oportunidades tales como ingresos, alimentos, forraje, etc. Generalmente, los agricultores no tienen interés en sembrar algo que sólo sirve para la fertilización del suelo cuando el mismo terreno lo pueden usar para cultivos para el autoconsumo o para cultivos que puedan venderse.

Esto parecería imponer muchas restricciones para el cultivo de abonos verdes y cultivos de cobertura, pero en realidad estamos encontrando más ocasiones y lugares en los que éstos pueden usarse:

- si el abono verde o el cultivo de cobertura produce un alimento apreciado, puede ser cultivado en cualquier forma que sea coherente con el sistema, como cualquier otro cultivo;
- los abonos verdes o cultivos de cobertura pueden crecer intercalados con cualquier otro cultivo. Por ejemplo, la *Canavalia ensiformis* (habichuela para forraje) puede intercalarse con maíz o mandioca (yuca), o el maní perenne (*Arachis pintoi*) con el café. Este es actualmente el nicho más popular para introducir los sistemas de abonos verdes y de cultivos de cobertura;
- los abonos verdes o cultivos de cobertura pueden crecer en tierras eriazas o en campos en barbecho. Las especies apropiadas para estos campos son aquellas que puedan sobrevivir en suelos muy pobres, tales como *Canavalia ensiformis*, *Tephrosia candida*, o también árboles particularmente resistentes. Los agricultores en Vietnam, por ejemplo, siembran *Tephrosia candida* en el primer año de descanso, reduciendo el tiempo de barbecho de cinco años a dos;
- los abonos verdes o cultivos de cobertura pueden crecer durante la temporada seca, sembrarse después de los cultivos regulares como el sistema usado en Vietnam, que emplea el *Phaseolus carcaratus* intercalado con arroz o con otro cultivo regular, dejándolo luego que crezca durante la temporada seca, tal como el sistema del trébol de olor con maíz en México. También puede plantarse como un cultivo de relevo entre cultivos de temporadas lluviosas al final de la

estación para sacar provecho de la humedad que todavía permanece en el suelo, tales como los sistemas de caupí (*Vigna unguiculata*) con maíz, o de frijol jacinto o lab-lab (*Dolichos lab lab*) con maíz en Tailandia;

- los abonos verdes o cultivos de cobertura pueden crecer bajo árboles frutales, árboles forestales o bajo casi cualquier cultivo perenne. En este caso, se seleccionan especies particularmente tolerantes a la sombra tales como el frijol pardo o jackbean (*Canavalia ensiformis*);
- también pueden encontrarse otros pequeños nichos ocasionales, en situaciones tales como los períodos de helada (donde por lo general los lupinos como el tarwi dan buenos resultados), o en los suelos extremadamente ácidos donde se recomienda el uso del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) o el alforfón conocido también como trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* – en inglés *buckwheat*).



Agricultores limpiando un campo con mucuna para el cultivo del maíz. Veracruz, México Foto: IDRC

El frijol pardo o jackbean (*Canavalia ensiformis*) es probablemente el segundo cultivo más usado como abono vegetal y cubierta de protección. Es resistente a la sequía, suelos pobres, insectos y enfermedades, y es capaz de sobrevivir y crecer bien en las peores condiciones. Este frijol puede usarse en la temporada seca y en ambientes marginales donde no crecerían otros cultivos. Tiene la habilidad de fijar grandes cantidades de nutrientes y también es capaz de ayudar a regenerar tierras degradadas.

## Costos en efectivo

El cultivar plantas para abono verde o como cultivos de cobertura no debe significar altos costos y menos aún, gastos en efectivo. Esto implica que los agricultores deben ser capaces de producir su propia semilla año tras año, y que estos cultivos sean resistentes a las enfermedades o a los problemas de insectos. Es conveniente que la utilización de los abonos verdes y los cultivos de cobertura represente un ahorro para los agricultores, además de contribuir a reducir la cantidad de dinero que los agricultores gastan en fertilizantes químicos. Además, esto puede llevar a una reducción o incluso a una total eliminación de herbicidas. Algunas especies pueden sustituir algunos químicos: por ejemplo la planta *Mucuna deeringiana* es un nematocida de amplio espectro, y la crotalaria (*Crotalaria ochroleuca*) puede usarse para controlar las plagas en el almacenamiento de granos.

## Demanda de trabajo

El abono verde o el cultivo de cobertura seleccionado no debe incrementar la cantidad de trabajo que los agricultores deban realizar. De hecho, cuando se intercalan los cultivos, el abono verde o el cultivo de cobertura pueden hacer que el esfuerzo físico

## El papel de los abonos verdes y cultivos de cobertura (av-cc) en la rehabilitación de las tierras degradadas

Los av-cc pueden contribuir a la rehabilitación de tierras degradadas y a la restauración de tierras eriazas de varias maneras. Los impactos más importantes y sus efectos se enumeran a continuación:

**Incremento de la materia orgánica y ciclo nutricional.** La materia orgánica de los av-cc, tiene una serie de efectos positivos en el suelo, que incluye el hacer que los nutrientes del suelo estén más disponibles para los cultivos. Por ejemplo, en los suelos ácidos, el fósforo puede estar de cuatro a cinco veces más disponible para las plantas cuando están rodeadas de materia orgánica.

**Fijación del nitrógeno.** La materia orgánica frecuentemente añade cantidades significativas de nitrógeno a los sistemas de labranza. Muchas, sino la mayoría, de la amplia variedad de leguminosas usadas son capaces de fijar más de 75 kg/ha de N, mientras algunas especies fijan una mayor cantidad: la *Mucuna spp.* puede fijar 140 kg/ha/cultivo, la *Canavalia ensiformis* fija unos 240 kg/ha y la *Sesbania rostrata* es capaz de fijar 400 kg/ha.

**Control de malezas.** Intercalados con cultivos alimenticios o para la venta, los av-cc son importantes para controlar las malezas y por consiguiente reducen los costos y requerimientos de labranza de los agricultores. Además, los av-cc también son conocidos por controlar las malezas muy agresivas. En en el oeste de África, por ejemplo, la *Mucuna spp.* es cultivada para controlar el pasto *Imperata*.

**Conservación del suelo.** La cobertura del suelo proporcionada por los av-cc, previene la erosión.

**Mejoramiento de la humedad del suelo.** La cobertura del suelo, sumada al aumento de la infiltración y capacidad de retención de agua lograda por la materia orgánica, aumenta la resistencia de los cultivos a la sequía.

**Labranza cero.** Sólo después de algunos años de cuantiosas aplicaciones de materia orgánica, con frecuencia proveniente de los av-cc, los agricultores pueden cambiar a sistemas de labranza cero que mantengan altos niveles de productividad.

**Control de enfermedades de las plantas y nemátodos.** Los av-cc pueden reducir, y en muchos casos descartar totalmente, el uso de pesticidas.

Los abonos verdes y los cultivos de cobertura pueden desempeñar un papel importante en la restauración de las tierras degradadas. Su uso puede resultar en un incremento tan significativo de la fertilidad del suelo que es posible hablar no sólo de su conservación, sino también de restauración y recuperación del suelo.

Las precipitaciones pluviales muy bajas o irregulares, los extremos en el pH del suelo, los problemas severos de drenaje o una combinación de estos problemas, que son todos muy comunes en los predios de los agricultores de escasos recursos, reducirán el crecimiento de av-cc, disminuyendo o anulando los impactos positivos derivados de su uso. A través de los años, hemos aprendido a superar un número cada vez mayor de estos problemas, usando muchas veces especies de av-cc que ofrecen particular resistencia a problemas específicos. Sin embargo, tales soluciones se logran muchas veces sólo con una reducción en la producción de biomasa, reducción en la fijación de nitrógeno, o con una disminución de los beneficios adicionales.

disminuya ya que pueden dar sombra a las malezas. Esta reducción en trabajo requerido para controlar las malezas puede en algunos casos compensar el trabajo requerido para plantar y cortar los cultivos de cobertura. Además, los agricultores pueden sentirse en parte motivados a plantarlos por la perspectiva de nunca tener que arar la tierra o limpiar sus campos; esta tecnología ofrece la posibilidad de pasar a un sistema de labranza cero.

### Otros beneficios

Los abonos verdes y cultivos de cobertura elegidos deben, además de mejorar el suelo, proporcionar algún otro beneficio importante a los agricultores. Éstos rara vez los eligen por sus efectos en la fertilidad del suelo. Usualmente, la motivación para cultivarlos se debe al potencial que tienen como respaldo a la producción de alimentos —que generalmente tiene una alta prioridad— o para controlar las malezas. Los abonos verdes y cultivos de cobertura más usados como el frijol de palo o gandul (*Cajanus cajan*), la soya, o el frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) se cultivan para alimento humano. La *Mucuna deeringiana* no es usada como alimento humano, pero es también un cultivo popular, probablemente debido a que evita la proliferación de malezas agresivas y ejerce un control efectivo de los nemátodos y diversas enfermedades de las plantas.

Las experiencias con proyectos que introducen abonos verdes y cultivos de cobertura muestran que aquellos sistemas que además de la mejora del suelo producen otros beneficios distintos,

tienden a perdurar y continúan aún después que los proyectos han concluido. Esto se puede explicar en parte por el hecho de que el mejoramiento del suelo es un proceso de largo plazo, que no es notado inmediatamente por los agricultores. El largo tiempo que hay que esperar para observar los resultados positivos es una limitación para una mayor adopción de los abonos verdes y cultivos de cobertura. Por lo tanto, es preferible promocionar su adopción señalando razones distintas a la fertilidad del suelo. Así, siempre que sea posible, debemos elegir como abono verde y cultivo de cobertura especies comestibles que también puedan servir de alimento a los animales o brinden algún otro tipo de beneficio que los agricultores necesiten. Por ejemplo, los agricultores cultivan el frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) intercalándolo con maíz, debido principalmente a que su grano es comestible, aunque también consideran su importancia en la conservación de la fertilidad del suelo.

Finalmente, cuando se considera la introducción de abonos verdes y cultivos de cobertura, también debe tenerse en cuenta la demanda por sus productos. En el caso que a las personas de la familia no les guste comer frijoles o brotes, o cuando los agricultores sólo tienen que alimentar a pocos animales o tienen suficiente forraje, puede ser que la demanda no sea muy grande.

### Sistemas de labranza existentes

Los abonos verdes y cultivos de cobertura deben adecuarse a los sistemas de labranza existentes. Durante los primeros años, estos cultivos serán considerados menos importantes que los alimentos o los cultivos para la venta. Tendrán que adaptarse a los sistemas de labranza existentes, y no al revés.

Además es importante comprender cuándo y por qué los agricultores preferirían colocar especies de árboles de lento desarrollo, y cuándo plantas de menor tamaño y rápido crecimiento, pero menos leñosas. Plantar árboles para mejorar los suelos es sólo una alternativa si es que los agricultores tienen campos en barbecho; de otro modo sería muy costoso. Que los agricultores prefieran un sistema de abonos verdes y cultivos de cobertura antes que un sistema basado en árboles, dependerá de la demanda relativa de los productos de ambos sistemas. Si los agricultores tienen o ganan derechos de tierra por plantar árboles, es probable que prefieran los sistemas de árboles en terrenos en barbecho a los sistemas de abonos verdes y cultivos de cobertura. Además, muchos cultivos tropicales rinden mejor con una sombra ligera (digamos de un 20 a 30%) que con una sombra densa o con ninguna. En consecuencia, los sistemas de “árboles dispersos” pueden ser ideales para el crecimiento de los cultivos. Y, por supuesto, un sistema de árboles dispersos brinda un mejor medio a los sistemas de abonos verdes y cultivos de cobertura que la luz solar total.

En Brasil, los abonos verdes y cultivos de cobertura son muy usados por los agricultores con propiedades de hasta 100.000 hectáreas. Por otro lado, también son útiles para los agricultores de escasos recursos, siempre que tengan tierra suficiente para ir



Los nódulos en las raíces de la *Mucuna pruriens* formados por la bacteria *Rhizobium*

Foto: IDRC

incorporando abonos verdes y cultivos de cobertura sin afectar el sistema normal de cultivos. Pero si los agricultores tienen tierra suficiente para practicar la rotación de cultivos con períodos largos de barbecho, tal vez no estén interesados en los abonos verdes y cultivos de cobertura.

En los predios con poca tierra, el uso del suelo es casi siempre tan intensivo, que prácticamente no hay tiempo ni espacio en que el costo de oportunidad sea muy bajo. En estos casos, los agricultores podrían mejor utilizar *compost* o comprar aditivos para incorporarlos al suelo.

### Características específicas

Las especies usadas como abono verde o cultivos de cobertura, deben adecuarse a los nichos disponibles. En general, las especies adecuadas deben tener las siguientes características: fácil establecimiento, crecimiento vigoroso en las condiciones locales; capacidad para cubrir rápidamente las malezas y también para fijar el nitrógeno o concentrar suficiente fósforo. Deben ser resistentes a los insectos, enfermedades, pastoreo de animales, quema de arbustos, sequías o cualquier otro problema que deban enfrentar dentro del sistema deseado. También tienen que tener usos múltiples, y producir semillas viables en cantidad suficiente para futuras plantaciones. Si van a ser usadas en cultivos intercalados, deben tolerar la sombra y adecuarse al ciclo del cultivo principal.

Algunas especies introducidas llegan a establecerse con tanto éxito que se convierten en una plaga. Se debe tener mucho cuidado en no introducir plagas potenciales. Entre éstas se puede considerar al kudzu común (*Pueraria lobata*), el kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) y hasta el maní perenne (*Arachis pintoi*) y el frijol de soya perenne.

Cuanto mayor haya sido el deterioro ecológico, especialmente en lo que se refiere a la calidad del suelo y la regularidad de las precipitaciones, más limitada será la selección de especies de abonos verdes y cultivos de cobertura que puedan desarrollarse bien. Sin embargo, luego de uno o dos años, cuando estos cultivos hayan ya mejorado en algo las condiciones del suelo, los agricultores pueden gradualmente optar por variedades menos resistentes pero que producen beneficios adicionales.

### Conclusiones

Mientras tratábamos de aplicar todo esto en diferentes situaciones alrededor del mundo, hemos aprendido que encontrar sistemas aceptables que puedan ser ampliamente adoptados por (o preferiblemente con) los agricultores requiere mucha flexibilidad y creatividad. Ningún libro de texto es capaz de decirnos exactamente qué tecnología puede o debe usarse en cada caso en particular. Debemos ser abiertos, escuchar y aprender de los agricultores locales, y después trabajar conjuntamente con ellos para encontrar qué especies y qué sistemas se adecuarán mejor a su situación particular.

Generalmente, el modo más exitoso de hacer esto es observar primero los sistemas de labranza locales, y buscar un nicho



**Jicama (*Pachyrhizus erosus*) es un cultivo alimenticio que puede usarse también como cultivo de cobertura** Foto: CIDICCO

apropiado: cultivos tradicionales entre los cuales los abonos verdes y los cultivos de cobertura pudiesen ser intercalados, períodos durante la temporada de crecimiento cuando la tierra se deja descansar, o cultivos perennes alrededor de los cuales pueden crecer. Ante la carencia de posibilidades como éstas, uno puede tratar de hacer crecer los abonos verdes y los cultivos de cobertura durante las estaciones más secas o como un barbecho mejorado. Después de identificar los mejores nichos, se deben seleccionar para experimentación aquellas especies que son conocidas porque funcionan mejor en esos nichos y porque pueden brindar, con la menor cantidad de labranza, los beneficios más deseados por los agricultores.

Para introducir los sistemas de abonos verdes y los cultivos de cobertura con éxito, necesitamos una mejor comprensión de los sistemas existentes. Necesitamos comprender el alcance geográfico de los sistemas actuales, las tasas de su adopción o abandono, y las razones por las cuales los abonos verdes y los cultivos de cobertura han sido aceptados o rechazados. Actualmente, tiene prioridad la investigación que busca el modo en que los abonos verdes y los cultivos de cobertura pueden ser utilizados para alimentar a diferentes animales. Asociaciones innovadoras de abonos verdes y cultivos de cobertura necesitan también ser investigadas, así como las asociaciones entre éstos y los cultivos comunes. También necesitamos saber mucho más sobre la teoría de inter-cultivos y los mecanismos bajo los cuales los abonos verdes y los cultivos de cobertura pueden conducir a la labranza cero. ¿Cuáles son los requerimientos mínimos para que un sistema convencional pueda cambiar a labranza cero? ¿Cómo puede lograrse bajo diferentes condiciones? Deben encontrarse nuevas especies de abonos verdes y cultivos de cobertura que respondan a las necesidades de los agricultores. En la práctica, es posible que todas estas investigaciones pueden y deben ser hechas en el campo a través de procesos participativos. ■

#### Roland Bunch

COSECHA (Asociación de Consultores para una Agricultura Sostenible, Ecológica & Centrada en las Personas). Apartado 3586. Tegucigalpa, Honduras.  
Email: [rolandbunchw@yahoo.com](mailto:rolandbunchw@yahoo.com), [rolandobunch@hotmail.com](mailto:rolandobunch@hotmail.com)

Nombre común	Nombre científico	Resistencia a la sombra	Resistencia al suelo pobre	Resistencia a la sequía	Controla malezas	Otros usos
a. Frijol terciopelo	<i>Mucuna spp.</i>	3	3	3	4	Medicinal, consumo humano (procesado)
b. Frijol pardo o jackbean	<i>Canavalia ensiformis</i>	4	4	4	3	Consumo humano (vainas tiernas)
c. Caupí o frijol de castilla	<i>Vigna unguiculata</i>	3	3	Algunas vars.	3	Consumo humano
d. Frijol de Palo o Gandul	<i>Cajanus cajan</i>	3	3	4	2	Alimento de animales, consumo humano
e. Tefrosia	<i>Tephrosia vogelli</i> o <i>T. Candida</i>	2	4	4	2	Insecticida

4 = extremadamente bueno      3 = bueno      2 = regular      1 = pobre

Tabla 1. Características de algunas especies importantes de abonos verdes y cultivos de cobertura

# “Pensaba que en este suelo ya no se podría sembrar nada, no salía ni monte”

José Antonio Salas, María Elena Morros y Ana Isabel Quiroz



Utilización de tracción animal para trabajar el suelo, tajar la cal agrícola y labranza en contorno

Foto: A. Salas

“Cuando yo comencé a sembrar ese lote ya estaba muy deteriorado, ahí se sembró papa durante muchos años de una forma muy intensiva y como monocultivo; la preparación de tierras se hacía con tractor y se aplicaba gran cantidad de abonos y venenos. Con el tiempo las cosechas fueron mermando y llegó un momento que ya no rendían nada, es que ni siquiera el monte salía. Sembramos algunos pastos y leguminosas pero los primeros esfuerzos se perdieron. Pero seguimos insistiendo, los técnicos nos animaban a continuar probando alternativas para recuperar el lote. Para nosotros perder un lote nos afecta mucho porque tenemos pocas tierras. A partir del año 2001 decidimos trabajar en equipo con el INIA a fin de ir probando diversas alternativas de recuperación de suelos en nuestras parcelas; fue un trabajo planificado y analizado entre todos desde el inicio. ¿Qué probaríamos? ¿Cómo lo haríamos? ¿Dónde? ¿Cuál sería la responsabilidad de cada quién? Yo creo que de esa manera se trabaja mejor, no fue nada impuesto, todo se discutía y se tomaban decisiones en conjunto. El lote sería una parcela de investigación, pero también a medida que se fuesen viendo los resultados se utilizaría como parcela demostrativa para que los otros productores aprendieran de la experiencia y así se hizo.” Sr. José García. Agricultor. Monte Carmelo, Sanare, estado Lara, Venezuela

## Descripción del área de trabajo

La experiencia se realizó en la zona de Monte Carmelo, Sanare del estado Lara, ubicado en la cuenca del Río Tocuyo, subcuenca del Alto Tocuyo. Esta zona registra una precipitación anual de aproximadamente 820 mm y temperaturas que oscilan entre 14° y 24° C con una media anual de 22°C. Según Holdridge, el área corresponde a la zona de vida de bosque subhúmedo seco frío. El paisaje es típico del sistema andino, con aplanamientos del mismo por erosión y movimientos tectónicos que simulan una serie de terrazas de erosión. La pendiente en general es ligeramente inclinada en sentido longitudinal, y en las partes planas del piedemonte se observan pequeñas ondulaciones en sentido transversal; las vertientes del piedemonte son abruptas con pendientes complejas y de altos valores (>50%). Los tipos de

suelo en la zona son dos: *Ustic Kandihaplohumults* (caracterizados por suelos con sólo un ligero desarrollo de horizontes) y *Typic humitropepts* (caracterizados por suelos presentes en tierras viejas muy meteorizadas, rojas o amarillas enriquecidas con arcillas), ocupando la mayor proporción de la superficie de la cuenca, los suelos del grupo textural medio (franco y franco arcilloso).

