

La diversidad de América



Central enriquece - clima y suelos de la región

Aunque la región esté dividida por fronteras políticas, los animales y las plantas no reconocen estas fronteras. Al compartir condiciones ecológicas parecidas, un agricultor en Choluteca (Honduras) puede compartir más con uno en Chinandega (Nicaragua) que con otro hondureño en Atlántida. Sin embargo, aunque los dos primeros están separados por unos pocos kilómetros, la frontera crea un mundo de diferencias por motivos políticos y socioeconómicos. En este capítulo consideramos el contexto físico y biológico de la región, y cómo este afecta el manejo de las plantaciones, mientras que en el capítulo siguiente se plantea el contexto sociológico.

*David Boshier, Jon Hellin, Bryan Finegan y
Donald Kass*



El capítulo a vista de pájaro

Los climas de América Central

La diversidad de climas y zonas ecológicas de la Región
p. 53-55

El clima local
p. 54

Los suelos de América Central

La diversidad de suelos de la Región
p. 6-7

Hablemos de suelos: conceptos y terminología más habitual

- *Macro y Micro Nutrientes*
p. 58
- *pH y la acidez de los suelos*
p. 58
- *Principales tipos de suelos*
p. 59-60
- *El lenguaje de los agricultores*
p. 61

Hay problemas, pero también hay soluciones

- *Materia orgánica*
p. 62
- *Erosión del suelo*
p. 62-64
- *La fertilidad y su manejo*
p. 65-68
- *La cuenca como unidad de manejo*
p. 69

Todos iguales, todos diferentes

América Central es una región de contrastes - de diferencias y similitudes, tanto por motivos físicos, climáticos y biológicos, como por lo cultural, político y económico. Su posición geográfica entre los sistemas meteorológicos del Pacífico y el Caribe, combinado con la altitud de sus montañas y volcanes, crea un rango amplio de zonas climáticas. Además, su papel en la historia geológica como un puente entre los dos continentes Americanos ha resultado en una muy alta concentración de especies, tanto de animales como de plantas. Esta riqueza de especies y diversidad climática ha creado un mosaico de comunidades ecológicas, superimpuesto por diferentes patrones de ocupación y uso humano.

La región es sumamente susceptible a desastres naturales, como terremotos, acción volcánica, tormentas y huracanes. El fenómeno climatológico El Niño contribuye periódicamente a generar condiciones climáticas extremas, como sequías y tormentas intensas. Aparte de los daños inmediatos

que causan (Ej. inundaciones, deslizamientos, sedimentación excesiva en ríos, pérdida de cosechas), la incidencia de estos desastres, junto con la naturaleza montañosa de gran parte de la región, también aumenta la vulnerabilidad del terreno a la degradación debido a cualquier manejo humano inapropiado (Ej. deforestación). La misma degradación de las cuencas es un círculo vicioso que aumenta la probabilidad de daños por tormentas de menor intensidad, de modo que el manejo del terreno en forma sostenible es todo un reto.

Las características básicas de la región en cuanto a clima, suelos y vegetación son bien conocidas. Sin embargo, no se puede considerar las opciones para la plantación de árboles, ni el manejo de bosques, sin tomar en cuenta este contexto en el que vive el agricultor en América Central. La diversidad de suelos, climas, vegetación, y su fragilidad, son todos factores críticos al considerar lo que es factible para el manejo de árboles, y en la selección de especies para cada sitio en particular.

Zonas climáticas y ecológicas de América Central

El clima de cualquier lugar del mundo es clave para determinar las posibilidades de agricultura y de la misma manera en la siembra de árboles y su crecimiento posterior. No menos sucede en América Central, donde uno puede encontrarse con un clima completamente diferente dentro de poca distancia. Los climas de América Central resultan de la interacción de los vientos y presión atmosférica estacionales, la proximidad al mar y corrientes oceánicas, junto con la altitud de cada sitio. Las montañas y sus vertientes influyen en los patrones de clima, dividiendo la región en forma muy general, en zonas climáticas con o sin una época seca marcada.

En América Central uno puede encontrarse con un clima diferente dentro de poca distancia

Las bajuras del Pacífico se caracterizan por altas temperaturas y una época seca prolongada, la cual varía, con el sitio, de tres a ocho meses, con excepción de la zona sur de Costa Rica y áreas de Panamá, donde es de menor duración. La temporada de lluvias se interrumpe o disminuye durante julio/agosto con un periodo seco corto (0-5 semanas), conocido por varios nombres como canícula, veranillo, o veranillo de San Juan. En áreas de Nicaragua y Costa Rica (Guanacaste), los vientos fuertes durante la época seca aumentan el impacto de la sequía por la evaporación de la humedad, además de la erosión que causan al suelo descubierto. Aunque la cantidad de lluvia que cae en el año puede ser alta (800 a 4,000 mm en promedio), esta cae en pocos meses, con lluvias intensas que traen problemas asociados con el lavado de los suelos etc. La duración de la época seca y el comienzo de las lluvias no sola-

mente varía de lugar a lugar, sino de año a año. Como los agricultores bien lo saben, esta variabilidad e incertidumbre en la duración de la sequía y de las lluvias es en gran medida responsable del éxito o fracaso de sus cultivos, y requieren medidas para mantener la humedad (vea págs. 62 a 68). Para la sobrevivencia y crecimiento de los árboles, la distribución estacional de las lluvias es un factor mucho más importante que los totales anuales. Limita las especies que se pueden cultivar y exige la siembra de los arbolitos al principio de las lluvias para que tengan la oportunidad de establecerse antes de la próxima sequía.

La cadena central de montañas que discurre por el istmo corresponde a otra zona climática. En su mayoría se caracteriza también por una estación seca marcada y precipitaciones moderadamente altas (1,000-3,500 mm). Generalmente, la parte del norte (Guatemala, El Salvador, Honduras, norte de Nicaragua) es más seca que la del sur (norte de Costa Rica hasta el centro de Panamá). La temperatura varía principalmente con la altitud, cayendo un promedio de 0.6 °C por cada 100m de altitud. El gradiente es mayor cuanto menor sea la humedad, así que durante la época seca con cielos despejados en la noche las temperaturas bajan más, hasta tener escarcha en algunos sitios altos.