Los productores son minifundistas con un promedio de tenencia de tierra de 2 a 5 hectáreas. Producen mayormente hortalizas, maíz y frijol en seco y/o con la ayuda de riego. Existen varios tipos de productores en la zona: los miembros de una cooperativa, los pertenecientes a una asociación de producción y los productores independientes, constituyendo un universo cercano a 130 productores.

## Planteamiento del problema e inicio de las acciones

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Lara viene realizando acciones de investigación en cooperación con grupos de agricultores de la zona desde hace 15 años, fundamentalmente en la evaluación participativa de materiales promisorios de papa y caraota (frijol), producción artesanal de semilla y manejo integrado de plagas. La experiencia ha sido muy enriquecedora, tratándose de compartir conocimientos y un aprendizaje en las dos vías. Durante los años 1999-2000 se generó una reflexión al interior del INIA, sobre la necesidad de orientar acciones en el área de conservación por el grado de deterioro que se venía presentando en los lotes de producción como consecuencia de las prácticas tradicionales de manejo de los suelos y aguas. Esto coincidió con la solicitud de un grupo de 30 socios de la Asociación de Productores de Monte Carmelo, de iniciar acciones orientadas al manejo de sus lotes de producción en virtud de la disminución de los rendimientos de los rubros hortícola y la pérdida de lotes para la producción como consecuencia del deterioro de los mismos. Durante el año 2000 se realizó un Sondeo Rural Participativo en la microcuenca de Monte Carmelo donde se estableció que el problema prioritario era el deterioro de los suelos en los lotes de producción de hortalizas. Todo esto ayudó a la decisión de emprender acciones en equipo (técnicos del INIA y productores de la Asociación Monte Carmelo). Se decidió iniciar el trabajo con la instalación de dos parcelas, una de conservación de tipo comunitario en terrenos de la asociación, donde se evaluarían diversas prácticas de conservación de suelos y aguas con fines de investigación y difusión, y otra de recuperación en terrenos de uno de los socios, donde se utilizaría una serie de prácticas para ir recuperando un lote descartado para la producción, siendo éste el caso que se presenta en este trabajo. Posteriormente los productores decidieron continuar el esfuerzo en sus propias parcelas, consideradas como unidades de investigación / difusión, unas de tipo conservación y otras de recuperación, designando un grupo de cinco productores como responsables directos de las actividades. Hoy día se cuenta con cinco parcelas piloto, y se ha incorporado otro grupo de siete productores miembros de una cooperativa de la zona.

## Estrategia metodológica

La metodología de los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) sirvió de base a este esfuerzo, la cual consistió en trabajar con un grupo de productores elegidos por su organización para participar activamente en las actividades de investigación y

difusión, fortaleciendo a través de la práctica sus capacidades locales y asegurando la autogestión. Se establecieron diversas etapas de actuación, las que se iniciaron con parcelas de prueba, donde se evaluaron diversas prácticas en parcelas pequeñas, para posteriormente ir precisando las de mayor aceptación, lo que se logró con la instalación de las parcelas de comprobación, semicomerciales y comerciales. Lo que se buscaba era lograr recomendaciones locales producto de la validación de nuevos referenciales por los productores, en sus propias fincas.

Durante el desarrollo de las parcelas se realizaron las Evaluaciones Participativas, en las cuales los productores evaluaron cada una de las prácticas. Esto ayudó a conocer la probabilidad de aceptación o rechazo de cada práctica, así como profundizar sobre los criterios que ellos manejan al momento de seleccionar o rechazar alguna. Junto a ello, el intercambio de experiencias ha sido de gran utilidad, ya que de esta manera los productores responsables comparten con los demás sus experiencias y dan a conocer los avances, dificultades y resultados. Al inicio de cada año se realizaron Talleres de Reflexión con todos los socios y se hizo extensiva la invitación a otros miembros de la comunidad, donde se analizaron las acciones realizadas el año anterior, avances, limitaciones, resultados y se tomaron decisiones acerca de las nuevas actividades a realizarse. Para el seguimiento de las parcelas se definieron algunos indicadores de la calidad de suelo de interés para los productores (muchos de ellos relacionados a las características físicas, químicas y biológicas de los suelos), y de una manera rápida y sencilla se determinaron conjuntamente los cambios evidenciados durante los 3 años de actuación.

### El trabajo en la parcela de recuperación

Recuperar la parcela requirió del trabajo en equipo, con la responsabilidad compartida entre los técnicos del INIA y el productor José García, responsable por la Asociación de Productores de Monte Carmelo. Este proceso consistió en un conjunto de prácticas, las cuales interactúan o se relacionan unas con otras, todas las cuales tuvieron el mismo peso en lo que a importancia se refiere. Entre ellas se tuvo:

- 1. Uso de tecnologías para el manejo de la fertilidad.** En el caso de las zonas de laderas los suelos son muy ácidos con poca profundidad efectiva, con fijación de fósforo, contenido de aluminio intercambiable que alcanza niveles tóxicos en todo el perfil y con muy baja fertilidad natural. Por eso, en la parcela de recuperación se aplicó una enmienda calcárea del tipo dolomítica para desplazar el aluminio intercambiable y aumentar el pH. La dosis aplicada fue de 1,5 toneladas por hectárea. También se usó la alfalfa como abono verde para incrementar el contenido de materia orgánica y nitrógeno en el suelo. A la vez, se aplicaron fuentes orgánicas de nitrógeno y potasio a través del uso de estiércol, humus de lombriz, urea y residuos orgánicos como la cascarilla de arroz.
- 2. Preparación del suelo con tracción animal y labranza en contorno.** Se utilizó la ayuda de los bueyes y caballos en la preparación del suelo. Por otro lado, se realizaron las labores de cultivo en sentido contrario a la pendiente o en curvas de nivel para evitar la erosión producida por la escorrentía superficial, ya que cada curva o surco actúa como una barrera al movimiento del agua.
- 3. Siembra de cultivos en bandas.** Se implementó el uso de una práctica muy efectiva y barata para controlar la erosión del suelo: los cultivos en bandas, que no es más que una combinación de rotación de cultivos y siembras en contornos en la cual se alternan bandas del cultivo principal (en este caso cereales y leguminosas) en hileras con cultivos conservadores de suelos (pastos o leguminosas) sembrados en la misma pendiente, todos perpendiculares al paso del agua o el viento.

**4. Siembra de barreras vivas y utilización de coberturas vegetales.** Una de las principales limitaciones de las zonas de laderas son las pronunciadas pendientes (alrededor de 35 a 40%), lo que aunado a las altas precipitaciones favorecen el arrastre del suelo y los nutrientes, por lo que el uso de las coberturas vegetales y las barreras de contención son una necesidad. Por tal motivo, se instaló el pasto braquiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) y la leguminosa alfalfa (*Medicago sativa*) como coberturas, y cultivos como el plátano cambur (*Musa spp.*), el maíz y la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como barreras vivas.

**5. Aplicación de materia orgánica.** Se evaluó la incorporación al suelo de residuos de cosecha, estiércol y otros materiales orgánicos, como humus de lombriz, para reducir los procesos erosivos y la escorrentía superficial aumentando la capacidad del suelo de penetración y retención del agua necesaria para los cultivos de hortalizas sembrados en las parcelas.

**6. Implementación de canales de drenaje.** Se implementó esta práctica para conducir el agua de la escorrentía por la pendiente del terreno sin producir problemas serios de erosión, conservando el suelo y garantizando que no se produjeran anegamientos. Se realizaron canales de drenaje reforzados con el uso de barreras vivas de cultivos (plátano cambur y pasto), además de zanjas antierosivas en ciertas partes del terreno.

**7. Manejo de plagas con prácticas alternativas.** Las parcelas fueron manejadas a través de la introducción de herramientas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para controlar la incidencia de las plagas que limitan la producción en el sistema hortícola en ladera, como los coquitos (*Epitrix spp.*), el pasador de la hoja (*Lyriomiza huidobrensis*), el gusano del jojoto (*Heliothis virescens* y *Heliothis zea*) y el cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*). Se contó con la colocación de platos amarillos y blancos adherentes, feromonas, utilización de hongos entomopatógenos, liberación de parasitoides y cultivos trampas.

**8. Prácticas nuevas para el manejo de la erosión.** En la parcela se utilizó un producto denominado hidrogel (poliacrilamida) cuya función principal es la de aglomerar las partículas de suelo mejorando su estructura y por ende su estabilidad. Se aplicó a razón de 10 gramos en 20 litros de agua mezclado con 250 gramos de una fibra (cascarilla de arroz) para garantizar la adherencia al suelo. En las parcelas se evaluó la cantidad de sedimento que fue transportado por la escorrentía y el cual se depositó en las estructuras recolectoras construidas para tal fin.

Todas estas prácticas fueron aplicadas en la totalidad del área a recuperar, sincronizando la aplicación de las mismas en base a la secuencia en la que aquí se presentan. Este esfuerzo llevó tres años; durante este tiempo han sido muchas las acciones de seguimiento, evaluación, capacitación, intercambio y reflexión alrededor de la experiencia, labores en las que se han involucrado a todos los socios, otros grupos de productores y otros miembros de la comunidad. La parcela se ha recuperado y los indicadores de seguimiento muestran mejoras bien importantes.

### ¿Qué hemos logrado después de tres años de esfuerzo?

A través del seguimiento y evaluaciones realizadas al suelo durante nuestro trabajo de recuperación, hemos obtenidos cambios muy interesantes en los indicadores que determinan la calidad del suelo (Cuadro 1):

Indicador de Calidad de Suelo Profundidad 0-30 cm	Estado Inicial Enero 2001	Estado Actual Enero 2004
Color	Amarillo	Café
Textura	Arcillosa	Franco arcillosa
Estructura	Débil - Prismática	Fuerte- Blocosa Subangular
Consistencia:		
En seco	Muy duro	Blando
En húmedo	Firme	Friable
En mojado	Muy Adherente	Adherente
En mojado	Muy Plástico	No plástico
Materia Orgánica (Reacción Agua Oxigenada 35%)	+	+++
Carbonatos (Reacción HCl 10%)	Nulo	++
pH	Ácido (4,5)	Neutro (6,5)
Conductividad Eléctrica (dS/m)	Baja 0,10	Baja 0,21
Lombrices	Nulo	+++
Hormigas	+	+++
Escarabajos, otros	+	+++
Rizobios	Nulo	+++
Nemátodos	+	++
Micelios	Nulo	+++

Cantidad o reacción: + Bajo; ++ Moderado; +++ Alto

Cuadro 1. **Indicadores de calidad del suelo medidos al inicio y durante el seguimiento de las prácticas de conservación implementadas en la parcela de recuperación**

- incrementos graduales en el pH del suelo, desde un valor de 4,5 hasta alcanzar 6,5 y mantenerse por un año;
- incremento en los rendimientos de los cultivos en una proporción aproximada de 1:3 después de 3 años de trabajos de recuperación;
- mejoras considerables en la estructura del suelo al pasar de una estructura débil prismática (quebradiza) a otra fuerte blocosa subangular (sólida);
- incremento en el contenido de materia orgánica, de uno al tres por ciento, por efecto del aumento de la capa arable;
- incremento de los niveles de nutrimentos del suelo por la adición de abonos orgánicos y/o fijación microbiana que ha contribuido al mayor rendimiento de los cultivos;
- proliferación y diversidad de especies animales y vegetales en el perfil y superficie del suelo;
- disminución gradual de la pérdida de suelo por escorrentía debido al mejoramiento del drenaje superficial y las prácticas antierosivas;
- disminución de la dependencia del uso de insumos externos;
- capacitación permanente de los productores, ya que esta parcela se ha constituido en una constante unidad de investigación/extensión que ha sido el centro de varios intercambios entre productores y ha hecho posible el desarrollo de las capacidades locales;
- viabilidad técnica de la recuperación a través de la utilización de prácticas de conservación sencillas y sostenibles que permiten crear condiciones adecuadas en el suelo y evitar la degradación por efecto del clima.

### Hablan los técnicos

La agricultura moderna ha tenido limitaciones para solucionar el problema de la seguridad alimentaria, y además ha provocado la erosión del conocimiento campesino y la degradación de los recursos naturales. Muchas veces el agricultor tiene una percepción del suelo equivocada al considerarlo como un soporte inerte para la producción de plantas, en el cual se puede aplicar desmesuradamente cualquier tipo de agroquímico. Pero la realidad es otra, porque el suelo es un recurso que tiene vida y una dinámica muy estrecha con la naturaleza. Los agricultores

que cultivan en suelos de laderas necesitan métodos sostenibles de conservación que se adapten a su ambiente local. Los intentos del pasado han fallado, frecuentemente, porque tienden a descuidar la experiencia que los agricultores tienen de su propio ambiente y porque subestiman los riesgos que ellos encaran cuando ensayan nuevas prácticas en terrenos complejos. Esta forma de trabajar con los agricultores permite el intercambio de conocimientos en las dos vías, siendo un proceso de aprendizaje mutuo, y garantiza la utilización y difusión de las prácticas evaluadas, creando capacidades locales para continuar con el esfuerzo. Hoy día estamos conscientes que para masificar esta experiencia, se requiere de la acción compartida de diversos actores sociales, que compartan y estimulen este tipo de trabajo.

### Perspectivas a futuro

Nuestra visión sobre la sostenibilidad de las acciones emprendidas debe estar enfocada al desarrollo de programas de capacitación y entrenamiento, liderados por los propios productores ("capacitación productor a productor"), basados éstos en demostraciones, intercambios de experiencias y algo muy importante: las discusiones de campo. Así mismo, la difusión de esta tecnología de conservación de suelos debe estar articulada por la investigación, capacitación y producción de insumos ecológicos que permitan que el proceso sea manejado de forma integral. Se debe establecer mecanismos de concertación y alianzas estratégicas que permitan a las diferentes instituciones (públicas y privadas) tener objetivos comunes y compartidos sobre la vigencia de esta forma de trabajo, participativa y sostenible. Recalamos la conveniencia de incorporar el análisis económico en la evaluación de las prácticas de conservación, incorporando el concepto de costos de postergación, así como la consideración de estímulos individuales o colectivos a los productores y/o comunidades que se incorporen activamente en labores de conservación.