La ocurrencia de una época seca ha favorecido la ocupación humana de las mesetas centrales y las

Para la sobrevivencia y crecimiento de los árboles, la distribución estacional de las lluvias es un factor mucho más importante que los totales anuales

bajuras del Pacífico, siendo las más pobladas, con la mayor concentración de agricultura. Aunque el fuego no es una característica natural de estas zonas, su uso por el ser humano ha facilitado la roturación de la tierra. Hoy en día sobrevive menos del 2% del bosque seco que antes existía en las bajuras del Pacífico. La existencia en América Central de grandes áreas de pinares parece estar vinculado también al uso del fuego.

Por la vertiente Atlántica (Caribeña), la menor duración de la época seca (0-3 meses) crea problemas para la producción agrícola. El crecimiento exuberante de la vegetación en general y las malezas en particular hacen más difícil la limpieza y mantenimiento del terreno. La alta humedad causa problemas en los cultivos de maíz y frijol que son tradicionales de otras zonas (Ej. germinación del maíz aun estando en la planta, ataques de hongos y bacterias). Como resultado, estas áreas han experimentado menos ocupación humana, y aun sobrevive más bosque, aunque en años recientes ha habido un aumento dramático en la población.

Clima local

Aunque no podemos influenciar directamente los grandes patrones climáticos con el manejo, sí podemos afectar las condiciones locales. En una localidad se pierde el agua por la evaporación y evapotranspiración (evaporación junto con la transpiración de agua por los organismos). El mantenimiento de una cobertura de árboles puede regular las temperaturas y mejorar la disponibilidad de agua. Las diferencias en temperaturas entre sol y sombra son grandes, en particular en relación a la cobertura por árboles, con mayores

diferencias a mayor altitud. En un bosque el follaje reduce la radiación solar que llega al suelo, la densidad de la vegetación reduce la velocidad de los vientos y ambos factores disminuyen la temperatura y la evaporación. Además, como las plantas reflejan más la radiación solar que una superficie sin plantas, la pérdida de agua por evapotranspiración es menor que la pérdida por evaporación de un sitio sin plantas. (ver páginas 62 a 68 para la aplicación de estos principios al mantenimiento de humedad en el suelo).



Zonas ecológicas

América Central presenta un complejo de variación climática y ecológica. Existen varios sistemas para clasificar el clima o la vegetación de la región, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. El más conocido es el sistema de Holdridge, que define zonas de vida con base en valores promedios anuales de temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial. Cada zona de vida corresponde a una vegetación (todo tipo de plantas, no sólo árboles) de fisionomía y estructura particulares. Ejemplos bien conocidos son el bosque húmedo tropical y el bosque seco tropical.

Holdridge estableció que las zonas de vida pueden dividirse en asociaciones, donde la estructura, la composición y la diversidad del bosque responden a variaciones en características locales del suelo (humedad, nutrientes) o de clima (intensidad de vientos, frecuencia de nieblas). Ejemplos bien conocidos en nuestra región son las asociaciones de bosques de tierras bien drenadas y las diferentes asociaciones en sitios de nivel freático alto, dentro de la zona de vida de bosque

muy húmedo tropical. Los grandes rodales puros de pinos en América Central, aparte de indicar la alta incidencia de fuego, son buenos indicadores del bajo estatus nutricional de los suelos. Así, ciertas especies o asociaciones de vegetación pueden indicar condiciones de suelo específicas y ayudar en la selección de especies a plantar. Aunque un mapa indique que una especie puede crecer en ciertas condiciones de clima, es posible que no se adapte a las condiciones locales de suelo. Por ejemplo, *Cordia alliodora* crece bien en el clima del bosque lluvioso, pero no en suelos con pH bajo y alto contenido de aluminio en los suelos. Por eso es tan importante que al seleccionar una especie para plantar no solamente se escoja la especie apropiada para los propósitos finales, sistema de manejo, condiciones económicas y sociales (Vea capítulo 3), sino también que se adapte a las condiciones del su sitio en cuanto a suelo, clima, etc. (vea capítulo 7 para más detalles).

Suelos

Obviamente la calidad del suelo es un factor determinante en cuanto a la capacidad productiva de un terreno. También influye en la provisión de servicios ambientales, como el flujo y calidad de agua y la biodiversidad. Además, es un factor

Características de los suelos de América Central

Muchos de los suelos usados para agricultura tienen limitaciones significativas en su productividad. Algunas son consecuencia directa de las condiciones bajo las cuales se formaron los suelos, mientras que otras resultan del manejo que se les da. La naturaleza y fertilidad de los suelos dependen de una serie de influencias: roca madre, relieve, clima, crecimiento y descomposición de vegetación, tiempo, las cuales se combinan para determinar las características claves de un suelo:

- ⇒ disponibilidad de nutrientes (en particular los que limitan crecimiento en muchos suelos - nitrógeno, fósforo, potasio)
- ⇒ acidez (pH)
- ⇒ características físicas (estructura y textura del suelo)
- ⇒ profundidad
- ⇒ materia orgánica
- ⇒ capacidad de retención de agua
- ⇒ salinidad
- ⇒ riqueza de los microorganismos en el suelo

La roca madre influye en la formación de suelos en dos aspectos:

- *características físicas* (textura, densidad, estructura), que regulan la porosidad y
- *características químicas*, que enriquecen o empobrecen los suelos de ciertos elementos esenciales para el crecimiento de las plantas.

La topografía y el relieve tienden a determinar la profundidad de los suelos, con tendencia a ser delgados en pendientes y profundos en planicies, salvo cuando intervienen otros factores, como la erosión por ríos o lluvias. El relieve controla el nivel freático (nivel de agua) y así influye en el drenaje de los suelos. El relieve también afecta la concentración de elementos en el suelo. La abundancia de lluvia puede eliminar muchos nutrientes (calcio, magnesio, potasio, etc.) que son importantes en el crecimiento de los cultivos y árboles.

Las condiciones de suelo en América Central están relacionadas a la topografía y régimen de lluvias. Existe un contraste general en la formación de suelos Caribeños y del Pacífico, aunque la variabilidad local también influye.