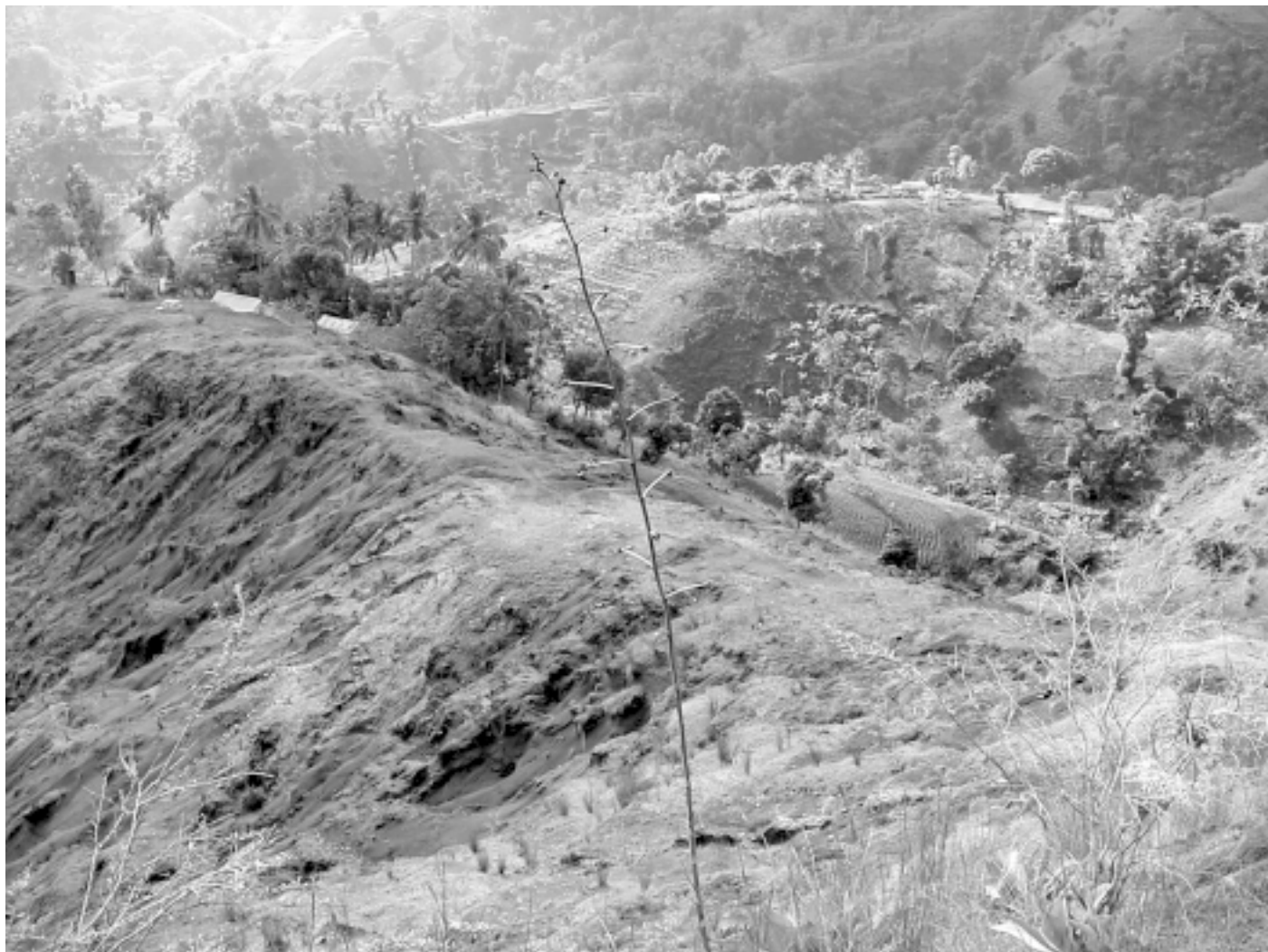
### Comentarios finales del agricultor

*"El esfuerzo valió la pena, después de tres años de trabajo se logró sacar una cosecha comercial de caraota, estoy muy orgulloso. Ese lote lo seguiré trabajando de esa manera, no cometeré los errores del pasado. He ido incorporando alguna de estas prácticas en otros lotes donde estoy sembrando hortalizas. No podemos permitir que los lotes que tenemos en producción lleguen al estado en que estaba este lote. Es más fácil conservar. Este esfuerzo me hizo merecedor de un reconocimiento por parte del INIA en el año 2002 del "Agricultor Conservacionista", hoy día me siento fortalecido y competente para conservar y recuperar lotes de producción y mi compromiso es difundir entre mis compañeros lo aprendido."* ■

**José Antonio Salas, María Elena Morros, Ana Isabel Quiroz**  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Centro Lara (INIA Lara).  
Apartado postal 592, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.  
Emails: [jasalas@inia.gov.ve](mailto:jasalas@inia.gov.ve), [memorros@inia.gov.ve](mailto:memorros@inia.gov.ve), [aquiroz@inia.gov.ve](mailto:aquiroz@inia.gov.ve)

### Referencias

- Bryan, D., D. Eagle y B. Finney. 1987. **Manejo del Suelo**. Editorial Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- FONAIAP-CIARA. 2000. **Sondeo rural participativo en 8 comunidades de los municipios Crespo, Andrés Eloy Blanco y Jiménez del estado Lara, Venezuela**. Mimeografiado.
- Guédez, J. y R. Pérez. 1983. **Caracterización edafoclimática de suelos representativos de la zona papera del estado Lara**. UCLA Serie divulgativa N°2.
- MARNR, 1992. **Estudio de suelos de la cuenca alta del Río Yacambú, Estado Lara**. Nivel Preliminar, escala 150.000. Región Lara, Venezuela.
- Pla, I. 2000. **La labranza y propiedades físicas de los suelos**. En: III Curso de Postgrado de Manejo de Suelos Tropicales. Solsona, España. Universidad de Lleida.
- Primavesi, A. 1984. **Manejo Ecológico del Suelo**. Quinta Edición. Editorial Avellanera, Buenos Aires, Argentina.
- Young, A. 1989. **Agrofotest for soil conservation**. C.A.B International Council for Research in Agroforestry.



Manejo de laderas

Foto: archivo de autores

## ¿Quién me vende 50 camiones de tierra? Una experiencia haitiano-cubana de rehabilitación de suelos

Roberto Caballero Grande, Norberto Baños Fernández, Eduardo Cabrera Carcedo, Julio Simón Maure y Adrián Hernández Chávez

El crecimiento desmedido de la producción a gran escala, en el marco de las concepciones productivas de la “revolución verde”, unido a políticas equivocadas de desarrollo rural o la ausencia de políticas que lo regulen, ha empujado a los pequeños y más pobres productores de todo el mundo hacia las tierras más degradadas y especialmente hacia las zonas montañosas. Este ha sido el caso de la pequeña comunidad de Fondwa, en las montañas de Haití.

Con unos 28 km<sup>2</sup> de superficie de muy fuertes pendientes (superiores al 40%) y una población cercana a los 7 mil habitantes, Fondwa basaba su economía hasta principios de los años 60 en la producción cafetalera, bajo la sombra de árboles maderables y frutales. Esto conformaba un diseño productivo de bastante estabilidad ambiental, que garantizaba un nivel elemental de vida a sus pobladores con un daño mínimo a sus frágiles suelos. Esta situación varió drásticamente al coincidir una

sensible depresión del precio del café con la casi total destrucción de los cafetales y sus árboles de sombra, por la acción de un muy fuerte huracán tropical. Los dueños de los cafetales y gran parte de sus trabajadores emigraron hacia la capital invirtiendo el mayor o menor capital acumulado en otras actividades económicas, quedando las tierras abandonadas o en manos de arrendatarios y subarrendatarios. Esto marcó el inicio de una fuerte actividad depredadora sobre los árboles de Fondwa con el objetivo de vender leña y carbón y de establecer parcelas de cultivo para la subsistencia familiar. Es de esta manera que se aceleró con rapidez la erosión de los suelos, lo que condujo a una vertiginosa caída de la productividad y de los rendimientos agrícolas. La situación crítica forzó a los agricultores a ejercer una mayor presión sobre los empobrecidos suelos que cada vez se deterioraban con mayor rapidez y producían menos. Se llegó con ello a una aparentemente indetenible espiral descendente de la vida natural y humana del lugar.



## Inicio de las acciones

En 1998 se firmó un Convenio de Colaboración entre la Asociación Campesina de Fondwa (APF) y el Ministerio de la Agricultura de Cuba con el objetivo de mejorar la economía y el bienestar de la comunidad, a partir del diseño e implementación de un programa de desarrollo sostenible con acompañamiento de especialistas cubanos. En una primera visita al lugar se hizo un reconocimiento inicial y se elaboró una estrategia de trabajo con la dirección de la APF, identificándose como objetivos iniciales de trabajo:

- reunir una información suficiente y confiable sobre la situación del lugar;
- conocer los antecedentes agrícolas e indagar sobre las prácticas y concepciones agrícolas;
- sensibilizar a los productores de la crítica situación en que estaba su agricultura a partir del conocimiento de sus causas y consecuencias; y
- diseñar de manera participativa un programa de desarrollo sostenible que respondiera a las necesidades, intereses y expectativas de los miembros de la comunidad, y que permitiera una paulatina detención del deterioro para llegar a una recuperación del suelo y de todo el ambiente productivo.



Estabilización de cárcavas

Foto: archivo de autores

Para implementar estos objetivos una misión interdisciplinaria cubana comenzó por un reconocimiento de la problemática a través de recorridos por el área, conversaciones con los campesinos y sus familias y la celebración de talleres con campesinos y líderes formales e informales de la localidad. En todas estas actividades se veló cuidadosamente por mantener un enfoque de sostenibilidad real, o sea buscando que los campesinos y líderes locales fuesen en todo momento protagonistas de todo, limitándose la participación de “los externos” a la de facilitadores del proceso. Había que lograr que todo lo que se propusiera respondiera al real deseo y voluntad de los miembros de la comunidad y que su implementación fuera factible en su parte fundamental, con los recursos e infraestructuras existentes en la localidad, pues con ello se lograría el necesario nivel de apropiación de lo que se proyectase y se ayudaría a elevar la deteriorada autoestima, producto de años sintiéndose indefensos objetos movidos por el caprichoso azar de la vida.

Hubo que considerar además el anterior fracaso de un programa de la propia asociación campesina, que con sus fondos propios y otros captados de ONGs extranjeras, compró algunas áreas que estaban extremadamente erosionadas y adquirió miles de posturas de forestales en otra región del país. Después convocó a sus socios a trabajar voluntariamente en la reforestación de estas áreas. Pero a los pocos meses habían desaparecido casi todas las plantas sembradas, pues nadie sentía que les pertenecían, tan solo respondieron a un llamado pero nunca lo vieron como algo que les beneficiaría, ni siquiera que les incumbía. Algunas personas hasta amarraron sus animales cerca de estas áreas para que se alimentaran de las posturas sembradas. Otro antecedente fue el de una ONG que reunió a los campesinos para decirles que les iba a pagar para que aplicaran medidas de defensa antierosiva y de reforestación en sus propias parcelas y las de sus vecinos. Se estableció un importante conjunto de barreras vivas, barreras muertas, obras de fábrica y siembra de miles de posturas de forestales, hasta el día que la ONG dejó de pagar por hacerlo. De ambos esfuerzos apenas quedan algunas ruinas de las barreras establecidas y unos pocos árboles que milagrosamente sobrevivieron al apetito de los hambrientos animales o a la imperiosa necesidad de leña de los habitantes de la localidad. Los motivos del poco éxito pueden ser muchos y variados, pero sobre todo se trató de una casi total ausencia del imprescindible sentido de pertenencia que exige cualquier proyecto de rescate ambiental en una zona de campesinos muy pobres y carentes de alternativas de vida.

## ¿Quién me vende suelo cultivable?

Fue con estos antecedentes en la mente que se iniciaron los talleres de diagnóstico y capacitación. Para lograr que interiorizaran la magnitud de las pérdidas que estaban sufriendo por los procesos erosivos, uno de los facilitadores inició el primer taller preguntando quién estaba dispuesto a venderle 50 camiones de suelo cultivable de su parcela, ofreciendo una suma monetaria muy baja por cada camión de tierra. Este planteamiento asombró a los participantes y pasaron minutos sin que alguien respondiera a esta solicitud. Finalmente uno de los campesinos dijo que él no podía vender 50 camiones de tierra de su parcela, pues esto afectaría sus posibilidades de producir. Otros se fueron sumando a este argumento y se fue añadiendo que al extraer suelo de la superficie de las parcelas se perdería precisamente la parte más fértil y apropiada para cultivar, mientras otro añadía que el que quería comprar ofrecía un precio demasiado bajo. A continuación uno de los facilitadores del taller planteó que no entendía los argumentos expuestos, pues la erosión le estaba robando a cada *caó* de tierra cultivable más de 50 camiones de suelo agrícola cada año, y no pagaba absolutamente nada por ello (1 *caó* es aproximadamente 1,6 ha). Si el agricultor no hacía nada para evitar esta erosión, era preferible que venda el suelo, aun si le ofrecían un precio muy bajo por cada metro cúbico. Este planteamiento desató una larga y participativa discusión alrededor del tema, poniéndose en evidencia que este enfoque del problema les causó impacto.

Seguidamente se mostró el esquema de la relación entre deforestación-erosión y pobreza (Figura 1), como una espiral en la que está atrapado el campesino de Fondwa, y se pidió a todos que trabajando en equipos propusiesen a ese campesino cómo salir de esa trampa fatal, sobre la base de sus propios recursos. Debían partir de la condición que de esta espiral sólo se podía salir de adentro hacia fuera, por lo cual los que desearan ayudar a este campesino atrapado, lo tenían que hacer aconsejándolo y estimulándolo desde afuera, para que él con sus propias fuerzas y su voluntad saliese de esta difícil situación. Con esto se trabajó la concepción del carácter autogestionario que debe tener cualquier desarrollo sostenible, convocándolos a romper en todo lo posible la dependencia de recursos y otros apoyos materiales

externos (hoy inexistentes). Este ejercicio arrojó como resultado la construcción de un importante conjunto de medidas que los propios campesinos estaban en capacidad de poner en práctica, como eran reducir la tala de árboles, reforestar, establecer barreras vivas y muertas para contener los arrastres, hacer canales colectores de agua, entre otras muchas que incluían hasta algunas demandas de ayuda financiera del gobierno y de ONGs.

En aproximaciones sucesivas, durante una serie de 5 talleres y 2 recorridos de campo (Caballero, *et al.*, 2000) se fueron abordando otros temas sensibles como la cría de cerdos, de vacunos y de aves, relacionando todo esto con la situación y conservación de los suelos y de la producción local de alimentos humanos y animal. También se dedicó un taller a la introducción del concepto de cuenca y de su manejo, para que comprendieran que se trataba de una labor colectiva, pues las acciones aisladas dentro de una cuenca no podían alcanzar grandes resultados. Para ello se empleó el símil de la cuenca con una gran cazuela en la que todos cocinamos nuestra comida y nuestras vidas. Si uno solo de los habitantes de la cuenca no la cuida, sería como si se abriera un pequeño orificio en la cazuela, por el cual se puede escapar lo que todos estamos cocinando.

Como ejercicio final de los talleres se trabajó en grupos para recomendar cómo podría resolverse la protección y mejora de una ladera muy deteriorada que estaba frente a la casa comunitaria de APF. Con ello logramos comprobar el nivel de comprensión logrado en los debates sobre el problema y sus variadas soluciones, al mismo tiempo que se reforzaba en los participantes el sentimiento de suficiencia para identificar y analizar sus propios problemas y diseñar de manera colectiva las soluciones.

Otro resultado muy importante de estos talleres fue lo aprendido por los facilitadores:

- que enfrentaban una realidad muy diferente a la que estaban acostumbrados en Cuba, pues los campesinos de Fondwa tienen que seguir viviendo de ese pedacito de suelo erosionado y degradado, para lo cual tienen que sembrar cultivos temporales y criar y alimentar animales;
- que la solución tenía que tener en su centro, el ininterrumpido y creciente aseguramiento alimentario y el sostenimiento económico de los campesinos y su familia, y que esto solo sería posible si se lograba detener y revertir el fuerte deterioro del suelo;
- que estas pendientes jamás podrían sostener una extensa producción de cultivos de ciclo corto, por lo cual había que diseñar para el largo plazo, lo que debía preverse como base económica de la comunidad;
- que el pasado de Fondwa mostraba claramente que su única economía sostenible podía basarse en los árboles y otros cultivos permanentes;
- que la creciente demanda de leña y carbón y la cada vez más reducida oferta de estos productos en Haití, mostraba un interesante nicho comercial para Fondwa, si iba paulatinamente enfocando su agricultura en esta dirección.

### El Programa de Desarrollo Sostenible

Fue como resultado de estos talleres, de los recorridos y las interacciones, que se elaboró de manera participativa el Programa de Desarrollo Sostenible de Fondwa 1999-2010, cuya esencia estratégica se refleja en la Figura 2. Se trataba de comenzar por introducir pequeños cambios que integraran su producción de alimentos en un sistema agrosilvicultural y silvopastoril, de manera que se fueran alcanzando crecimientos en los rendimientos de las producciones alimentarias, con las

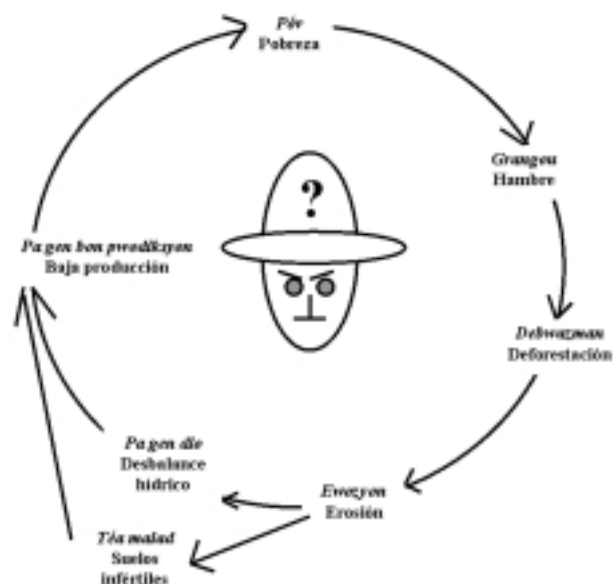


Figura 1. La relación entre pobreza, improductividad y degradación de los suelos conforma una barrera que no permite el progreso del campesino y esta barrera solo puede romperse de manera sostenible desde adentro, o sea con las propias fuerzas y recursos del mismo campesino



Figura 2. Detener la degradación de los suelos a partir de un aseguramiento alimentario de los habitantes y enfocado a un beneficio económico rápido y progresivo de la comunidad

consiguientes mejoras económicas. Esto pondría a los campesinos en condiciones de ir rediseñando su futuro hacia la producción de forestales (leña, madera y carbón) y de frutales, integrando en un todo armónico la garantía de la vida de hoy con la proyección de un futuro mejor, garantizado por un manejo ambiental adecuado de sus suelos, pero sobre todo con una mínima dependencia de factores externos.

Primero fueron cambios muy pequeños que permitieron lograr mejoras sin hacer grandes modificaciones en sus procedimientos productivos; se mejoraron variedades a partir de la investigación participativa de campesinos líderes, se aprovecharon áreas poco utilizadas y los linderos de campos y de fincas para la plantación

de un bosque energético y árboles frutales, se mejoró la raza, la atención veterinaria elemental y el manejo de los cerdos y las aves, entre otras muchas acciones. Para ello se empleó el método de establecer Jardines Modelo en las casas de los agricultores dispuestos a iniciar nuevas maneras de hacer. Se comenzó con cinco jardines y al finalizar el segundo año ya se tenían 17 jardines, con lo que su área de influencia ya alcanzaba la totalidad de la comunidad. Todo esto estuvo complementado por un constante acompañamiento técnico, realizado por animadores locales asesorados por los especialistas externos, empleando talleres de capacitación, espacios de debate abierto, Días de Campo, parcelas demostrativas, edición de folletos y pancartas técnicas, programas radiales de capacitación empleando la estación local de radio, etc. Así se fue pasando de un escalón a otro, creando en los campesinos la confianza y capacidad técnica y económica necesaria para adoptar manejos más complejos para la conducción de sus fincas. En la relación de los campesinos con los especialistas externos y con los animadores locales, jugó un papel importante que durante los recorridos estos asesores compartían casa y comida con el campesino propietario del jardín modelo, facilitando una rápida identificación con estas figuras “externas”.

Para promover la reforestación asociada a los beneficios directos inmediatos de los propios miembros de la comunidad, se estableció como requisito para ingresar y para mantenerse en la Escuela Comunitaria de Carpintería, que cada alumno tenía que plantar y atender 25 árboles maderables. Esta escuela nació en el marco del proyecto y con una clara relación con la reforestación. En esto participaron tanto los propios alumnos como su familia. De esta manera se logró además de la reforestación, que todos ganaran conciencia de que sólo reforestando podría seguirse ejerciendo el oficio de carpintero. Ahora se gradúan carpinteros que no son depredadores sino promotores de los bosques.

## Resultados

Apenas a cinco años de iniciado este programa, ya son visibles los cambios en Fondwa, pues comienza a reverdecer el paisaje, se aprecian cultivos con más vigor y con mayores rendimientos, y consiguientemente empieza a mejorar la vida de sus habitantes. Aunque es claro que no pueden esperarse en el corto plazo cambios realmente apreciables en un ecosistema fuertemente degradado durante décadas de malos manejos, los campesinos de esta comunidad ya reconocen resultados positivos, tal como lo señalaron en un taller reciente. Los cambios en Fondwa se evidencian en la eficiencia de la producción agrícola (mayores rendimientos y producción); en la menor mortalidad y mayor producción en las crías de cerdos y aves; o en el incremento y mayor eficiencia en la apicultura y por ende en la producción de miel de abejas. También se ha comentado que al aplicar las barreras vivas, las siembras en contorno y mejorar los marcos y esquemas de siembra, los cultivos crecen más vigorosos y dan mayor producción.

Estas valoraciones no expresan desánimo respecto al tiempo que debe esperarse para aprovechar los árboles, pues ellos hoy se conforman con lograr mayor producción de alimentos, y los árboles son vistos como parte de las medidas de protección para una mayor producción agrícola. A la vez, vemos que buena parte de la reforestación es con bosque energético, o sea con árboles que pueden ser empleados como leña o para hacer carbón, a corto plazo.

Los logros están también en la autoestima y sentido de pertenencia de los pobladores de la comunidad, pues se han dado cuenta de que son capaces de analizar su propia problemática, diseñar las soluciones más factibles y ponerlas en práctica. Esto fue una prioridad absoluta del trabajo, pues nos enfrentábamos a una comunidad en una situación económica muy difícil y con un total convencimiento de su absoluta dependencia de acciones y recursos externos (donativos, asistencias, etc.) en el más pobre de los países del hemisferio occidental.

Pero sobre todo son evidentes los avances en la percepción de los pobladores de su futuro y en la creciente convicción de su propia capacidad para cambiarlo, pues lo mucho o lo poco que se ha logrado ha sido obra de ellos mismos. Hoy los pobladores de Fondwa están más dispuestos que nunca antes para invertir en la reforestación y en la aplicación de medidas antierosivas, pues han visto sus resultados en la mejora productiva de los Jardines Modelo que existen en cada barrio. Pero esta disposición se basa ante todo en un creciente convencimiento de sus propias capacidades para cambiar la realidad presente. ■

**Roberto Caballero Grande**, Cooperativa de Producción Agropecuaria “Gilberto León”. Finca Santa Lucía. San Antonio de los Baños, La Habana, Cuba. Email: [martuale@cmlk.co.cu](mailto:martuale@cmlk.co.cu)

**Norberto Baños Fernández**, Delegación Provincial MINAG. Ave. Borregos final. Pinar del Río, Cuba. Email: [anap@esipr.cu](mailto:anap@esipr.cu)

**Eduardo Cabrera Carcedo**, Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes. Instituto de Suelos. Ave. Borrego y calle Los Pinos final. Rpto. Hmnos. Cruz. Pinar del Río, Cuba. Email: [suelopr@tel.co.cu](mailto:suelopr@tel.co.cu)

**Julio Simón Maure**, Delegación Provincial de la Agricultura. Guantánamo, Cuba.

**Adrián Hernández Chávez**, Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Quivicán, La Habana, Cuba. Email: [adrian@liliana.co.cu](mailto:adrian@liliana.co.cu)

## Referencias

- Caballero, R., J.A. Castro, A. Renda, E. Cabrera, S. López y A. Cervantes. 2000. **Relatoría de los Talleres y los recorridos de campo en Fondwa, Haití**. En: La capacitación para el desarrollo rural autogestionario. Colección Educación Popular del Mundo. No. 12. Editorial Caminos. La Habana, Cuba.

# Comprendiendo las terrazas tradicionales

William Critchley y Marit Brommer

Hacer terrazas para la agricultura de secano ha sido durante mucho tiempo la principal respuesta de los agricultores a los problemas del cultivo en laderas y bajo condiciones propensas a la erosión. Un estudio comparativo de las estrategias de conservación entre los campesinos tradicionales, que hacen agricultura a pequeña escala en terrazas, en Uganda, Sudáfrica, los Himalayas de la India y en las altiplanicies de Java, ha demostrado sorprendentes similitudes en sus enfoque y técnicas. El principal objetivo del estudio fue comprender cómo es que los diferentes grupos de agricultores perciben la erosión y cómo contrarrestan sus efectos negativos. Las razones dadas por los agricultores para sus prácticas de conservación no siempre coinciden con el pensamiento “científico” convencional de la conservación de laderas, pero sus prácticas locales se basan en una aguda comprensión de los procesos de degradación de la tierra y en la necesidad de proteger la fertilidad del suelo.

El estudio involucró a los agricultores de zonas con una amplia tradición de terracedo, y fue llevado a cabo durante un número de años, según las oportunidades que se presentaban, en cuatro países distintos.

## Cuatro sistemas de andenerías

Las terrazas más antiguas en el estudio – con más de mil años de antigüedad – se encuentran en las laderas de los Himalayas en el Estado de Uttaranchal en la India. Aquí, toda la tierra de cultivo está en terrazas de plataforma de base ancha, que propician la infiltración de la lluvia y hacen posible el uso de bueyes para cultivar las laderas empinadas. La precipitación anual promedio es alrededor de 1.750 mm, aunque es errática y altamente estacional. Las paredes de las terrazas o “taludes” algunas veces tiene la cara de piedra – cuando hay disponibilidad de ésta – pero con frecuencia son estructuras de tierra. Los cultivos más comunes en el área son: mijo, sorgo y soja. En los pisos de los valles hay terrazas irrigadas, pero la agricultura de secano domina el paisaje y la economía.

El distrito de Kabale, en el sudoeste de Uganda, tiene un paisaje de colinas cubierto de pequeñas parcelas en diferentes estadios de cultivo y divididas por los desniveles entre las terrazas que cubren todas las laderas. Estas no son andenerías antiguas, sino una “interpretación” local de una ordenanza colonial obligatoria de la década de 1940, que requería que los agricultores sembrasen fajas de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en todas las laderas, a intervalos de 15 metros, para controlar la erosión del suelo. Lo que ha evolucionado a la fecha, es una serie de andenes hacia adelante de las laderas. Ya en 1949, una publicación oficial de Uganda se jactaba que el área había logrado un “estándar de conservación de suelos no superado en ninguna parte de África”. Estas terrazas tienden a tener una faja muy fértil de suelo profundo retenido por la barrera de pasto. Este es el resultado no sólo de la erosión causada por el agua (las precipitaciones oscilan entre 1.000 a 1.500 mm por año), sino también de la práctica de limpiar con azadón manualmente la tierra en el sentido de la pendiente, lo que arrastra el suelo progresivamente hacia la parte baja de la ladera, en lo que se conoce como “erosión de los cultivos”.

Durante el período de crecimiento, un cultivo saludable en un suelo rico detrás de los cercos de contención contrasta

notablemente con los cultivos pobres que han crecido en suelos superficiales en la parte alta de los campos. Las variaciones en la fertilidad, denominadas “gradiente de fertilidad” son obvias. La disminución en la fertilidad del suelo y los deslaves siguen siendo problemas en Kabale.

En contraste, las altiplanicies de Java tienen suelos volcánicos, relativamente fértiles. En la región alrededor de la ciudad de Yogyakarta en el centro-sur de Java, por ejemplo, la agricultura ha ido subiendo constantemente por las laderas, haciendo uso de las terrazas. Durante el siglo diecinueve, bajo la presión de un rápido crecimiento de la población, los agricultores empezaron a invadir rápidamente las laderas antes cubiertas de bosques.

Como en la India, los agricultores habían realizado terrazas tradicionales en sus tierras irrigadas por las lluvias. En algunas áreas los programas gubernamentales han transformado lo que eran terraplenes en “patamar” en terrazas de plataforma, pero en la mayoría de lugares los agricultores han completado esta transición ellos mismos. El resultado es un paisaje de terrazas, cuyas plataformas tienen una ligera inclinación hacia atrás, que permite el drenaje del exceso de agua. Las precipitaciones son de alrededor de 2.000 mm por año, que permite el crecimiento de una amplia variedad de cultivos anuales de altura (*palawija*). Toda la ganadería es criada en establos, y el estiércol recolectado se incorpora al suelo.

Venda es parte de la provincia de Limpopo, hogar de uno de los pocos ejemplos de terracería tradicional a pequeña escala en Sudáfrica. Visualmente es muy impresionante. La mayoría de las terrazas tienen muros de piedra (*mitsheto*) que se han construido con orgullo y una albañilería de considerable destreza.

Durante el “apartheid” (segregación racial), Venda fue designada como uno de los *homeland* en los cuales la población nativa “no blanca” era reunida por el gobierno. Porque las áreas estaban generalmente aisladas, la agricultura de escasos recursos era marginal y la tierra rápidamente se volvió severamente degradada. Sin embargo esto fue menos notorio en Venda, donde la tradición de construir casas y paredes con muros de piedra había existido por generaciones. Los agricultores locales continuaron la tradición e invirtieron enormes cantidades de trabajo voluntario para construir terrazas con muros de piedra para su principal cultivo (el maíz), siendo común que los agricultores dediquen más de 500 días de trabajo por hectárea, construyendo terrazas en las laderas más empinadas.

Estos cuatro sistemas de terrazas se encuentran a miles de kilómetros de distancia e involucran a varios pueblos, orígenes y problemas. En un período de ocho años, las mismas preguntas básicas –con algunas especificaciones según el lugar– fueron planteadas a los agricultores de estas zonas. La Tabla 1 muestra las respuestas que estos cuatro grupos dieron a cinco preguntas claves.

Las cuatro preguntas del primer grupo fueron respondidas con una consistencia admirable. Prácticamente todos los agricultores entrevistados reconocieron que ocurrían procesos de erosión en sus propios campos, a pesar de las terrazas, y

	Indonesia Gunung Kidul, Java S-Central	Sudáfrica Distrito Thohoyandou, Provincia de Limpopo	Uganda Distrito de Kabale Uganda S-Oeste	India Distrito de Pauri & Almora Uttaranchal
Fecha del estudio	1994	1997	1999	2002
Número de agricultores entrevistados	24	20	24	15
¿Está ocurriendo erosión en sus campos (terrazas)? Si es así, es poca, moderada, grande?	Sí: 100% Un poco: 65%	Sí: 100% Moderado: 65%	Sí: 95% Poca: 60% del 95%	Sí: 95% Moderado: 60%
¿Va en aumento, igual o disminuye?	Disminuye: 70%	Disminuye: 80%	Disminuyendo: 60% del 95%	Disminuyendo: 70%
¿Cuáles son los principales impactos negativos?	1 Disminución de la fertilidad del suelo 2 Colapso de las terrazas 3 Pérdida del suelo	1 Disminución de la fertilidad del suelo 2 Colapso de las terrazas 2 Erosión por escorrentía	1 Disminución de la fertilidad del suelo 2 Destruye los cultivos	1 Disminución de la fertilidad del suelo 2 Erosión por escorrentía
¿Cuáles son las estrategias de conservación?	1 Terrazamiento 2 Mantenimiento con drenaje de talón 3 Mantenimiento de los bordes de los canales 3 Siembra de árboles	1 Terrazas 2 Fajas de pasto 2 Variados (incluye: pastoreo controlado / revisión de los surcos de agua)	1 Márgenes con rastrojos 2 Siembra de árboles 3 Terrazas	1 Mantenimiento de terrazas (construcción de los bordes de los canales)
¿Qué se percibe como las principales causas de erosión?	1 Precipitaciones torrenciales 2 Terrenos en pendiente 2 Tipo de suelo	1 Precipitaciones torrenciales 2 Arado en sentido de la pendiente 2 Exceso de pastoreo 2 Quema de pasturas	1 Sobrepastoreo 2 Sobrecultivo sin barbecho	1 Lluvias torrenciales 2 Algunas personas no se preocupan
¿Cuál es la principal fuente de erosión en la zona?	1 Surcos en las terrazas 2 Camellones en las terrazas	1 Caminos 1 Pastoreo en laderas	1 Campos de cultivo 2 Tierra de pastoreo	1 Bosque degradado 2 Tierras desnudas / caminos 3 Erosión por escorrentía

Tabla 1. Percepciones de erosión y estrategias de conservación: estudios de agricultores a pequeña escala de altiplanicies en cuatro países

la mayoría en cada muestra del país creía que el problema se estaba volviendo menos grave. Probablemente el hallazgo más significativo del estudio fue la regularidad al considerar la escala de la “disminución de fertilidad del suelo”, como el efecto negativo más importante de la erosión. Lo que ha preocupado a los agricultores no es la pérdida de cantidad de suelo, sino la consistente disminución de su potencial productivo. También hubo, no sorprendentemente, una clara apreciación de la necesidad de mantener las terrazas y de construir canales entre los camellones en cada temporada. Las actividades humanas, incluyendo el sobrepastoreo y la falta de mantenimiento, así como causas naturales (lluvias torrenciales) fueron consideradas como una de las principales causas de la erosión.

Las principales diferencias entre los agricultores en las cuatro áreas surgieron de las respuestas a la pregunta: ¿Cuáles son las principales fuentes de erosión en la zona? y a algunas de las otras preguntas no incluidas en el resumen de la Tabla 1. En Java los agricultores estuvieron de acuerdo con una investigación científica en curso -en la cual uno de los autores participó- que indicaba que los camellones en las terrazas eran la mayor fuente de sedimento. En Venda, los lugareños señalaron que los caminos mal diseñados y un mal drenaje estaban causando erosión por escorrentía, y que ellos sufrían las consecuencias de esto. Aquí también se tuvo un ejemplo de cómo las prácticas espirituales y los rituales locales

pueden influenciar los enfoques de conservación de los suelos. Al lago Fundudzi, allí ubicado, se le considera sagrado y durante la década de 1960 se volvió “rojo”, debido aparentemente al incremento de sedimentaciones. Esto condujo a las autoridades locales a intervenir y hacer una campaña para que la población conserve mejor su suelo, y así poder mantener la integridad del lago.

En Uganda se considera que los campos de cultivo son la principal fuente de erosión, y lo que caracteriza a la zona es que las terrazas tienden a colapsar cuando el suelo se satura, y por un efecto en cadena se produce el deslizamiento gradual de toda una serie de terrazas por la ladera. Los agricultores de Uganda señalaron la importancia de andenes como marcadores de límites. Las presas de contención construidas al final de los campos son las más protegidas: si estas colapsan, entonces los vecinos de más abajo reciben el regalo de un suelo muy fértil. En Uttaranchal, India, los agricultores cuidan sus terrazas según tradiciones milenarias y entienden claramente su propósito y valor. Con gran interés perciben que la deforestación ha sido la causa de la escasez de agua durante la estación seca, ya que reduce la capacidad de retención del agua de las lluvias. También indicaron su preocupación por la invasión de árboles de pinos (*Pinus roxburghii*) que requieren mayor cantidad de agua y que han desplazado al roble nativo (*Quercus leucotrichopora*), que es conservador natural de la humedad.



El cultivo de avena en una parcela que tiene tres años de haberse iniciado la rehabilitación. Al fondo se aprecian suelos no rehabilitados y con problemas de erosión

Foto: D. Flores

# Rehabilitación agroecológica de suelos volcánicos endurecidos, experiencias en el Valle de México

Diego Flores Sánchez, Ma. Antonia Pérez Olvera, Hermilio Navarro Garza

## Introducción

Dentro de sus perfiles, los suelos volcánicos presentan horizontes endurecidos que pueden estar situados a profundidades variables. Estos materiales afloran a la superficie por la acción de elementos naturales como son el viento y la lluvia, sin embargo, la mala gestión en su manejo ha sido tal vez uno de los factores que más ha influido en su afloramiento. Geográficamente, estos suelos deben su presencia a factores topográficos y climáticos, y se localizan mayormente en altitudes comprendidas entre 2.400 y 2.800 m.s.n.m., en climas subhúmedos y en una estación seca que dura de cinco a seis meses (Debroeucq *et al.*, 1991). A principios de los años 90 se estimó que en México los suelos volcánicos endurecidos cubrían 30.700 km<sup>2</sup>, es decir el 27 por ciento de la superficie del eje neovolcánico mexicano (Zebrowski, 1992).

Este tipo de suelo ha sido descrito en la mayoría de los países de América con nombres locales. En México se le conoce como tepetate; en Centroamérica, se le llama talpetate. En Colombia se le llama hardpán, duripan y cangagua en la parte sur del país. Este último término se utiliza también en Ecuador. En Perú se le llama hardpán y en Chile se le denomina cangagua, moromoro, toska y ñadis. (Zebrowski, 1992). Estos suelos

presentan propiedades físicas, químicas y biológicas limitantes para su aprovechamiento agrícola; destacando la dureza y baja porosidad, y su bajo nivel de fertilidad (caracterizado por contener sólo trazas de nitrógeno, escasa materia orgánica y fósforo), características que a su vez limitan la actividad biológica en este sustrato. Para su aprovechamiento agrícola es necesario primeramente roturar y luego mejorar la capacidad de suministro de nutrientes, mediante la aplicación de fertilizantes químicos inorgánicos o de abonos orgánicos.

## ¿Por qué rehabilitarlos?

La escasez de tierras de cultivo, el avance de la degradación y el crecimiento acelerado de la población, son los principales factores que han impulsado la rehabilitación de estos suelos en el altiplano mexicano con lo cual, además de aumentar la frontera agrícola en esta región, contribuye a disminuir la presión por suelos de cultivo que ejerce la población de bajos ingresos económicos y que practica una agricultura de subsistencia (Navarro *et al.*, 1997).

En base a lo anterior, el interés de estudiar los suelos volcánicos endurecidos se atribuye a la necesidad de conocer sus propiedades y su respuesta a diferentes modalidades de

manejo, con la finalidad de generar tecnologías tendientes a su rehabilitación sustentable.