Los suelos más fértiles en la vertiente caribeña están en las llanuras y bancos aluviales de los ríos principales, resultado de la alta precipitación que favorece el desbordamiento de los ríos y que lleva a deposición aluvial. Aunque históricamente estos terrenos fueron de importancia para los cultivos de grupos indígenas, hoy en día la mayoría están ocupados con cultivos de exportación manejados por empresas grandes. En las llanuras aluviales de la Mosquitia (este de Honduras y norte de Nicaragua) hay suelos pobres (cuarzo-arenosos) cubiertos de sabanas de pino, que son inadecuados para el cultivo de muchos granos básicos. Colindando o mezclado con estas sabanas hay áreas de bosque latifoliado que requieren suelo más rico. Sin em-

crítico en la selección de especies de árboles a plantar. Aunque una especie pueda crecer bien en una zona climática, es posible que no crezca bien en todos los suelos que se encuentran en esa zona. Muchas veces la selección de una especie que

no crece bien en un suelo específico puede resultar en el fracaso de la plantación. Por esta razón, *es muy importante tomar en cuenta la información específica para las especies en cuanto a suelos, y no solo atender al clima o tipo de bosque.*

bargo los suelos maduros de las selvas tropicales (oxisols), se caracterizan por el bajo contenido de bases y por ser ácidos (vea caja 2), lo cual limita su fertilidad.

Los suelos del Pacífico son de origen volcánico reciente, y localmente han sido afectados por erupciones durante los últimos 10,000 años. Como los volcanes activos están más cercanos a la costa Pacífica, donde las cenizas son llevadas por los vientos dominantes, la renovación de la fertilidad de los suelos por esta acción ha sido menor en la vertiente caribeña. A veces oímos que los suelos volcánicos son todos fértiles, aunque en realidad son muy variables en calidad. Su fertilidad depende tanto de la naturaleza del material volcánico original como de su susceptibilidad hacia los procesos principales de la formación de suelos; clima (temperatura, humedad, vientos), flora, fauna, relieve y drenaje, tiempo, y el impacto humano. Su buena porosidad permite cultivar en laderas con fuertes pendientes, aunque muchos muestran deficiencias de fósforo, azufre y del micronutriente boro. En Honduras, los suelos volcánicos son más viejos, erosionados, y de fertilidad reducida; con lixiviación severa en algunas áreas y muy ácidos.

El suelo de vegetación decidua, que predomina en la vertiente Pacífica, tiene tendencia a ser pobre en nitrógeno y fósforo. Este último muchas veces es uno de los factores limitantes principales en el crecimiento y rendimientos de cultivos. Donde hay una época seca algunos suelos (como los vertisols) tienden a acumular sales, dando un pH más bien neutro. En Nicaragua, algunos suelos profundos de cenizas tienen la desventaja de



drenar y secarse rápidamente, pero los suelos de las costas de los lagos de Nicaragua y Managua, con contenidos más altos de arcilla, mantienen mejor la humedad y así han sido más favorables para el cultivo. Sin embargo, hay áreas extensas del llamado *talpetate* en el norte de Costa Rica y el sur de Nicaragua, que son considerados antiguos flujos de lava. El *talpetate* forma una capa relativamente impermeable cuya profundidad puede variar desde muy cerca de la superficie a dos metros en un área muy pequeña. El *talpetate* puede impedir el crecimiento de raíces, limitando la capacidad de cultivos y árboles de aguantar periodos secos.

Los vientos también pueden causar erosión en suelos al descubierto, en particular en topografías planas o de pendiente moderada. En el noroeste de Nicaragua (zona de León y Chinandega) se han presentado problemas graves con erosión por viento, necesitando rompevientos para reducirla.

El fósforo es muchas veces uno de los factores limitantes principales en el crecimiento y rendimientos de cultivos

Hablemos

1

¿Qué son macro y micronutrientes - por qué son importantes?

Las plantas, y los árboles como tales, requieren para crecer del carbono, hidrógeno y oxígeno que se encuentran en el aire y en el agua. Además, requieren por los menos 13 elementos que, con la excepción de nitrógeno, se derivan principalmente del suelo. Estos nutrientes entran al suelo por los procesos de erosión de la roca madre. La atmósfera es la fuente de nitrógeno, el cual es fijado principalmente por microorganismos especializados, para que este disponible para las plantas. Dentro de los suelos, los nutrientes existen en cuatro formas: en materia orgánica; en piedras, cristales, etc; como iones dentro de la solución del suelo; y 'adsorbidos' en las superficies de minerales y materia orgánica. Los nutrientes se clasifican como macro o micro. Los macronutrientes son requeridos en cantidades mayores y su disponibilidad muchas veces limita el crecimiento de plantas. Los micronutrientes se necesitan en pequeñas cantidades y por lo general están disponibles en cantidades adecuadas en

el suelo. Sin embargo, el que se requieran en pequeñas cantidades no quiere decir que no sean importantes y las plantas no pueden sobrevivir sin ellos en absoluto. Por otro lado, al necesitar solo pequeñas cantidades, una concentración excesiva de ellos provoca un efecto tóxico que impide el crecimiento e incluso puede causar la muerte de las plantas. Los suelos con una baja capacidad de intercambio de bases (CIC) son bajos en nutrientes y por lo tanto, de baja fertilidad.

Macro-nutrientes

Nitrógeno (N)

Fósforo (P)

Potasio (K)

Calcio (Ca)

Magnesio (Mg)

Azufre (S)

Zinc (Zn)

Micro-nutrientes

Boro (B)

Cloro (Cl)

Cobre (Cu)

Manganeso (Mn)

Molibdeno (Mb)

Hierro (Fe)

2

Acidez de los suelos

La lluvia y la temperatura controlan la intensidad del lavado de nutrientes (lixiviación) y erosión de minerales y así tienen una mayor influencia sobre las propiedades químicas de los suelos, especialmente acidez, alcalinidad y salinidad. La acidez (indicada por valores de pH menores de 7) está asociada con suelos lixiviados, mientras que la alcalinidad (valores de pH mayores de 7) ocurre principalmente en zonas secas. Los suelos demasiado ácidos o alcalinos tienen un impacto negativo sobre la habilidad de las plantas para tomar nutrientes del suelo. Con pH menor de 4 o mayor de 8 se presentan problemas graves, aunque hay especies que toleran pH muy bajos (Ej. *Pinus* spp. *Vochysia* spp.).

pH

de Suelos

Suelos principales de América Central

3

Alfisols - con propiedades de fertilidad favorables, con alta concentración de calcio y magnesio, pH alto. Más fértiles y productivos en comparación con los oxisols y ultisols, pero más erosionados que los inceptisols. Ocurren en zonas templadas a calientes con una estación seca prolongada. También se pueden formar en áreas más húmedas cerca de los volcanes, donde hay buena entrada de nutrientes. Tienen limitaciones físicas severas (mayores que los oxisols y ultisols) con deterioro rápido de estructura, encostramiento, compactación, cementación, erosión acelerada debida a escorrentía superficial y estrés hídrico durante la época seca.