### Las propuestas tecnológicas para su rehabilitación

En el marco del proyecto “Regeneración y Conservación de Suelos Volcánicos Endurecidos y Estériles de América Latina” financiado por la Unión Europea, se planteó el interés de mejorar y validar el conocimiento agrícola regional y experimental sobre los tepetates. Se partió del conocimiento de las aptitudes de producción y de la dinámica durante su rehabilitación, mediante la evaluación de parámetros agronómicos, diseño, establecimiento y manejo de protocolos experimentales y validación de sus resultados para mejorar las prácticas agrícolas regionales en el manejo de estos suelos (Flores *et al.*, 1998).

Las evaluaciones experimentales y de validación tuvieron una duración total de 10 años. Las pruebas se desarrollaron en parcelas de diferente tamaño. Por ejemplo, en el lugar donde trabajamos cerca de seis años, la superficie fue de 1.700m<sup>2</sup>. En otros sitios las superficies variaron de 2.000 a 7.000 m<sup>2</sup>. Las parcelas pertenecieron a los agricultores cooperantes. En ocasiones se establecieron experimentos con cinco agricultores. Es decir fue trabajo individual, sin embargo, se realizaron recorridos de campo para que los agricultores de las mismas comunidades conocieran las propuestas. La información que se presenta a continuación es el producto de las experiencias que se llevaron a cabo en Hueyotlipan, Tlaxcala, y en las comunidades de San Miguel Tlaixpan, San Dieguito Xochimancan, San Pablo Ixayoc y Tequexquahuac, pertenecientes al municipio de Texcoco, Estado de México.

### Tecnologías para su rehabilitación

Con base en la experimentación generada se pueden señalar las siguientes recomendaciones para la incorporación de estos suelos a la actividad agrícola.

#### a. Roturación del sustrato

La roturación del sustrato puede realizarse de manera manual y mecanizada: de manera manual es recomendable realizarla durante la estación lluviosa, periodo en el cual el sustrato está húmedo y es más fácil de roturar. El material se fracciona con la ayuda de un pico a una profundidad de 20 a 30 cm. Posteriormente se agrega abono orgánico, el cual se mezcla homogéneamente con el material roturado. Este tipo de roturación es muy demandante de mano de obra y es poco propicio para un buen crecimiento del cultivo.

La roturación mecánica es realizada por subsoleo cruzado utilizando tractor buldózer equivalente a D-4, D-6, D-7 y D-8 caterpillar. Preferentemente los dientes deben de ser de 80 cm, lo que conduce a una profundidad efectiva de subsoleo de 40 a 50 cm. Es más fácil realizar el subsoleo en estado húmedo, sin embargo, la fracturación de los horizontes endurecidos es más completa en estado seco (Zebrowski y Sánchez, 1997). Para llevar a cabo la roturación se deben considerar como principales factores, el tamaño de los agregados y la profundidad del sustrato. Con las experiencias evaluadas, se determinó que la profundidad mínima de roturación es de 40 cm y el tamaño de los agregados o terrones debe ser de 2,5 a 3,5 mm.

En la Figura 1 se muestra que conforme el tamaño del agregado tiende a ser más pequeño, las condiciones para el desarrollo y establecimiento de los cultivos son mejores, lo cual se muestra en la producción de materia seca total producida en el cultivo de trigo.

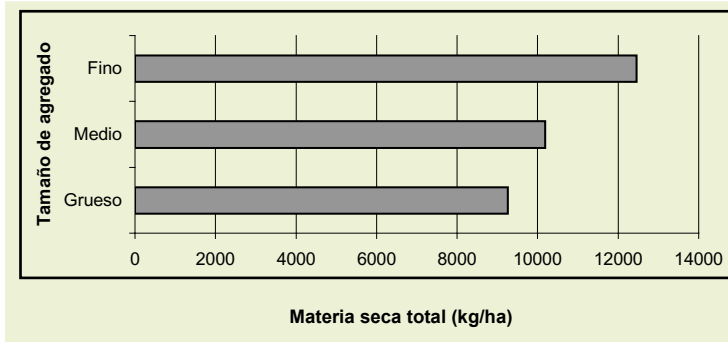


Figura 1. Producción de biomasa total de trigo bajo diferentes tamaños de agregados (terrónes), Hueyotlipan, Tlaxcala, 1994

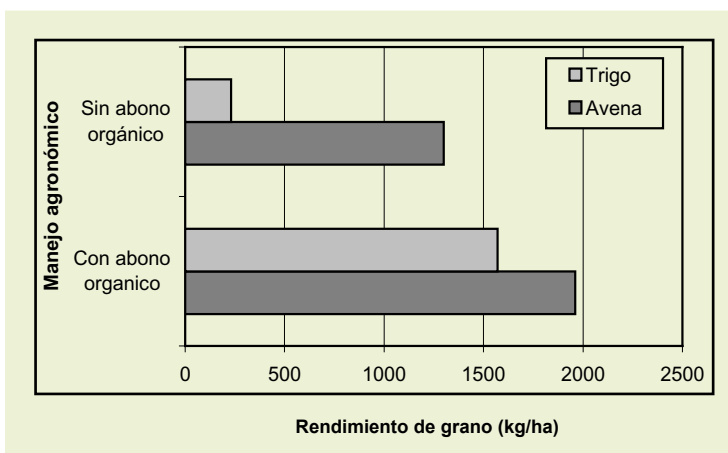


Figura 2. Efecto de la aplicación de abono orgánico en el rendimiento de trigo y avena, San Miguel Tlaixpan, Edo. De México, 1994

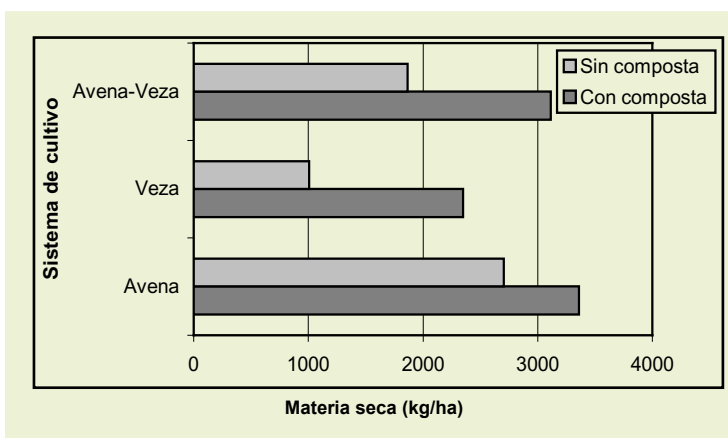


Figura 3. Efecto de la aplicación de compost de lombriz en tres sistemas de cultivo, Tequexquahuac, Edo. De México, 2002

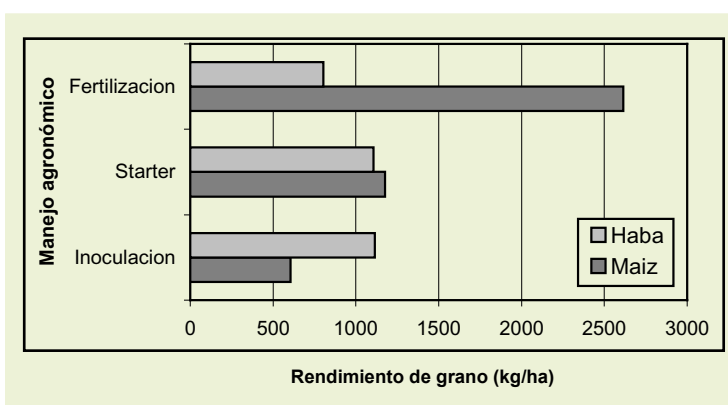


Figura 4. Rendimiento de grano de la asociación maíz-haba bajo diferente manejo nutricional, Hueyotlipan, Tlaxcala, 1995

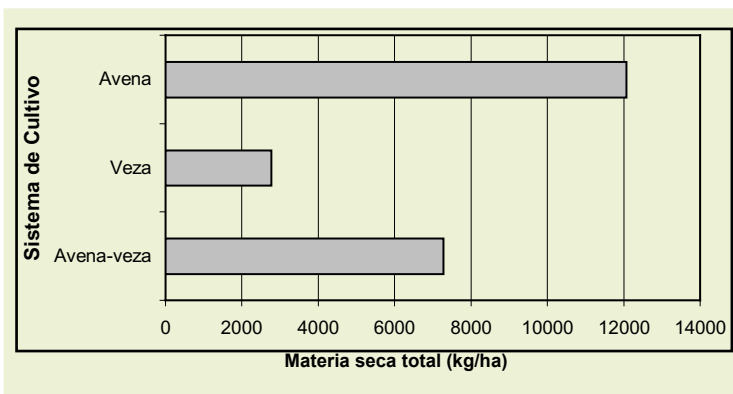


Figura 5. Producción de materia seca de diferentes sistemas de cultivo, San Dieguito Xochimacancan, Edo. De México, 2000

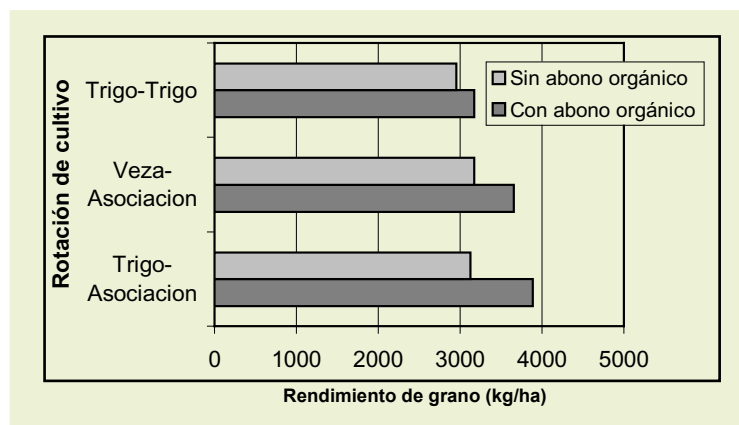


Figura 6. Rendimiento de trigo bajo diferentes rotaciones de cultivo, Hueyotlipan, Tlaxcala, 1993

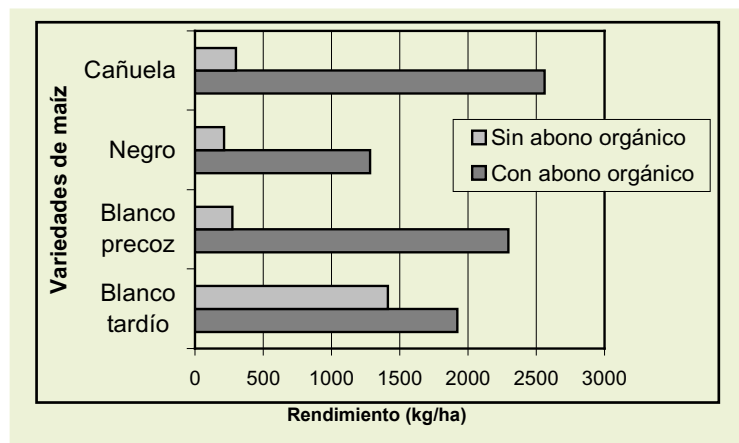


Figura 7. Rendimiento de cuatro variedades de maíz bajo dos condiciones de abono orgánico, Hueyotlipan, Tlaxcala, 1995

### b. Siembra de cereales de grano pequeño e incorporación de abono orgánico

Una de las estrategias locales implementadas para la rehabilitación de estos suelos es el uso de cereales de grano pequeño como son el trigo, cebada y avena, en los dos primeros años de rehabilitación. Estos cultivos ofrecen ventajas desde el punto de vista productivo como mejoradores de las condiciones del suelo debido principalmente a su alta densidad radicular, sin embargo se presentan problemas de emergencia de la planta cuando las semillas quedan atrapadas entre partículas grandes. Se recomienda así incrementar la densidad de siembra en un 50 por ciento, con la finalidad de lograr un mejor establecimiento

del cultivo para garantizar una buena densidad que permita la colonización del suelo, mejorando de esta manera la formación de agregados, la circulación de aire y agua, y el que las plantas al descomponerse sirvan como una fuente importante de materia orgánica.

Adicionalmente a este componente, y como estrategia para aumentar la capacidad de suministro de nutrientes se evaluó la incorporación de abono orgánico bovino a razón de 40 t/ha. En la Figura 2 se presenta el rendimiento de grano de trigo y avena con y sin abono orgánico, en un tepetate en su primer año de incorporación, donde destaca el efecto del abono orgánico en la producción de ambos cultivos. También es importante señalar que el abono orgánico aplicado tuvo un efecto residual de cuatro años.

Los cereales de grano pequeño combinados con el uso de leguminosas de cobertura como la veza (*Vicia sativa L.*) es una buena opción para el manejo inicial del tepetate. En la Figura 3 se presentan los resultados de diferentes sistemas de cultivo en donde se contempló tanto a la veza como a la avena, en unicultivo y en policultivo. Como aporte de materia orgánica se aplicó humus de lombriz a razón de 20 t/ha. El efecto positivo se aprecia claramente, sobre todo porque el policultivo avena-veza ofrece rendimientos de materia seca muy cercanos al obtenido con el monocultivo de avena, aunque el primero tiene mayores ventajas agroecológicas como son la fijación de nitrógeno y la calidad del forraje.

### c. Manejo oportuno de fertilizantes

Se evaluó el uso de fertilizantes y la inoculación del maíz con *Azospirillum* y *Rhizobium* y de las habas como un componente más para el manejo de estos suelos, y como una alternativa para las localidades donde no se dispone de abono orgánico. Esto se hizo partiendo de dos principios: el manejo oportuno y el fraccionamiento en su aplicación, lo que significó aplicarlo en las etapas de mayor demanda de los cultivos, y en forma fraccionada para fomentar su uso eficiente. En la Figura 4 se presenta el rendimiento de la asociación maíz y haba, sometidos a diferente manejo de fertilidad.

La fertilización consistió en la aplicación de la fórmula 110-60-00, y el nitrógeno se fraccionó en tres partes. El *starter* o fertilización de base fue la fórmula 15-60-00, la misma que se aplicó al momento de la siembra. Cabe señalar que los resultados corresponden al quinto año de uso agrícola del suelo volcánico endurecido. El uso oportuno y el fraccionamiento del fertilizante jugó un papel importante en los resultados.

### d. Fomento de cultivos múltiples

Se evaluaron tres diferentes sistemas de policultivos como estrategia campesina de seguridad ante las eventualidades climáticas: avena, veza y avena-veza. En la Figura 5 se puede apreciar que la avena presenta un alto potencial en este tipo de sustratos. Adicionalmente, en los lugares donde se llevaron a cabo las evaluaciones, la ganadería es un componente importante en los sistemas de producción, por ello la asociación maíz-veza presenta ventajas: por una parte se tienen forrajes de mejor calidad y por otra los beneficios en el suelo son mayores.

### e. Programa rotacional que incluya leguminosas y gramíneas

En el establecimiento de un programa rotacional de los cultivos, los tipos de cultivos y las condiciones ambientales son elementos de gran importancia, y se determinan en función de las necesidades de los productores y de las condiciones ambientales locales. En la Figura 6 se presenta el rendimiento de trigo en el tercer año bajo tres rotaciones de





### La asociación avena-veza, una buena alternativa

Foto: D. Flores

### Consideraciones finales

Mirando las diferentes experiencias que resultaron del proyecto, se puede mencionar que se mejoraron paulatinamente las condiciones de los suelos en los que se trabajó. Hubo incrementos en la producción de biomasa, sin embargo, debido a que los lugares donde se llevaron a cabo los experimentos tienen en promedio una precipitación anual de 700 mm, se presentaron variaciones interanuales de la producción de grano y biomasa, ya que la presencia oportuna y la disponibilidad de la precipitación fue y es determinante. Se puede mencionar que los rendimientos obtenidos se ubican en la producción promedio de cada zona, esto es importante considerando que se trata de suelos con serias restricciones para la producción agrícola. Con las propuestas tecnológicas se contribuyó al conocimiento local y esto ha sido llevado a cabo por agricultores que están convencidos de las bondades de las mismas.

Para la recuperación de suelos volcánicos endurecidos es necesario considerar que son procesos a mediano y largo plazo, a través de los cuales se pretende reestablecer sus propiedades físicas, químicas y biológicas, mediante el empleo de diferentes tecnologías con una visión integral y entre la cuales destacan: la roturación, la adición de abonos orgánicos, los cultivos múltiples, la rotación de cultivos (en la cual juegan un papel importante los cereales de grano pequeño, o de abono verde durante los primeros años), la incorporación de residuos, entre las principales. Estas tecnologías mejoran la circulación del aire y la retención de humedad, incrementan la actividad biológica y la fertilidad del sustrato, y de manera directa aumentan el potencial productivo del mismo.

cultivo. En base a los resultados se aprecia que la rotación que combinó leguminosas con gramíneas, presentó los mejores rendimientos, y combinando esto con la incorporación de abono orgánico es aún superior el resultado.

Otra de las recomendaciones, dentro del manejo de las rotaciones, es que se debe fomentar el cambio espacial y temporal de los cultivos con la finalidad de mantener el reciclamiento de los nutrientes. Dadas las restricciones de fertilidad en este tipo de suelos la inclusión de cultivos de cobertura, asociaciones y leguminosas es una alternativa para garantizar que las condiciones de fertilidad se mejoren, además de ser una práctica que propicia la conservación del suelo.

#### f. Cultivos y variedades locales

Uno de los principios con los que se procedió al diseño de los sistemas de cultivo fue trabajar principalmente con las variedades tradicionales, toda vez que éstas presentan ventajas tales como adaptación a las variaciones ambientales, responden a las preferencias y necesidades de las familias campesinas y por el alto valor cultural que tienen en las comunidades rurales.

En la Figura 7 se presenta los rendimientos de maíz encontrados en cuatro variedades criollas de maíz. Es necesario señalar que los resultados son en parte atribuidos a la duración del ciclo fenológico diferente, lo que les confiere una aptitud productiva desigual, siendo éste uno de los criterios que los agricultores aplican cuando seleccionan el tipo de maíz a sembrar. En este caso, el maíz negro es el más precoz, lo que le confiere una menor producción de grano que el resto de los maíces que son de ciclo largo. En la figura se reafirma el efecto positivo de la incorporación de abono orgánico.