Andosols - muy fértiles, con origen de ceniza volcánica, ocurren muchas veces en laderas de montañas. Con estructura porosa y estable, son abundantes en calcio, magnesio y potasio, pero frecuentemente bajos en nitrógeno, azufre y boro. El fósforo muchas veces no está disponible por estar adsorbido por las arcillas que forman parte de las cenizas volcánicas.

Entisols - son suelos de formación reciente donde hay todavía bastante materia prima no descompuesta. También incluye los suelos aluviales que son muy importantes en la agricultura. La fertilidad nativa puede variar mucha conforme la materia prima-los suelos aluviales en general son muy fértiles. La textura es frecuentemente muy gruesa mejorando el drenaje pero reduciendo la capacidad de retener agua y nutrientes.

Histosols - alto contenido de materia orgánica en el horizonte superficial (40-100cm). Suelos formados en planicies húmedas, que pueden ser altamente productivos con un buen manejo del agua.

Mollisols - suelos profundos con buen drenaje, fértiles y altamente productivos. La superficie se caracteriza por un alto contenido de materia orgánica y una estructura granular bien definida. Sin embargo, un mal manejo puede llevar a compactación, erosión, y pérdida de nutrientes, con los consecuentes problemas físicos y nutricionales. Las áreas de *talpetate* ocurren más frecuentemente en Mollisols.

Oxisols - de buena estructura y drenaje debido a una fuerte agregación de arcilla, ocurren en zonas con una época seca marcada. De baja fertilidad (bajo pH y CIC) y así bajo potencial para agricultura de subsistencia. Alto potencial

para agricultura de altos insumos (riego, abono y mecanización). La ocurrencia de vegetación de sabana en oxisols puede ser el resultado de la degradación del bosque y sus suelos. No son muy extensos en América Central, mostrando mayor ocurrencia en Panamá, a veces con problemas de toxicidad de manganeso y aluminio.

Spodosols - ocurren en áreas muy altas y húmedas baja vegetación que aumenta la acidez del suelo. Son muy extensos en el Cerro de la Muerte (Costa Rica). En general solamente pueden ser utilizados para cultivos y árboles que tienen buena tolerancia a la acidez y los elementos tóxicos asociados con la acidez.

Ultisols - parecidos a los oxisols pero con menos lixiviación, mayores reservas de nutrientes y una efectiva capacidad de intercambio de bases. Tendencia a ser profundos, bien drenados y fácilmente cultivados. La productividad está severamente limitada por acidez muy alta (pH 4 a 5) combinado con estatus bajo de nutrientes (nitrógeno, fósforo, calcio). En algunos ultisols, altas concentraciones de aluminio o manganeso inhiben el desarrollo de raíces, aumentando la vulnerabilidad de las plantas a sequías, y reduce su capacidad de absorber nutrientes. La aplicación de nutrientes puede reducir los altos niveles de aluminio y aumentar los rendimientos. Sin embargo, los altos insumos de químicos (como abono, cal, yeso) requeridos para reducir la acidez, están fuera del alcance de muchos agricultores, y por sí mismos no son suficientes para sostener rendimientos a largo plazo. Por eso, es importante seleccionar las especies a plantar con capacidad para crecer en condiciones con alta saturación de aluminio (p.ej. *Vochysia ferruginea*). El deterioro en la estructura del suelo bajo agricultura mecanizada intensiva lleva a encostramientos, compactación de la superficie y del subsuelo, escorrentía superficial y erosión acelerada.

Vertisols - suelos oscuros y fértiles de áreas planas cuyo mayor limitante son sus características físicas. La alta concentración de arcilla lo hace un suelo físicamente inestable, dando problemas para la agricultura. Al mojarse se expande y encharca de agua mientras que al secarse produce grietas profundas. Alto potencial para la producción con drenaje o si se utilizan especies que soporten este ciclo de mojarse y secarse (p.ej. arroz, *Bombacopsis quinata*).

4

Limitaciones al cultivo de los principales suelos tropicales

| Suelo | Deficiencia de nutrientes | Toxicidad de nutrientes | Degradación estructural | Compacción | Erosión | Profundidad de enraizamiento | % de superficie en América Central |
|--------------------|---------------------------|-------------------------|--|----------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Oxisols y Ultisols | N, P, Ca, Zn | Al, Mn | Encostramientos, cementación | Superficial y del subsuelo | laminar por regueros | superficial o mediana | Oxisoles 0.3% y Ultisoles 14.2% |
| Andosols | P, S | - | - | - | cárcavas | - | 8.2 % |
| Entisols | P | - | Estructura suelta, granulosa | - | cárcavas | superficial | 16.1% |
| Alfisols | P | - | Encostramientos, cementación | Superficial y del subsuelo | acelerada, cárcavas | superficial o mediana | 14.9% |
| Histosols | - | - | - | - | - | - | 1.0% |
| Mollisols | - | - | - | - | - | - | 21.3% |
| Vertisols | P | - | Grietas, problemas para circular sobre ellos | Subsuelo | | mediana | 6.9% |

Fertilidad

Aluviones

Vertisols

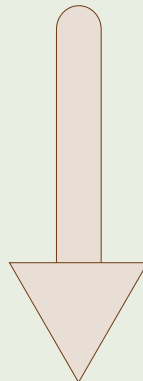
Andosols

Alfisols

Ultisols

Oxisols

Fertilidad



Estructura (mejor)

Andosols

Oxisols

Alfisols

Ultisols

Vertisols

Estructura (peor)

Se habla pero no hay comunicación: hablemos el lenguaje de los agricultores.

Las palabras que los agricultores y técnicos utilizan para describir los suelos no son necesariamente las mismas. Los técnicos tienden a usar términos analíticos y cuantitativos como pH o estatus de nutrientes. En cambio, los agricultores usan términos más descriptivos, de fácil reconocimiento en el campo, que a menudo están directamente relacionados con las condiciones del suelo y su capacidad productiva. Tales términos son netamente cualitativos y subjetivos, y como consecuencia a veces son despreciados por los técnicos.

El lenguaje de los agricultores

En América Central son relativamente pocos los agricultores que se refieren a suelo: es más frecuente escuchar *tierra* o *terreno*. Muchos diferencian entre suelos por: su color (trata principalmente de materia orgánica), su facilidad para trabajar (estructura y compactación), lo mojado o seco del suelo (drenaje, capacidad de infiltración y retención de agua), textura y profundidad de la capa superficial (indicadores de erosión y potencial de producción). Se puede dividir estos términos descriptivos de suelo en dos categorías relacionadas: facilidad de manejo (*suave* - no inunda y fácil de surcar etc.) y productividad (*oscuro* - contenido de materia orgánica alta etc.).

Son pocos los agricultores que usan la palabra *fértil* cuando hablan de buena tierra, más bien usan palabras como *fuerte* o *débil*. Tienden a usar *abono* para describir la capa fértil, y también para la vegetación en descomposición en la superficie del suelo, y para fertilizante de origen orgánico o químico. Se caracteriza como buena tierra la que produce más con menos *abono*. A veces usan especies de plantas como indicadores de la calidad de tierra - tierra con zacate se describe como *caliente* y no es deseable.

Las definiciones de mala tierra van vinculadas a conceptos de degradación de la tierra. Así, los agricultores explican que los rendimientos son bajos porque la tierra necesita *abono*. La tierra necesita abono por estar degradada. Está degradada porque solo hay una

capa superficial de tierra sobre la roca madre - antes quemaron la tierra lo cual destruyó mucho del abono. Para los procesos de erosión pueden referirse al *lavado del abono* o la pérdida de los *jugos* del suelo, o hablar de *arrastré* en vez de erosión.

Encontremos un lenguaje común

Una apreciación mayor de los términos usados por los agricultores facilitará la comunicación y comprensión entre extensionistas, investigadores y agricultores. Una comunicación mejor por un lenguaje común fortalecerá la confianza de los agricultores en las sugerencias de forasteros y aumentará su receptividad a nuevas ideas, en particular cuando piensan en sus necesidades y preocupaciones.

Un ejemplo interesante es el uso de la palabra *hielo* por agricultores en Honduras para describir varias enfermedades en sus cultivos, en particular de las hojas. Algunos extensionistas pensaron que los agricultores verdaderamente creyeron que sus cultivos se congelaron y se burlaron de ellos. En cuanto comprendieron el verdadero uso de la palabra, los respetaron más y empezaron a usar el término para platicar con ellos. ***Compartieron un lenguaje común, para mejorar la comunicación.***

En programas forestales el hacer énfasis sobre la materia orgánica (*abono*) puede proveer un puente entre el lenguaje de agricultores y técnicos, y una base para mejorar el potencial productivo del suelo. Los agricultores de toda América Central reconocen la importancia de la materia orgánica y el abono orgánico para dar *fortaleza* a la tierra, mejorar la estructura y conservar la humedad del suelo. Así, en lugar de poner énfasis en el control de la erosión, los extensionistas podrían discutir en los programas de siembra de árboles el *abono* en el contexto de la cantidad de lombrices en la tierra, la facilidad con que un *machete* entra al suelo o el color oscuro de este. En términos prácticos, facilitará incluir nuevos componentes, como el cultivo de abono verde.

Materia orgánica y el mantillo

La falta de materia orgánica en el suelo está muy difundida (por razones biológicas y de manejo), resultando en menor fertilidad, retención de humedad y trabajabilidad del suelo. La producción y mantenimiento de materia orgánica es en parte una función de la temperatura. A temperaturas ambientales mayores de 24°C (lo normal en muchas zonas de la región), la tasa de degradación de materia orgánica por microorganismos excede la de producción, y así no se acumula en el suelo. Además, la materia orgánica se mineraliza rápidamente al inicio de la época lluviosa en climas estacionales (p.ej. vertiente del Pacífico) y el perfil de los suelos se modifica en pocas semanas; la condición opuesta es la de una región no estacional, con suelos pobres durante el año como consecuencia del arrastre por lluvias.

El tipo de vegetación también puede influir en la calidad de los suelos a través de la descomposición e incorporación del mantillo a la materia orgánica. Compuestos químicos en las hojas de algunas plantas no solo afectan cuáles animales pueden comerlas, sino que pueden influenciar cuáles plantas crecen alrededor. Los organismos del suelo (p.ej. termitas, hormigas, lombrices) tienen un papel muy importante en la digestión del mantillo y en aumentar su aireación. La presencia de termiteros modifica positivamente el contenido de nutrientes, y con ello favorece el creci-

miento de plantas cuya tolerancia a la escasez de nutrientes no les permitiría vivir en ese sitio.

Como muchos de los suelos de la región son deficientes en su capacidad para mantener la fertilidad (p.ej. Andosols, Alfisols, Ultisols, Oxisols), toman importancia las técnicas que aumentan o mantienen la fertilidad. Las buenas prácticas de uso de la tierra (vea abajo), aparte de reducir el peligro de erosión, pueden reponer los niveles de materia orgánica y aumentar la cantidad y diversidad de organismos beneficiosos en el suelo. Por lo tanto, el mantenimiento de materia orgánica en el suelo es clave. El uso de abonos de fuentes industriales y naturales ha sido la fuente principal de nutrientes (en particular nitrógeno y fósforo) para aumentar el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, la provisión de nutrientes por abonos industriales solamente puede aportar una restauración parcial de la fertilidad del suelo esencial para el crecimiento de plantas - sean cultivos o árboles. Además, para muchos agricultores la compra de abonos está fuera de su alcance. Prefieren minimizar sus riesgos (ver Capítulo 3: "Consideraciones económicas - la reducción de riesgos" pág. 85), en vez de tomar un préstamo para comprar abono, ya que aumenta sus riesgos de no recuperar la inversión, por falta de lluvias o precios bajos de la cosecha final.

Erosión del suelo

El manejo del suelo es un reto. Muchas veces no se considera la capacidad de la tierra de ser manejada en forma sostenible para mantener a una familia. Se oye, "*No hay tierra mala; lo que no hay es gente para trabajarla*". Sin embargo, en América Central casi todo el terreno con adecuada lluvia, pendientes moderadas (sin pensar en tierra plana) y suelos adecuados ya ha sido tomado. Lo que queda son laderas con pendientes demasiado fuertes, suelos demasiado pobres en textura o nutrientes o demasiado húmedos por razón de lluvias exce-

sivas o drenaje inadecuado. Así, la mayoría de la gente se encuentra en laderas, practicando una agricultura de subsistencia o de producción baja de cultivos comerciales. Estos agroecosistemas de ladera cubren áreas grandes en América Central y sostienen millones de personas.