#### Diego Flores Sánchez

Investigador, Programa de Agroecología Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. CP 56230. Email: [dfs@colpos.mx](mailto:dfs@colpos.mx)

#### Ma. Antonia Pérez Olvera

Investigadora, Programa de Estudios del Desarrollo Rural Colegio de Postgraduados. Email: [molvera@colpos.mx](mailto:molvera@colpos.mx)

#### Hermilio Navarro Garza

Profesor Investigador, Programa de Estudios del Desarrollo Rural Colegio de Postgraduados. Email: [hermnav@colpos.mx](mailto:hermnav@colpos.mx)

#### Referencias

- Dubroeuq, D., P. Quantin y C. Zebrowski. 1991. **Los tepetates de origen volcánico en México. Esquema preliminar de clasificación.** Terra, Vol 7:1
- Flores, S. D., Ma. A. Pérez y H. Navarro. 1998. **Protocolos experimentales para la evaluación de productividad en tepetates.** En: Navarro, H., H. Poupon y Ma. A. Perez. Aptitud Productiva en Suelos Volcánicos Endurecidos (Tepetates). Colegio de Postgraduados, ORSTOM, México.
- Navarro, H., C. Zebrowski y Ma. A. Pérez. 1997. **Productividad agrícola y condiciones socioeconómicas de producción en la región de Hueyotlipan (Tlaxcala, México).** Terra 15: 295-306
- Zebrowski, C. 1992. **Los suelos volcánicos endurecidos en América Latina.** Terra Vol. 10. número especial.
- Zebrowski, C. y B. Sánchez. 1997. **Los costos de rehabilitación de los suelos volcánicos endurecidos.** En: Zebrowski, C., P. Quantin y G. Trujillo. (Eds.) Suelos Volcánicos endurecidos. Tercer Simposio Internacional (Quito, diciembre de 1996). Edit. Unión Europea, ORSTOM, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Universidad Central del Ecuador.



**Determinando la capacidad de infiltración**

Foto: archivos del Grupo de Agrodiversidad

## El bosque nativo como referente del deterioro de los suelos agrícolas

Héctor Leguía, Liliana Pietrarelli, Stella Maris Luque, Juan Sánchez, Esteban Alessandria, Miryan Arborno y José Luis Zamar

La zona central de Córdoba, Argentina, ha sufrido una continua deforestación desde hace más de 150 años, y hoy sólo quedan superficies representativas de los ecosistemas nativos en forma de pequeños bosques en algunas explotaciones agropecuarias, en accidentes geográficos, y también asociadas a las riberas de los ríos. Se estima que en esta región sólo permanece un 5 a 6,5 por ciento de la vegetación silvestre original. Su eliminación, a raíz de la explotación forestal y de la instalación de sistemas agropecuarios, ha producido problemas ambientales asociados a la disminución de la cobertura vegetal y a la simplificación o eliminación de habitats. Entre ellos, la erosión y pérdida de fertilidad de los suelos, el desplazamiento y eliminación de especies autóctonas y, también, las alteraciones en el ciclo del agua (Morello, 1995).

La vegetación natural característica de la zona corresponde a una formación de bosque denominada “espinal” y constituye un área de transición entre dos grandes formaciones: la del bosque chaqueño al norte y noroeste, y la estepa pampeana al sur y sureste. El bosque de espinal contiene dos y hasta tres estratos de arbóreas y arbustivas, presenta un menor desarrollo de leñosas que en la región chaqueña y recibe la penetración de especies herbáceas de la estepa pampeana. Los componentes leñosos son generalmente caducifolios, con un período de crecimiento primavero-estival. Las especies poseen adaptaciones morfológicas o funcionales para superar los déficits de agua (por ejemplo, la frecuente presencia de

especies espinosas, que le da el nombre a la región). Climáticamente, esta zona se caracteriza por temperaturas de verano elevadas y por inviernos moderados, con precipitaciones pluviales en la primavera y verano, que tienen un promedio anual cercano a los 800 mm. La evapotranspiración potencial es mayor a los 900 mm anuales, y el balance hídrico negativo es casi permanente durante la época invernal y discontinuo durante el período cálido (Capitanelli, 1979). La desaparición del ecosistema nativo ocasiona una mayor insolación del suelo, disminuye los aportes de sustratos orgánicos y provoca un desbalance del ciclo hidrológico, y por ende una menor actividad en la vida edáfica, con la consecuente disminución del reciclamiento de nutrientes (Bell, 1979).

En zonas donde los factores climáticos son limitantes, el equilibrio es frágil y un manejo inadecuado puede ocasionar daños a veces irreversibles (Alexander, 1980). Si asumimos que el ecosistema bosque posee una organización estructural y funcional de alta estabilidad frente a las condiciones ambientales de la zona, podemos inferir que las características de sus suelos contribuyen significativamente a este equilibrio y reflejan aptitudes deseables en los sistemas antropizados. Por lo tanto, constituyen un referente válido para evaluar el estado de los lotes bajo cultivo. En una zona de comportamiento semiárido como ésta, el principal factor limitante es el agua y por ende, la mayor importancia corresponde a aquellas variables que intervienen en su disponibilidad.

## La disminución de la agrodiversidad

Los sistemas agropecuarios establecidos después del desmonte mantuvieron por muchos años una valiosa agrodiversidad, ya que eran predios dedicados a la actividad ganadera o mixta, con pasturas naturales e implantadas y distintos cultivos anuales. También conservaron importantes áreas del ecosistema nativo.

Progresivamente, estos sistemas sufrieron transformaciones productivas y tecnológicas que disminuyeron notablemente su diversidad. Esta simplificación se aceleró notablemente en los últimos 10 años a raíz del avance de la frontera agrícola sobre la ganadera, caracterizado por un significativo predominio de la soja -especialmente transgénica- sobre otros cultivos agrícolas. Como resultado se tienen agrosistemas extremadamente simplificados y frágiles, los que ocupan un alto porcentaje del territorio central de la provincia. En este período ha sido notable también el aumento de la intensidad de uso de los lotes debido a la realización del doble cultivo anual (trigo-soja), cada vez más frecuente en los ciclos de rotación agrícola. Se produce así una fuerte caída de la diversidad ecosistémica, poblacional y varietal de los agroecosistemas, tanto en el sentido espacial o territorial como en el temporal (Alessandria *et al.*, 2001).

A principios de la década de 1990 se inició una acelerada adopción de la “siembra directa” en sistemas de monocultivo y con poca cobertura de suelo. Pero la generalización de esta práctica aceleró los procesos mencionados, y con ello contribuyó a la homogeneidad territorial de la zona, no sólo en la configuración paisajística sino también en el manejo del suelo y de plagas. La siembra directa, al desplazar el tradicional control de plagas mecánico-químico por uno exclusivamente químico, aumentó el uso de agroquímicos, especialmente herbicidas. A ello se sumó una mayor incidencia de plagas producida por el desarrollo de resistencia, la disminución de enemigos naturales y la práctica del monocultivo.

Estos cambios productivos y tecnológicos han producido una disminución de los mecanismos de autorregulación de los agroecosistemas y un consecuente aumento de los subsidios. Esta situación produjo alteraciones cualitativas y cuantitativas en la problemática habitual e introdujo problemas desconocidos o de poca importancia hasta hace pocos años (contaminación, salubridad, resistencia genética y difusión de plagas y aumento de riesgos ambientales y económicos). No se trata aquí del deterioro aislado producido en pequeñas explotaciones que sobreutilizan sus recursos, sino de problemas generalizados en un amplio rango de productores debido a la expansión territorial alcanzada.

Situación general	Propuesta de trabajo
Los cambios e innovaciones no están acabadamente valorados en el largo plazo	La medición puntual no sirve. Es preferible analizar tendencias mediante un monitoreo periódico
La condición ideal o “deseable” es desconocida para el productor	La condición ideal está representada por las aptitudes de un suelo de bosque (referente)
Los diagnósticos de calidad de recursos se sesgan hacia el análisis de la fertilidad química de los suelos.	El productor comprende la importancia de variables referidas a la fertilidad física
Los análisis de fertilidad de suelos se realizan en laboratorios especializados y la evaluación es dictaminada por especialistas	El productor aprende a medir condiciones biofísicas de sus lotes con métodos de campo sencillos, que además puede interpretar
El productor es ajeno a la generación de las propuestas de innovaciones tecnológicas	El productor conoce el proyecto, participa en la toma de datos y en el análisis de resultados. Puede monitorear e idear modificaciones de su manejo tecnológico

## La propuesta de trabajo

Podemos deducir que la celeridad de los cambios descritos ha postergado -en muchos casos- la evaluación detallada de sus consecuencias ambientales en el mediano y largo plazo. El productor, imperceptiblemente, se convirtió en un consumidor pasivo de innovaciones tecnológicas cuyos efectos se desconocían, limitando su papel como gestor de su propio sistema. A esto se suma la falta de conocimiento sobre la condición “deseable” de sus recursos y las tendencias de deterioro asociadas a sus prácticas habituales de manejo.

En este marco, nuestro equipo (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba) desarrolló una propuesta de trabajo que pretende superar algunos problemas asociados a la situación general, sintetizados en el recuadro.

Los trabajos se iniciaron con reuniones informativas y de intercambio con productores agropecuarios -medianos y pequeños- de la zona central de Córdoba. Los productores ofrecieron sus campos para la realización de la experiencia, acompañaron el muestreo, se capacitaron en la ejecución de los diferentes métodos de campo y participaron en la discusión de los resultados obtenidos. Se realizaron mediciones de distintos indicadores de la calidad del suelo en forma comparativa entre la condición del suelo del bosque nativo, usado como referente de condición potencial de fertilidad ideal, y los lotes cultivados con diferente manejo de suelo y distinta secuencia de rotación de cultivos.

	Infiltración (mm/h)	Porosidad superficial % volumen con poros	Materia orgánica superficial (%)	Estabilidad estructural (índice)	Porosidad profunda (% volumen con poros)	Materia Orgánica profunda (%)	Status físico del perfil (índice)	Resistencia mecánica del perfil (Megapascal)	Densidad promedio del perfil (gr/cc)
Bosque	1.753	67,89	6,71	15	58,39	2,76	463	0,92	1,01
Siembra directa sin rotación de cultivos y sin cobertura	55,5	49,5	2,1	13,9	47,2	1,48	252	2,37	1,38
Labranza convencional	225,8	56,8	2,0	11,7	45,47	1,69	317	1,83	1,33

Tabla 1. Comparación de parámetros edáficos del bosque y de lotes cultivados con distinto manejo de suelos (superficie: 0-5 cm, profundidad: 5-15 cm, perfil: 0-20 cm)

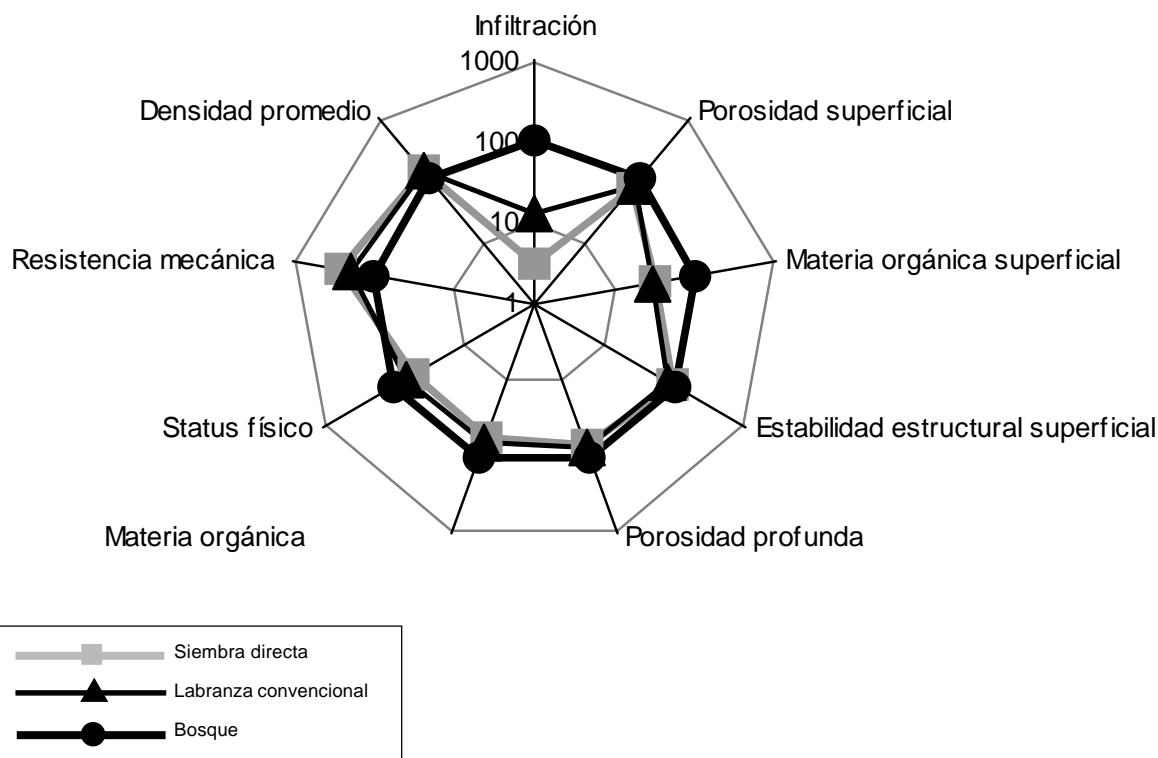


Gráfico 1. Comparación de variables edáficas entre lotes agrícolas y bosque, en escala logarítmica

## Indicadores

Los parámetros relacionados con la captación, almacenamiento y oferta de agua están vinculados a la medición de la velocidad de infiltración, contenido de materia orgánica, y también de variables físico-estructurales como la porosidad, densidad aparente, y estabilidad estructural. La expresión sintética de la condición física se denomina *status físico* (Walker y Reuter, 1996) y refleja la capacidad de un suelo de ofrecer aireación y agua a las raíces de las plantas. La mayoría de los ensayos se realizaron con métodos propuestos por los mencionados autores.

La determinación de la **tasa de infiltración** se realizó empleando un anillo de metal con una profundidad de 15 cm y un diámetro de 30 cm con el que se mide el promedio de la lámina infiltrada en un tiempo determinado (mm/hora). Esta determinación permite relacionar las variables físicas con los procesos hidrológicos que regulan la provisión de agua, siendo uno de los indicadores más sencillos y sintéticos de la condición física de los suelos.

En el caso de la **estabilidad estructural** se evalúa la desintegración de los agregados cuando se los sumerge en agua, y de acuerdo al comportamiento observado se califica la estructura como: muy buena, buena, inestable o mala. Esta variable está relacionada con la disponibilidad de materia orgánica, ya que los bajos contenidos determinan terrones inestables y frágiles que al disgregarse obstruyen los poros, y conducen a la formación de capas duras que dificultan la entrada y circulación del agua en el suelo.

La **densidad aparente** se obtiene extrayendo suelo con un sacabocado o *kopecki* de 5 cm de diámetro y 5 cm de alto, que luego se seca y pesa para obtener la densidad en  $\text{gramos/cm}^3$ . La densidad del suelo está inversamente vinculada a la porosidad del suelo. A medida que una aumenta, la otra disminuye. Los suelos con alta densidad (compactados) son menos porosos y tienen menor capacidad de infiltración y almacenamiento hídrico.

La **resistencia mecánica** indica la oposición del suelo a la penetración de un cuerpo rígido (una pequeña púa metálica), y refleja la resistencia física a la expansión de las raíces.

En el Gráfico 1, estos mismos valores se expresan como la variación porcentual sufrida por los lotes agrícolas en comparación a los valores del bosque que representan el 100 por ciento de la escala logarítmica. Debemos hacer la salvedad que los lotes con siembra directa tienen entre cinco y ocho años bajo este manejo y que han “heredado” las condiciones generadas por el laboreo durante más de 30 años. En forma general, los datos obtenidos muestran diferencias apreciables entre la condición del suelo de bosque y la de aquellos con cultivos.

## Algunos resultados

Tanto en la Tabla 1 como en el gráfico se muestran algunos de los resultados obtenidos, destacando principalmente la elevada capacidad de **infiltración** que tiene el sistema nativo. Es evidente que el uso agrícola produjo una marcada reducción en la tasa de infiltración de los suelos, determinando valores de un 2 al 20 por ciento respecto a la del bosque. En el bosque, la mejor captación hídrica se debe a una mayor porosidad natural,

originada entre otros factores, por un mayor aporte de material orgánico a lo largo del tiempo, lo que favorece la estructuración y estabilidad de los agregados. Además, la mayor cobertura de la vegetación y la de los restos orgánicos (mantillo o *mulch*), actúan como amortiguadores del impacto de las gotas de lluvia, evitando la formación de costras superficiales que disminuyen la infiltración del agua.

La disminución de **porosidad** superficial es más acentuada en la siembra directa, por efecto del tránsito de maquinaria, mientras que la roturación afloja -temporariamente- la capa superficial. En profundidad, los lotes laboreados presentan suelos algo más compactos por la presencia de "pisos de arado".

El **contenido de materia orgánica** superficial se acentúa ligeramente en la siembra directa mientras que en los lotes laboreados son mayores en profundidad, porque los implementos trasladan los residuos a niveles más profundos. La **densidad aparente** del suelo es siempre menor en el suelo de bosque (0,8 gr/cm<sup>3</sup> en superficie, 1,22 en profundidad). Los lotes agrícolas, afectados por acciones mecánicas de laboreo, compactación superficial y tránsito de maquinarias presentan valores entre 1 a 1,5 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una disminución de la porosidad que deprime su capacidad hídrica.

La mejor **estabilidad estructural** correspondió al bosque y se halla asociada a un mayor contenido de materia orgánica. Los lotes con siembra directa mostraron una buena estabilidad superficial en comparación con aquellos laboreados donde se notó una importante disminución. La **resistencia mecánica** indica la presencia de capas restrictivas que pueden limitar la profundidad efectiva de las raíces. El aumento notable de la resistencia mecánica de los suelos agrícolas (en más de un 200 %) va en desmedro del desarrollo radicular de los cultivos para abastecerse de agua y nutrientes y se refleja en deformaciones del eje de la raíz y en la densidad de raicillas, que afectan la toma de recursos.

Por último, la disminución del **status físico** en los lotes agrícolas se expresa en valores que oscilan entre un 50 y 70 por ciento con respecto al referente bosque, y representan la pérdida de capacidad del suelo de proveer agua y oxígeno necesarios para la actividad radicular (Gil, 2002).

## Reflexiones finales

En primer lugar, debemos destacar no solo la colaboración sino el interés despertado en los productores, quienes revalorizaron aspectos de la fertilidad física y hoy, por ejemplo, observan las raíces de sus cultivos para percibir el efecto de las compactaciones. El análisis de los resultados les llevó a plantearse alternativas de manejo de suelos, combinando la siembra directa con laboreos verticales esporádicos para disminuir las compactaciones subsuperficiales, mejorando de esta manera la condición física de sus suelos.