El cultivo sostenible de laderas fuertes presenta retos severos. Las pendientes, combinadas con las lluvias intensas al principio y durante la época lluviosa, hacen los terrenos muy susceptibles a la erosión. Con la falta de cobertura al inicio de la

temporada de lluvias los agregados de suelo se rompen fácilmente con la fuerza de la lluvia, llevando a la pérdida del suelo fértil (capa fértil). La tierra bajo cultivo tiene menor protección durante el establecimiento de los cultivos. La quema de terreno antes de plantar aumenta el peligro de erosión, además de perder la materia orgánica, y volatilizar nutrientes importantes en la fertilidad de suelo. En particular se pierde carbono y nitrógeno junto con calcio, potasio y fósforo.

Una de las formas más efectivas para reducir la erosión y mejorar la calidad del suelo es proteger su superficie del impacto de las gotas de lluvia y agregar materia orgánica. No quemar y dejar los desechos de cultivos como un mulch es una medida de conservación del suelo y humedad muy efectiva durante años de precipitación normal o por debajo de lo normal (vea los ejemplos del proyecto LUPE y el sistema Quezungal en Cajas 6 y 8). La capa de mulch disipa el impacto erosivo de las gotas de lluvia y obstruye el flujo superficial de agua. La reducción en erosión por el impacto de gotas de lluvia no aumenta de igual forma como aumenta la cobertura. Cantidades relativamente bajas de cobertura tienen un fuerte impacto en reducir la erosión. Con una cobertura de 40% de la superficie del suelo la erosión por el impacto de gotas de lluvia puede reducirse hasta un 90%.

En tierras húmedas bajas, el uso de mulch puede ayudar a controlar el crecimiento exuberante de malezas, lo cual es

Existe una alta susceptibilidad a deslizamientos cuando la capa fértil está saturada durante periodos prolongados de lluvia

un serio problema asociado a la agricultura y agroforestería en esta zona. Sin embargo, puede traer sus problemas de excesiva humedad e infecciones por hongos.

En años con lluvias mayores de lo normal, la protección de la superficie del suelo no es el único factor que determina la erosión de suelo, pues existe una alta susceptibilidad a deslizamientos al saturarse la capa fértil. La percolación del agua disminuye al penetrar al suelo y hace más probable que el horizonte superficial llegue a saturarse durante un periodo prolongado de lluvia. El peso del agua en el suelo se combina con la fuerza de la gravedad en las laderas y hace más probable que el suelo se deslice sobre la interfase entre el horizonte superficial saturado y el subsuelo, más compactado. Para reducir el riesgo de deslizamientos se puede combinar el uso de una capa de mulch con alguna otra práctica que ayude a "amarrar" el suelo a la ladera. El uso de barreras vivas de especies con raíces profundas (p.ej. zacate valeriana - *Vetiveria zizanioides*, zacate limón - *Cymbopogon citratus*, zacate napier, capín elefante o zacate de Taiwan - *Pennisetum purpureum*, madreño - *Gliricidia sepium*) a lo largo de curvas de nivel puede ayudar (aunque no garantiza) a "amarrar" el suelo a la ladera durante años con lluvias por encima de lo normal.

No quemar para mantener la fertilidad en agricultura de ladera el proyecto LUPE

6

En laderas del departamento de Choluteca, Honduras, el proyecto LUPE (*Mejora de la productividad de la tierra*) trabajó con agricultores de subsistencia para mejorar la conservación de sus suelos, y al mismo tiempo aumentar los rendimientos e ingresos económicos de sus cultivos. El proyecto utilizó un programa de educación para convencer a los agricultores de los beneficios de no quemar los desechos de sus cultivos, sino dejarlos en sus parcelas como un mulch para: agregar materia orgánica y nutrientes al suelo, con-

servar humedad, regular la temperatura del suelo y reducir la erosión. El sistema tradicional de corte y quema perdía un promedio de 92 toneladas de suelo por ha por año, a cambio de 0.9 toneladas/ha/año en sitios con las medidas de protección. A pesar de un aumento en insumos de labor en la preparación del terreno para plantar (método de corte y mulch: 12 jornadas/ha; corte y quema tradicional: 6 jornadas/ha), la mayoría de los agricultores en la región decidieron en forma voluntaria no quemar sus terrenos.



**¡ El producto
centroamericano
de mayor
exportación
es su propio
suelo!**

¿Mantener el suelo o mejorar su fertilidad?

Se estima que la mitad de la tierra de ladera bajo cultivo muestra señales de degradación severa. Como consecuencia de la naturaleza de los suelos y la degradación por el ser humano, la capacidad de estas tierras para suplir las necesidades de subsistencia puede estar seriamente comprometida. A veces se promueve la plantación de árboles como parte de un esfuerzo de conservación del suelo y el agua. El método convencional de conservación hace el vínculo entre la pérdida de productividad de la tierra con la pérdida de suelo y busca controlarla mediante el uso de barreras mecánicas (p.ej. terrazas, paredes de rocas, barreras vivas). La conservación de suelos se ve como un primer paso para aumentar rendimientos. Este enfoque trae una serie de problemas: los agricultores raramente ven la conservación de suelo y agua como una prioridad, pues es poco probable que las barreras vivas traigan alguna mejora sustancial en la productividad (o menores reducciones en productividad durante periodos de escasez de agua).

Un enfoque solamente en la pérdida de suelo pierde el punto principal. No es tanto el volumen de suelo perdido lo que es crítico, si no la calidad del que queda. Como muestra la Caja 7, la producción subsiguiente está directamente vinculada al suelo que queda y no al suelo perdido. Se pueden lograr aumentos en la producción como resultado de dejar de quemar, resultando en mayor cobertura, más materia orgánica, mejor estructura de suelos, mayor absorción de agua, etc. - es decir *mejor calidad de suelo*. En las áreas con una época seca, el factor limitante en la productividad muchas veces es la disponibilidad de agua, lo cual está vinculado con la calidad del suelo. Es poco probable que las estrategias que no traten la calidad del suelo traigan una productividad mejorada y sostenida, la cual le interesa más al agricultor.

Con un enfoque en la calidad del suelo se puede lograr la conservación del suelo como consecuencia de mejorar su calidad y lograr así aumentos en la producción por unidad de área. Es decir que la producción mejorada conduce hacia un mejor control de erosión y no al revés. Por lo tanto, hay que poner más énfasis en la integración de actividades que mejoren la calidad de suelo (vea 5 ejemplos abajo) con

las actividades de producción agrícola. Los árboles pueden jugar un papel muy importante en este proceso, sin embargo es raro que sean algo aislado de otros componentes del sistema agrícola.

Hay una necesidad de trabajar con agricultores (muchas veces con base en prácticas indígenas - vea Caja 8 Sistema Quezungual) para mejorar la calidad de suelo, con énfasis en técnicas biológicas (p.ej. no quemar, cultivos de cobertura, cultivos de abono verde, siembra oportuna) más que mecánicas, y tomando en cuenta sus recursos disponibles. Existe una gama de técnicas que pueden ser utilizadas, pero las más ventajosas para mejorar la calidad de los suelos son las siguientes.

1. **Dejar los rastrojos de cultivos sobre la superficie del suelo.** Es la práctica más importante, junto con no quemar, por sus efectos beneficiosos y múltiples. Permite una infiltración más uniforme de la lluvia. Reduce la escorrentía, la erosión, la incidencia de malezas, las temperaturas excesivas y la pérdida de humedad por evaporación. Aumenta la materia orgánica y la actividad biológica en el suelo.
2. **Cero labranza, otra labranza conservacionista o siembra directa.** En combinación con prácticas de cobertura del suelo mejora la infiltración de la lluvia, aumenta la fertilidad, mantienen o mejoran las condiciones para enraizamiento. Aumenta la actividad biológica en el suelo y permite siembras más oportunas.
3. **Rotaciones de cultivos.** Disminuyen la incidencia de malezas, enfermedades y plagas. Mejoran la fertilidad y estructura del suelo.
4. **Cultivos de cobertura de leguminosas.** Proporcionan cobertura al suelo. Controlan las malezas y disminuyen las pérdidas de humedad por evaporación. Mejoran la estructura aumentan la materia orgánica del suelo y contribuyen con nitrógeno a los cultivos. Vea Caja 9 para ejemplos de especies.
5. **Uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos.** Aumentan la disponibilidad de nutrientes. Los abonos orgánicos también mejoran la estructura del suelo.

7

El rendimiento de la tierra después de la erosión está relacionado con la calidad del suelo que queda, más que con la cantidad y calidad del suelo eliminado

Erosión de la misma profundidad de una capa superficial de suelo de la misma calidad en 3 perfiles. El rendimiento posterior puede variar

| Rendimiento <u>antes</u> de la erosión | La cantidad de suelo erosionado es siempre la misma | Rendimiento <u>después</u> de la erosión |
|--|---|--|
|--|---|--|

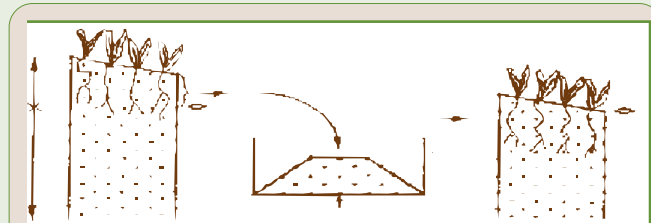
PERFIL A

Capa superficial: calidad media en todo el alcance de las raíces del cultivo.

Subsuelo: misma calidad de la capa superficial en toda su profundidad.

100

100



El enraizamiento es **IGUAL** que en el no erosionado

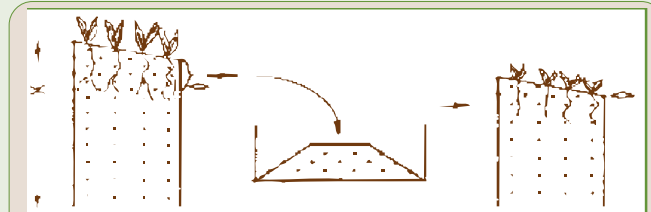
PERFIL B

Capa superficial: calidad media en todo el alcance de las raíces del cultivo.

Subsuelo: calidad más pobre que la de la capa superficial.

100

50



El enraizamiento es **MENOR** que en el no erosionado

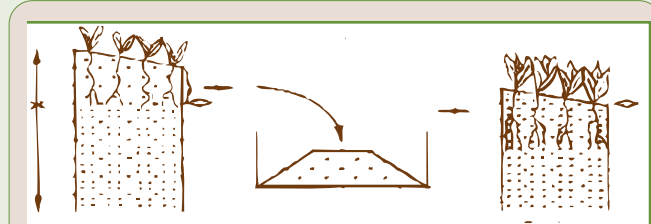
PERFIL C

Capa superficial: calidad media en todo el alcance de las raíces del cultivo.

Subsuelo: calidad mucho mejor que la de la capa superficial.

100

150



El enraizamiento es **MAYOR** que en el no erosionado

El Sistema *Quezungual*: un sistema agroforestal indígena que mejora el suelo

El sistema tradicional *Quezungual* es usado por agricultores de escasos recursos en el sur del departamento de Lempira (oeste de Honduras). La región es montañosa (200-900 msnm) y la mayoría de los agricultores cultivan en pendientes fuertes (la mayoría entre 10-25%). La precipitación anual varía de 1400 a 2200 mm, con lluvias desde principios de mayo hasta finales de octubre.

Características del sistema *Quezungual*

Lo que distingue el sistema es la existencia de árboles y arbustos mochados de regeneración natural, que se asocian con otros componentes arbóreos, como frutales y maderables de alto valor. Las parcelas tienen tres estratos: árboles; árboles y arbustos mochados; y cultivos anuales.

Los agricultores manejan los árboles y arbustos dentro del sistema para asegurar una densidad y sombra óptima para los cultivos. Cuando limpian la parcela dejan algunos árboles de las especies de mayor valor mientras que los demás árboles y arbustos se dejan mochados durante la sequía para reducir el riesgo de plagas y enfermedades. La materia resultante de las mochas se distribuye por la parcela como mulch, aunque se recoge la que es apta para leña. Los árboles de alto valor más comunes son frutales como *Byrsonima crassifolia* y *Psidium guajava*, y maderables como *Cordia alliodora*, *Diphysa americana* y *Swietenia humilis*. Algunos árboles son plantados, como los frutales en particular. Una parcela típica mide aprox. 600 m² con muchos árboles y arbustos podados, y aproximadamente 15 a 20 árboles grandes.

Bajo el sistema se encuentra asociado alguno de estos tres cultivos: maíz, maicillo o frijol. Se practica una rotación de los cultivos cada año, para reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Quienes lo practican no queman su terreno antes de sembrar, sino que limpian con machete, aunque algunos usan herbicida. La semilla se siembra al voleo (p.ej. con frijol) o por siembra directa con varias semillas por hoyo (lo más común con maíz y maicillo).