En segundo lugar, que ninguna de las prácticas de manejo, individualmente, mejora todas las condiciones de suelo. Cada una de las prácticas mejora algunas variables pero deteriora otras. Sólo el manejo combinado de los sistemas de laboreo-siembra directa, la alternancia de cultivos y la intensidad de uso de los lotes, puede permitir la mejora integral.

En tercer lugar, es necesario revalorizar las condiciones físicas de los suelos de bosque y su influencia en la regulación de los flujos que determinan la disponibilidad de agua.

Si bien el proceso de deforestación en la zona central de Córdoba es irreversible, la presencia de pequeños relictos o áreas de borde

o tránsito que se dejen colonizar con vegetación natural, puede generar condiciones ecológicas valiosas, tales como el albergue de controladores naturales, regulación microclimática, descarga de excesos hídricos de las napas, supervivencia y circulación de la fauna autóctona, conservación de genotipos arbóreos, entre otros (leña, refugio y pastoreo de animales domésticos, etc.) y, en general, el aumento de la biodiversidad del agroecosistema. ■

**Héctor Leguía, Liliana Pietrarelli, Stella Maris Luque, Juan Sánchez, Esteban Alessandria, Miryan Arborno y José Luis Zamar**  
Grupo de Agrodiversidad, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.  
Email: [heleguia@agro.uncor.edu](mailto:heleguia@agro.uncor.edu)

## Referencias

- Alessandria, E., H. Leguía, L. Pietrarelli, J. Sánchez, S. M. Luque, M. Arborno y J. L. Zamar. 2001. **La Agrodiversidad en sistemas extensivos: El caso de Córdoba**. LEISA Revista de Agroecología vol. 16- p. 10 y 11.
- Alexander, M. 1980. **Introducción a la microbiología del suelo**. AGT (ed.) S.A. Mexico. 483 pp.
- Bell, R. 1979. **The effect of soil nutrient availability on community structure in African ecosystems**. En P. J. Capitanelli, R.G. Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Eds Vasquez, J., Miatello, R., Roqué, M. Editorial Boltdt. Buenos Aires.
- Huntley y B. J. Walker (ed.). **Ecology of Tropical Savanas**. Symposium Kruger National Park. South Africa.
- Gil, Rodolfo. 2002. **El comportamiento físico-funcional de los suelos**. Instituto de Suelos. Inta Castelar. Buenos Aires. Argentina
- Morello, J y B. Marchetti. 1995. **Fuerzas socioeconómicas condicionantes de cuatro procesos de degradación ambiental en Argentina**. CEPAL
- Walker, J. y D. J. Reuter (eds.) 1996. **Indicators of catchments health: a technical perspective**. CSIRO. Melbourne.

## Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados

### Segunda circular

El Comité Organizador se complace en anunciar esta importante reunión donde se tratarán temas relacionados con la agricultura en ecosistemas frágiles y degradados que se celebrará en Bayamo M. N. provincia Granma, Cuba del 1 al 3 de Diciembre del 2004 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov» donde podrán participar investigadores, docentes y productores vinculados a la actividad agropecuaria y la conservación del medio ambiente.

### Sede

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov» es un centro del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, situado en la Provincia Granma, cerca del macizo montañoso de la Sierra Maestra, en la región oriental de Cuba.

### Para mayor información diríjase a:

Comité Organizador del Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados 2004. Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov», AP 2140, Bayamo, Granma, Cuba. CP 85100

E mail: [Irlarra@dimitrov.granma.inf.cu](mailto:Irlarra@dimitrov.granma.inf.cu)  
[congreso@dimitrov.granma.inf.cu](mailto:congreso@dimitrov.granma.inf.cu)

Teléfono: (53) 48 3254, 48 3235, 48 3257, Fax: (53) 48 325

# Potencial rehabilitación de tierras degradadas por el desarrollo y uso de un biofertilizante en beneficio de los agricultores pobres de Bolivia

Javier Franco P., Noel Ortuño y Jaime Herbas

La papa constituye uno de los alimentos más importantes de la población urbana y rural de Bolivia. Pero su producción es baja debido a varios factores limitantes, entre los cuales se encuentran las condiciones abióticas y bióticas del suelo, y el alto costo de los insumos externos, como son los plaguicidas y fertilizantes. Con la finalidad de contribuir a solucionar los problemas que afectan la producción de este cultivo, en la Fundación PROINPA se han iniciado estudios sobre la microbiología del suelo, mediante la ejecución de un proyecto financiado por la Unión Europea titulado “Producción sostenible de papa en áreas urbanas y peri-urbanas de los Andes por la combinación de biocompostamiento e inoculantes microbiales” y con la participación de científicos de Universidades e Institutos de Investigación de Bélgica, Cuba, Ecuador, Francia, Irlanda y Perú.

Este proyecto está dirigido a la recuperación del potencial productivo del suelo mediante la restauración de suelos degradados y su conservación, para alcanzar una producción sostenible de la papa y otros cultivos que conforman el “sistema papa” en la región andina de Bolivia. El objetivo general es desarrollar e investigar la combinación del compost, obtenido del reciclamiento de residuos orgánicos de agro-industrias urbanas y/o rurales, con inoculantes bio-fertilizadores microbiales nativos, con la finalidad de: 1) proporcionar un valor agregado a los residuos agro-industriales urbanos; 2) contribuir a solucionar la problemática de residuos sólidos orgánicos urbanos; 3) reducir la dependencia de insumos químicos de los pequeños agricultores y 4) estimular las capacidades colectivas locales (asociaciones de agricultores y ONG) para desarrollar sistemas de uso de compost a micro-escala y el manejo de inoculantes microbiales.

El proyecto se viene ejecutando desde septiembre del año 2002 en dos sectores piloto de las Provincias Carrasco y Tiraque del departamento de Cochabamba, donde se han muestreado los suelos de campos con diferentes características de manejo (cultivo de papa con altos y con bajos insumos, borde de campo con altos y bajos insumos y de pajonal andino) para su caracterización microbiológica, física y química.

En la primera fase se realizó un análisis de la estructura de la comunidad microbiana para establecer la colección de especies de AMF (hongos microrrizógenos arbusculares) y PGPR (rizobacterias estimuladoras del crecimiento de la planta) en los sitios piloto. Se identificaron micorrizas de los géneros *Glomus*, *Sclerosystes*, *Acaulospora* y *Scutelospora*, que actúan como puentes de extensión de las raicillas de las plantas para la asimilación de humedad o nutrientes para la planta. Estos organismos están siendo caracterizados morfológica y reproductivamente en Cuba y molecularmente en Bélgica e Irlanda.

En las mismas muestras se determinaron poblaciones bajas, pero diversas, de bacterias solubilizadoras de fósforo, fijadoras de nitrógeno y celulolíticas, donde existía predominancia de actinomicetos y bajas poblaciones de hongos relacionados con la descomposición de materia orgánica o asimilación de nutrientes. La predominancia de actinomicetos indica una gran desestabilización ecológica, relacionada con el bajo contenido de materia orgánica (2%) y la baja fertilidad, como consecuencia de la aplicación de prácticas agrícolas inadecuadas. En el área urbana se determinó que la basura orgánica de la ciudad es una fuente importante (240 t/día) para su procesamiento como

compost y no así los residuos de la agroindustria por su amplia dispersión y sus bajos volúmenes de disponibilidad.

Identificadas las fuentes de residuos orgánicos, tanto urbanas como rurales, se procedió a estandarizar las técnicas conocidas para el procesamiento de compost y se evaluaron diversas alternativas que combinan el empleo de basura orgánica de la ciudad, residuos de cosecha, estiércoles, activadores de descomposición y manejo de la relación C/N. En este proceso se identificaron a las levaduras y la glucosa como buenos aceleradores de la descomposición, llegando a reducir el tiempo de compostaje en 50 por ciento. Una vez obtenidas las varias alternativas de compost, éstas fueron llevadas a las parcelas de producción, ubicadas en los campos de los agricultores, para su evaluación.

Paralelamente, se determinó que en las comunidades rurales de las provincias Carrasco y Tiraque, hay agricultores que disponen de hasta 30 m<sup>3</sup>/año de gallinaza, la cual la adquieren a un costo aproximado de US \$ 300. Por otro lado, sólo algunos disponen de estiércol vacuno (1 a 3 m<sup>3</sup>/año). Casi todos los agricultores disponen de los residuos de cosecha que generalmente utilizan como forraje. Todos estos materiales son las fuentes más importantes para el productor de estas zonas y que pueden ser incorporadas al suelo como abono orgánico. Los agricultores participaron en la preparación de compost con estos residuos de cosecha e implementaron parcelas, para su evaluación en sus propios campos. En el futuro se espera mejorar la eficiencia (calidad y costo) del compost inoculado con biofertilizadores microbiales nativos.

En la actualidad, siete grupos de agricultores, cada uno compuesto de 3 a 8 agricultores pertenecientes a una central campesina o asociación de productores de la zona, investigan y evalúan con técnicas participativas la utilidad del incremento de la materia orgánica en el suelo y el efecto potencial del empleo del compost sobre el desarrollo y sanidad del cultivo de papa, así como de la calidad y cantidad de su rendimiento en las parcelas de producción.

Posteriormente, aquellos tipos de compost que sean de la preferencia de los agricultores servirán como sustratos a ser inoculados con los microorganismos nativos seleccionados y así obtener y disponer de un biofertilizante cuyo empleo permita mejorar los rendimientos del cultivo de papa y sobre todo restaurar la fertilidad de los suelos con un manejo que permita la conservación de su capacidad productiva, en beneficio de los agricultores pobres de la región andina de Bolivia.

Una vez lograda la meta de la investigación participativa, se pasará a la fase de difusión masiva de la tecnología, lo cual requerirá de nuevas inversiones para que los agricultores puedan tener acceso a un biofertilizante que mejorará la calidad de sus suelos y los rendimientos de sus cultivos. ■

**Javier Franco P., Noel Ortuño y Jaime Herbas**  
Fundación PROINPA, Manejo Integrado de Cultivos,  
Casilla Postal 4285, Teléfono 591-4-4360800, Fax 591-4-4360802,  
Cochabamba, Bolivia. Email: [jfranco@proinpa.org](mailto:jfranco@proinpa.org)

## Referencias

- First Annual Report (01/09/2002 to 31/08/2003). **Sustainable potato production in Andean urban and peri-urban areas by combining bio-composting and microbial inoculants.** INCO-DEV : International Cooperation with Developing Countries. Contract number : ICA4-CT-2002-10016 <http://www.ucc.ie/research/comminandes>

# Fijación del nitrógeno a una escala nacional

Adriana Montañés, Carlos Labandera y Luis Solari

El pastoreo intensivo de extensas áreas con un cultivo continuo de trigo, cebada, maíz, sorgo y girasol con prácticas convencionales de labranza, sin una adecuada fertilización o control de erosión, han ido degradando la tierra en Uruguay desde inicios del siglo XX.

Los agricultores y productores abandonaban la tierra una vez que se volvía estéril y degradada y se trasladaban a suelos que fuesen aún productivos. Esto dio por resultado un incremento en el agotamiento de los suelos. Recién en 1959, el gobierno, los técnicos, las ONG y los gremios de agricultores comenzaron a discutir el problema y se elaboró una propuesta denominada Plan de Desarrollo Agropecuario. Este Plan fue establecido para mejorar la productividad a corto y largo plazo e incluyó todas las tierras agrícolas. Se dio especial énfasis al desarrollo de la rotación con cultivos forrajeros.

## Bacterias al rescate

En 1960, haciendo uso de las experiencias positivas con la inoculación de leguminosas en Australia y Nueva Zelanda, los investigadores del anterior Laboratorio de Microbiología de Suelos e Inóculos (actualmente el Departamento de Microbiología de Suelos del Ministerio de Agricultura) empezaron a trabajar en la fijación biológica del nitrógeno (FBN) por medio de la bacteria *Rhizobium* del suelo. Estos organismos viven en asociación con plantas específicas formando pequeños nódulos en las raíces. Estos fijan nitrógeno del aire en el suelo y al hacerlo proveen a los cultivos de uno de los elementos esenciales para un buen crecimiento y cosecha.

El grupo de investigación trabajó en estrecha colaboración con rizobiólogos, fitomejoradores, agrónomos, agricultores y extensionistas para identificar, seleccionar y probar cepas nativas de *Rhizobium* que estuviesen bien adaptadas a suelos específicos y a las plantas hospedadoras. Adicionalmente seleccionaron variedades nativas e introducidas de forraje que respondieron positivamente a la simbiosis con *Rhizobium*. Se establecieron conjuntamente con los agricultores, ensayos de campo y en estación experimental a través de todo Uruguay para estudiar la eficiencia de las prácticas establecidas de rotación de cultivos forrajeros, tales como una mezcla de forrajes de leguminosas y no leguminosas en rotación con cultivos de invierno como el trigo, la cebada y cultivos de verano tales como girasol, maíz y sorgo.

Se establecieron mejores rotaciones entre forrajes y cultivos. Los agricultores recibieron apoyo técnico y fueron beneficiados con un plan de crédito que cubría el 80 por ciento de cualquier inversión que hiciesen. La adopción de una tecnología FBN fue también facilitada por el hecho que se aplica fácilmente en el

campo. La bacteria *Rhizobium*, mezclada con un suelo estéril, se fija a las semillas utilizando un tipo especial de adhesivo, después de lo cual se siembra.

El Departamento de Microbiología del Ministerio de Agricultura estableció un banco de genes fijadores de nitrógeno y otros microorganismos, que sirviese como una fuente de germoplasma de alta calidad para los investigadores, extensionistas y productores comerciales. El sector privado estuvo estrechamente involucrado en el desarrollo de la tecnología FBN invirtiendo tanto en la producción como en la multiplicación de las cepas requeridas de *Rhizobium*. Hoy son tres las empresas que producen *Rhizobium* de alta calidad para el Uruguay y otros países sudamericanos.

## Bueno para los agricultores, bueno para el país

La FBN sigue siendo desarrollada y mejorada en el Uruguay, y por más de 40 años, la tecnología ha brindado considerables beneficios económicos, ecológicos y sociales a aquellos que la han usado. El país ha ahorrado millones de dólares reduciendo las importaciones de fertilizantes nitrogenados. Los agricultores individuales se han beneficiado considerablemente ya que el *Rhizobium* es más barato que los fertilizantes basados en la urea. Actualmente, una aplicación de *Rhizobium* cuesta un dólar por hectárea, mientras que una aplicación de fertilizante de urea cuesta unos US\$ 50 por hectárea. La tecnología de FBN tiene la capacidad de fijar e incorporar hasta 250 kg/ha de nitrógeno en el suelo de un modo muy eficiente. Los agricultores están conscientes de los beneficios y como resultado la rotación con leguminosas e inoculación con *Rhizobium* es ahora muy usada por casi todos los agricultores y ganaderos del país.

## La contribución de FBN en el Uruguay

- Las cosechas de soja se han incrementado 800-1000 kg/ha/año (un 40% de incremento) en suelos que previamente no han sido cultivados y donde se utiliza *Rhizobium*.
- Los productores de arvejas que usaron FBN han registrado un incremento en sus cosechas de hasta un 240 por ciento.
- Cada año se han alcanzado ahorros del orden de los 90 millones de dólares debido a que los agricultores han usado *Rhizobium* en lugar de comprar fertilizantes para la producción de forraje de leguminosas.

## Una explicación del éxito de FBN

Esta iniciativa es un buen ejemplo de planificación e implementación de una estrategia nacional apoyada por el gobierno con una perspectiva ecológica y multidisciplinaria. Hubo una fuerte relación funcional entre el gobierno, la industria y los agricultores. La integración de estos actores hizo fácil definir los factores limitantes, encontrar soluciones y aplicarlas en el corto plazo. Un aspecto que vale la pena mencionar es que la FBN no fue un objetivo en sí mismo sino una valiosa herramienta que pudo usarse para alcanzar la meta del mejoramiento de la productividad tanto al corto como al largo plazo. Mientras la presión de los agricultores y el apoyo del gobierno fueron esenciales en el proceso, la clave del éxito fue el excelente rendimiento de la tecnología FBN, que llevó a su exitosa adopción y a los sistemas mejorados de producción actualmente operativos. ■

**Adriana Montañés**, ExConsultora de la FAO. Calle Concepción del Uruguay 1409/70, Montevideo, Uruguay.  
Email: [montanez\\_massa@yahoo.co.uk](mailto:montanez_massa@yahoo.co.uk)

**Carlos Labandera**, Director del Departamento de Microbiología de Suelo. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Burgues 3208, CP 11700, Montevideo, Uruguay. Email: [microlab@chasque.net](mailto:microlab@chasque.net)

**Luis Solari**, Jefe de la Unidad de Comunicaciones, Departamento de Microbiología de Suelos. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Burgues, 3208, CP 11700, Montevideo, Uruguay. Email: [microlab@chasque.net](mailto:microlab@chasque.net)



El sector ganadero se ha beneficiado notablemente de la tecnología FBN Foto: Federación Uruguaya de Grupos CREA (FUCREA)



**El helecho (*Pteridium aquilinum*) invade una parcela y dificulta las labores agrícolas**  
Foto: archivo Methodus

# Restauración de áreas invadidas por copetate en la región de la Chinantla, Oaxaca, México

Fabrice Edouard, Josefina Jiménez y Marcelo Cid

## La región y sus pobladores

El municipio de San Juan Lalana, en el estado de Oaxaca, México, se ubica al sureste de la región de la Chinantla Baja, la cual constituye la tercera zona de selva alta perennifolia del país y una reserva importante de biodiversidad. La mayoría de los habitantes está constituida por indígenas de la etnia chinanteca que se dedican a actividades agrícolas y forestales de autosubsistencia.

Los ecosistemas originales de esta microrregión incluían tres tipos de vegetación: selva alta perennifolia con dominancia de *Terminalia amazonia*; selva mediana subperennifolia, con dominancia de *Bursera simaruba*; y bosques de encino (*Quercus glaucescens* y *Q. elliptica*) en los filos de las lomas y parteaguas donde los suelos son más pobres. El clima es cálido y húmedo, con lluvias intensas durante cuatro meses en el año. La mayor parte del territorio está constituida por laderas abruptas con suelos profundos y ácidos, de textura franca tendiendo a lo arenoso.

## Causas y consecuencias del deterioro ambiental y social

Hoy en día, el territorio del municipio de San Juan Lalana se encuentra deforestado en un porcentaje muy alto. Predomina un

paisaje de lomeríos cubiertos por vegetación secundaria o acahuales jóvenes, (nombre local que se da a una etapa del proceso de regeneración del bosque original) donde las familias chinantecas cultivan la milpa (combinación de maíz, calabaza, frijol y tomate) con la técnica tradicional de roza, tumba y quema, y por pequeños manchones de selva y acahuales maduros, donde se produce café y se obtienen madera, leña y productos forestales no maderables como la pita o agave americano (*Aechmea magdalenae*), los bejucos y frutos comestibles.

El deterioro de los recursos naturales y la disminución de los ingresos familiares que se viven en la región tienen varias causas:

- el fuerte incremento de la tasa de crecimiento de la población a partir de la década de los años sesenta del siglo pasado (superior en 4% a la registrada en el resto de la población regional), que obligó a las familias a reducir el tamaño de las unidades de producción, a establecer parcelas en todo el territorio y a utilizar terrenos considerados anteriormente como no aptos para la agricultura, como son los acahuales jóvenes, las laderas de fuerte pendiente y los bosques de encino;
- los cambios en las técnicas tradicionales de cultivo de la milpa debido a la adopción de ciertas tecnologías de la



revolución verde destinadas a disminuir la carga de trabajo familiar, con consecuencias observables en la calidad del ambiente y la diversidad, así como en la calidad de los alimentos producidos;

- la introducción, en los años ochenta, del ganado vacuno en terrenos originalmente forestales y la producción de café, sin que las familias pudieran adoptar un manejo pecuario adaptado a las condiciones difíciles de la zona (relieve accidentado, poco valor nutritivo de los pastos nativos y fuerte presencia de parásitos y enfermedades);
- la crisis internacional del precio del café que provocó una disminución del valor económico de los espacios boscosos y de los cafetales, manejados anteriormente bajo un modelo de forestería análoga, propiciando su conversión hacia la agricultura de temporal (secano) o la ganadería;
- la pérdida de la calidad de los suelos y la expansión de las áreas degradadas, como son los terrenos invadidos por el helecho *Pteridium aquilinum*, llamado localmente *copetate*, que cuando se encuentra en gran densidad impide tanto la regeneración natural de la vegetación como los cultivos.

Este deterioro de la calidad ambiental del territorio y de las condiciones socioeconómicas de la población ha provocado diferentes respuestas y consecuencias, como es la intensa migración de los jóvenes hacia la capital del país y a los Estados Unidos, así como el incremento regional del valor de la mano de obra para las actividades agrícolas. Igualmente, la pérdida de las formas locales de control social, en particular en la gestión del territorio y el manejo de recursos colectivos estratégicos para las comunidades como son el agua y la biodiversidad, y con ello, la emergencia de nuevas formas de organización social, encaminadas hacia la diversificación productiva y la comercialización, como también al desarrollo de alianzas políticas para la obtención de subsidios gubernamentales.

### Nuevas formas de organización y acción social

En este contexto nace a finales de los años noventa la Unión de los Pueblos Indígenas de la Sierra de Lalana (UPIS-L), organización campesina e indígena que agrupa actualmente a unas veinte comunidades y cuenta con 1.500 socios y socias. Desde 1997, la UPIS-L ha venido recibiendo la asesoría de SIPPE y de Methodus, con los que se coordina para desarrollar cinco líneas principales de trabajo:

1. el desarrollo de una experimentación adaptativa en parcelas agroforestales piloto, con el objetivo de encontrar alternativas que permitan recuperar el potencial productivo y conservar la biodiversidad en el territorio;

### Los “acahuales detenidos” por el copetate

El helecho *Pteridium aquilinum* o *copetate*, como es conocido en la región de la Chinantla, es una especie heliófila de amplia distribución en todo el mundo. Generalmente invade áreas que han sufrido alguna perturbación, en particular incendios. En estas áreas, los procesos de regeneración de la vegetación nativa se ven muy limitados, así como la práctica de la agricultura. Diversos investigadores coinciden en que la agresividad del helecho se debe a sus rizomas profundos que sobreviven al fuego (Isaac, 1940), a que secreta una sustancia alelopática y a su capacidad de dispersar esporas a gran distancia, compitiendo fuertemente con la vegetación nativa (Green, 1984). Los rizomas suelen tener de 8 a 30 cm de profundidad, y en algunos casos hasta 1 m (Flinn, 1977) y forman un tejido denso que dificulta el crecimiento de cualquier otra especie.

En el municipio de San Juan Lalana, este helecho se encuentra naturalmente asociado a los bosques de encino, en donde se concentra en los espacios con mayor cantidad de luz. Al ser eliminados los árboles por el fuego, el helecho tiende a propagarse pendiente abajo extendiendo su sistema radicular y diseminando grandes cantidades de esporas. En el paisaje cubre áreas cada vez más extensas, donde la selva parece no poder reinstalarse a través del proceso común de regeneración de los acahuales. Por esta razón algunos autores, como S. Purata (Instituto de Ecología de Jalapa) han descrito las parcelas invadidas con copetate como “acahuales detenidos”.

2. la capacitación y la asistencia técnica a productores y productoras para la conservación de suelos y agroforestería;
3. la organización y el equipamiento de productores y productoras para proveer de plantas maderables y no maderables y de lombricomposta a quienes establecen sus parcelas agroforestales;
4. la creación de empresas regionales y locales para la comercialización de productos forestales no maderables, como el café, la fibra de pita y las plantas ornamentales; y
5. el desarrollo de esquemas de colaboración y coordinación interinstitucional para la obtención de recursos financieros y asesoría, así como la realización de intercambios de experiencias con otras organizaciones campesinas del sureste del país.

### Reconocimiento de las causas y las soluciones del problema

Uno de los modelos agroforestales que se está experimentando desde 1998 consiste en la restauración funcional de áreas degradadas, en particular de los copetates, que se han ido extendiendo desde los años 80. Aquí la agricultura es extremadamente difícil, debido a la agresividad de esta especie de helecho, cuyo sistema radicular forma una densa red y secreta una sustancia alelopática que inhibe el desarrollo de otras plantas. Asimismo, el uso de herbicida no tiene, prácticamente, efecto alguno sobre esta planta.

Muestra	pH en H <sub>2</sub> O 1:2	M.O., Wallkey Black, %	N total %	P, Bray ppm	Ca	Mg	K meq/100 g	Na	Al+H
Copetate San Miguel	4,56	3,18	0,15	6,60	2,96	1,37	0,240	1,34	Sin datos
Copetate San Juan Evangelista	4,38	5,50	0,27	6,15	0,43	1,90	0,024	1,22	Sin datos
Acahual de 8 años	4,74	4,34	0,21	10,70	5,35	1,79	0,170	1,22	Sin datos
Milpa con quema	5,1	5,25	0,26	4,2	8,99	1,44	0,230	trazas	0,22
Milpa sin quema	4,1	3,10	0,16	0,5	1,25	0,45	0,003	trazas	1,59

Fuente: Análisis de muestras colectadas por Methodus 2002 (Laboratorio ITAO)

Tabla 1. Composición química del suelo en diferentes parcelas de San Juan Lalana

Adquisición	Num Unidad	Costo \$	Total \$
Hijuelos de piña	4.000	0,50/pz	2.000
Árboles frutales	100	40/pz	4.000
Árboles maderables	150	propio	
Lombricomposta (kg)	1.000	1,50/kg	1.500
<b>Total insumos</b>			<b>7.500</b>
Mano de obra	días	costo	Total
Control de helecho	32	65	2.080
Zanjas y barreras vivas	30	65	1.950
Siembra de piña	30	65	1.950
Siembra de árboles	20	65	1.300
Aplicación de lombricomposta	5	65	325
<b>Total mano de obra</b>	<b>117</b>		<b>7.605</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>15.105</b>
			Methodus 2002

Tabla 2. Costos del establecimiento de una parcela de restauración de copetate, en pesos mexicanos (un dólar estadounidense equivalía a 11 pesos en febrero de 2004)

El trabajo se inició con un proceso de reflexión e investigación participativa sobre las causas de la extensión de los copetates, y sobre las posibles opciones de control y recuperación de las áreas afectadas, todas ubicadas en pendientes de moderadas a fuertes. Se descubrió entonces que, en los bosques de encino, la quema para el establecimiento de cultivos era el principal factor responsable de la expansión, pendiente abajo, de los helechos. Asimismo, los análisis realizados por Methodus mostraron que, a la inversa de lo que se creía, los suelos donde crecen los copetates no son más pobres ni más ácidos que los que se encuentran normalmente en la región; incluso algunos de ellos muestran mejores contenidos de nitrógeno y fósforo que las parcelas de cultivo (Ver: Tabla 1).

Algunas de las familias campesinas participantes en las investigaciones tenían experiencias recientes en la utilización de parcelas invadidas por copetate. Hubo quienes introdujeron pastos mejorados para la ganadería y alcanzaron la erradicación del helecho; otras disminuyeron su presencia con la introducción durante varios ciclos del frijol abono o mucuna (*Mucuna spp.*), y en una comunidad se solía utilizar pequeñas fracciones de estos terrenos para el cultivo de la piña (*Ananas comosus*) fruta incorporada en la alimentación de la comunidad y que actualmente tiene demanda en el mercado local.

También se llegó a la conclusión de que la sombra era una forma natural de control del helecho, puesto que en los encinares, donde se encontraba en forma poco densa, su desarrollo parece ser restringido. La mayoría de los campesinos reconocía que los herbicidas eran impotentes, que la ganadería en su forma actual había demostrado no ser una opción productiva viable, y que la recuperación funcional de los copetates era un reto que requeriría tiempo, disponibilidad de mano de obra y dedicación.

### El camino de la experimentación

Considerando la necesidad de establecer un programa de experimentación adaptativa asimilable por las familias y en el cual los productores tuvieran el control sobre el desarrollo de los modelos agroforestales, la UPIS-L y sus asesores se propusieron los siguientes objetivos de trabajo:

- promover el desarrollo de diversas opciones tecnológicas y de manejo parcelario que permitan la recuperación del

potencial agrícola y forestal de los copetates, con base en los resultados de la investigación inicial y en la capacidad de innovación de los productores;

- impulsar el cultivo de especies que generen a corto y mediano plazos ingresos económicos con la finalidad de autofinanciar las labores de restauración de los copetates;
- desarrollar capacidades organizativas para negociar con varias instancias recursos económicos encaminados a solventar la inversión inicial y a mantener un servicio de asesoría técnica, monitoreo y evaluación.

El programa impulsó la apropiación de nuevas técnicas de conservación de suelo para mantener e incrementar su fertilidad, en particular zanjas de infiltración a curva de nivel y barreras vivas con especies enriquecedoras para el suelo (*Tithonia tubaeformis*, *Cajanus cajan*, *Erythrina americana*), especies forestales (*Cedrela mexicana*, *Tabebuia rosea*, *Swietenia spp.* y *Ochroma pyramidal*) y árboles frutales (cítricos, nuez de macadamia y lichee) destinados a producir sombra. Asimismo, el programa proporcionó a los productores involucrados lombricomposta producida por grupos de mujeres miembros de la UPIS-L, para aplicarla en los cultivos o árboles que se establecieran en las parcelas. Sin embargo, cada productor escogió la forma de controlar el crecimiento del helecho y los cultivos a establecer en las parcelas que restauraría.

### Estado actual de la experimentación adaptativa

Con el fin de evaluar los resultados obtenidos por los productores se han realizado varios talleres de intercambio y visitas de parcelas (al interior del municipio y también con otras localidades de la región de la Chinantla), un levantamiento de datos en cada parcela por parte de los promotores comunitarios y entrevistas a los productores que alimentó una base de datos computarizada y también recorridos con expertos (Universidad de Chapingo, Instituto de Ecología de Jalapa) para conocer sus puntos de vista acerca de los experimentos. A través de estos trabajos de evaluación se ha podido reconocer la adaptabilidad de las especies introducidas, observar modificaciones en las propiedades del suelo e identificar las dificultades a las cuales se enfrentaban los productores.

A los cuatro años del inicio del programa, en más de 200 parcelas se ha observado que la mayoría de los productores estableció una gran diversidad de cultivos y especies forestales buscando obtener ingresos a corto y mediano plazo e iniciar un proceso de restauración de la sombra con árboles y arbustos útiles (maderables, frutales, leguminosas, etc.). Además, los productores han realizado un trabajo importante de conservación del suelo con el establecimiento de zanjas de infiltración y barreras vivas. Este trabajo ha sido subsidiado en un 50 por ciento, aproximadamente, con apoyos financieros de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Sin embargo, menos de la tercera parte de los productores ha podido invertir el tiempo que requiere el control de los helechos para permitir, en forma satisfactoria, el desarrollo de las especies y los cultivos establecidos (ver: Tabla 2). Esta situación es atribuible en parte a la poca disponibilidad de mano de obra familiar en la actualidad y a la necesidad de las familias de concentrarse en actividades que pueden generar ingresos monetarios o alimentos a corto plazo. Con el fin de debilitar al copetate mientras los cultivos logran ganar espacio, los productores han optado por sólo cortar los retoños de los helechos para abatir la actividad fotosintética y el desarrollo del

sistema radicular y no el arranque de rizomas que solía realizarse en áreas más reducidas, pero que resulta más laborioso en parcelas más grandes. Esta técnica ha resultado provechosa puesto que reduce el trabajo a cada limpieza y disminuye el vigor del copetate.

Quienes han logrado disminuir la incidencia del copetate en sus parcelas han establecido cultivos en camellones y surcos a curvas de nivel en diferentes partes de ellas, considerando la pendiente, la presencia de sombra y la humedad del suelo. Así, el plátano, el maíz o los tubérculos como la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) o raíces como la yuca (*Manihot esculenta*) han constituido las mejores opciones para aprovechar la parte baja de las pendientes; en cambio, los cítricos y los árboles forestales se han adaptado satisfactoriamente a las partes más altas, cuando se encuentran en la proximidad de las zanjas. Para poder realizar estas labores, adicionales a las que efectúan los productores en sus milpas o cafetales, se ha tenido que contratar a jornaleros agrícolas de la misma comunidad.

La mayor parte de los productores ha optado por intensificar el cultivo de la piña en las parcelas en recuperación, con la finalidad de obtener ingresos seguros (el producto tiene demanda en el mercado local y regional) y cubrir una parte del costo de la mano de obra contratada. Se ha alcanzado un excelente desarrollo de las plantas y una buena producción de frutos en las piñas establecidas en la parte baja de las zanjas de infiltración y fertilizadas con lombricomposta. Esta especie no parece ser afectada por la presencia cercana de los helechos. Por otro lado, los productores que sembraron maíz en las áreas donde la densidad de los helechos era mayor obtuvieron rendimientos bajos, a menudo inferiores a 600 kg/ha, cuando generalmente se obtiene 1 a 1,5 t/ha.

En el ámbito organizativo, la UPIS-L ha logrado formar un equipo de promotores y técnicos locales aptos para asesorar a los productores distribuidos en más de una docena de comunidades. Este programa interesó a la SEMARNAT y a CONAFOR, de modo que ambas instituciones se han comprometido durante varios años a sostener el esfuerzo de los productores.

## Conclusiones y perspectivas

El programa de experimentación en copetates ha demostrado que existen opciones viables para la recuperación de la capacidad productiva de estas parcelas, y que los sistemas agroforestales que combinan cultivos cuyos frutos se obtienen en el mediano y largo plazo son los más propicios. Las técnicas de conservación de suelo que permiten evitar la pérdida de la materia orgánica y mantener durante un periodo más largo la humedad en el suelo han ayudado también a que las especies introducidas se desarrollen más rápidamente.

Sin embargo, se han encontrado obstáculos y los principales han sido: la fuerte inversión inicial en mano de obra que requiere la debilitación de la población de helechos; la realización y mantenimiento de las zanjas de infiltración y barreras vivas. Como hemos visto, son los productores que disponen de mayores recursos propios, quienes obtuvieron mayores éxitos, mientras que los más pobres tienen que privilegiar el trabajo en los cultivos que permite producir alimentos o ingresos, al más corto plazo. Para resolver esta situación, el programa deberá entonces gestionar apoyos económicos para que las familias menos favorecidas y más interesadas en el Programa puedan contratar mano de obra, y fomentar las prácticas de ayuda mutua, anteriormente más empleadas, a través de la "mano vuelta" (el intercambio de mano de obra dentro de una misma comunidad).



**Inicio de los trabajos de conservación de suelos y establecimiento de piña en una parcela con copetate**  
Foto: archivo Methodus

Paralelamente al fortalecimiento de las capacidades de las familias para atender sus parcelas, es necesario:

- incrementar la capacidad financiera de la UPIS-L para que pueda garantizar la asistencia técnica y el seguimiento a los productores y sus experimentos, a través de sus propios cuadros;
- potencializar la producción de la piña en los sistemas agroforestales, mediante la obtención de la certificación orgánica y su comercialización a empresas deshidratadoras nacionales que demandan actualmente este producto; y
- desarrollar un programa de sensibilización de las comunidades para que puedan establecer medidas colectivas y normas de protección de los encinares, cuya quema representa una de las principales causas de la expansión de los copetates.

La expansión de los copetates no es un problema exclusivo del municipio de San Juan Lalana. Existen casos similares en otras comunidades del sureste de México, donde conviven las selvas húmedas y los bosques de encino. En San Juan Lalana, el desarrollo de formas apropiadas de agroforestería que incluyen el abatimiento del copetate constituye entonces una iniciativa que puede tener un impacto más amplio, por lo que sus resultados deben ser difundidos. ■

**Fabrice Edouard, Josefina Jiménez y Marcelo Cid**

Methodus SC / SIPPE

Crespo 520-A, Col. Centro, Oaxaca, Oaxaca, CP 68000

Tel. +52 (951) 514 05 27.

Email: [Methodus@prodigy.net.mx](mailto:Methodus@prodigy.net.mx), [www.raises.org/methodus.htm](http://www.raises.org/methodus.htm)

Esta experiencia se sistematiza bajo la cobertura de la red RAISES, un proyecto financiado por la Fundación Ford. [www.raises.org](http://www.raises.org)

## Referencias

- Isaac, L. A. 1940. **Life of seed in the forest floor**. En: Res. Note 31. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station: 14.
- Flinn, Marguerite A. y Ross W. Wein. 1977. **Depth of underground plant organs and theoretical survival during fire**. Canadian Journal of Botany. 55: 2550-2554.
- Green, Harold E.; Ralph H. Hughes. 1984. **Common herbaceous plants of southern forest range**. Res. Pap. SO-210. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest and Range Experiment Station.