Razones para usar el sistema *Quezungual*

El sistema *Quezungual* se ha difundido de agricultor a agricultor (cubriendo un área de 8,000 ha), en particular desde los años 80 cuando el gobierno de Honduras inició un programa para promocionar el no quemar terrenos. La mayoría de los agricultores que adoptan el sistema lo hace para llenar sus necesidades de subsistencia, tanto en frutas, madera y leña, como en granos básicos. También aprovechan oportunidades de mercadeo con cualquier sobrante.

El aspecto fundamental de la popularidad del sistema está en que los agricultores **NO** perciben el sistema como una práctica de conservación de suelo en sí mismo (aunque sí contribuye a la conservación del suelo), sino que ven la retención de humedad y sostenibilidad del sistema como lo más importante. Apoya el argumento el que los agricultores adoptan más rápidamente una práctica que trata su preocupación principal - aumentar la producción - y que la ruta más efectiva para lograrlo es procurar mejorar la calidad del suelo. Las ventajas del sistema mencionadas con más frecuencia por los agricultores son:

- ✓ Aumenta la producción de los cultivos (aumento de 1 a 2.1 toneladas métricas de maíz por hectárea) debido a la materia podada, la cual aumenta la materia orgánica y la humedad del suelo (de 8 a 23% de agua en el suelo durante el mes más seco - abril) y estimula su actividad biológica.
- ✓ Los árboles y arbustos dan leña y frutos
- ✓ El establecimiento y mantenimiento del sistema no requiere de mucha mano de obra
- ✓ Las parcelas bajo el sistema pueden ser cultivadas por más tiempo que lo normal, antes de tener que dejarlas en descanso
- ✓ El mulch de las mochas ayuda a proteger la superficie del suelo de lluvias intensas y disminuye la erosión (de 300 tm/ha/año hasta 15-30 tm/ha/año).

9

Cultivos de cobertura y abonos verdes

La manera más efectiva para proveer cobertura al suelo es con los cultivos de cobertura y abonos verdes. Estas plantas, mayormente leguminosas, pueden ser intercaladas con cultivos agrícolas, como maíz y frijol, o cultivados solos durante la época seca. Algunas especies son comestibles (p.ej. caupí o frijol de arroz - especies de frijol alacín- *Vigna*, frijol lablab-*Dolichos lablab*, frijol chinapopo -*Phaseolus coccineus*, habas -*Vicia faba*), mientras que otras tienen importancia como forraje (p.ej. trébol dulce *Melilotus albus*, frijol abono o terciopelo- *Mucuna pruriens*). Otras especies sirven también para controlar problemas serios de malezas (p.ej. frijol abono o canavalia - *Canavalia ensiformis*), o para redu-

cir el tiempo natural de los periodos de descanso (barbecho) (p.ej. *Tephrosia candida*).

La idea principal de estos cultivos es la producción in situ de grandes cantidades de materia orgánica para mejorar la calidad del suelo, la cual se aplica directamente a la superficie del suelo. De esta manera se puede aumentar las cosechas de 20% a 50% por año, mientras que se ocupa el suelo. También, se puede reducir los periodos de descanso a uno o dos años, hasta eliminarlos totalmente en unos casos, aunque es siempre aconsejable dejar descansar la tierra por un tiempo. Para mayor información sobre el uso de cultivos de cobertura y abonos verdes contacte CIDICCO en Honduras (ver dirección al final del capítulo).



La cuenca como unidad de manejo

La cuenca es la unidad física dentro de la cual ocurren los procesos naturales, y se perfila como la unidad natural de planificación para el desarrollo agrícola, ambiental y socioeconómico. El impacto del ser humano no se limita a una sola comunidad, y debe analizarse dentro de un contexto más amplio. Los recursos naturales de una cuenca proveen bienes y servicios a poblaciones humanas, incluyendo la protección de fuentes de agua, atenuación de desastres naturales por regulación de escorrentía, y la protección de recursos costeros y la pesca, de las construcciones, y de las tierras bajas altamente productivas. La calidad y cantidad de estos servicios se ven afectadas tanto por fenómenos naturales como por la actividad humana.

Los aumentos en escorrentía de áreas quemadas ilustran el peligro de inundación tierras abajo en una cuenca. Como contraste, mucha del agua que cae sobre tierra en descanso, o donde se usa mulch o terrazas entra al suelo. Aparte de aliviar el peligro de inundación durante el pico de flujo por tormentas, el agua que entra al suelo está disponible para la producción de cultivos; la que percola más al fondo de las raíces eventualmente recargará los acuíferos o contribuirá al flujo de nacimientos de agua. De ahí una paradoja aparente en el rendimiento de agua asociado con la tala de bosques - hay mayor flujo de agua (principalmente flujo pico durante lluvias): sin embargo, las fuentes dejan de correr durante la época seca (poco del agua percola en el suelo para contribuir al flujo durante la sequía o al recargo de los acuíferos).

El uso ecológico apropiado de la tierra requiere estrategias integradas que:

- i) traten los problemas ecológicos y productivos,
- ii) aseguren que los métodos de producción que son ecológicamente apropiados generen un bienestar para los agricultores.

En el pasado muchas veces se han solucionado problemas de producción sin tomar en cuenta los de procesamiento y mercadeo (vea capítulo 4). Existen oportunidades para enfatizar la producción sostenible, como aumentar los mercados nicho de productos certificados como ambientalmente amigables (ej. café de sombra, agricultura orgánica). Puede resultar en menores costos de producción y mayores precios para los productos, mientras que se reduce la degradación en la parte alta de la cuenca, así como la contaminación ambiental y la vulnerabilidad a desastres naturales de la parte baja de la cuenca. En El Salvador, por ejemplo, las áreas de café sin sombra experimentan mayores pérdidas de suelo y productividad que las áreas de café con sombra.

Aunque se conocen ya las intervenciones necesarias, muchas veces se aplican a una escala demasiado pequeña como para tener impactos significativos. Las limitaciones a su adaptación a mayor escala son principalmente económicas, sociales y políticas. Mitigar los problemas puede requerir una acción colectiva dentro y entre comunidades, al tiempo que se debe mejorar el acceso a apoyo técnico y económico para estas comunidades. Los agricultores de subsistencia que predominan en las tierras altas cuentan con pocos recursos para invertir en métodos de conservación del suelo y agua, dirigidos a la protección ambiental. Sin embargo, algunas de las acciones necesarias son a nivel de país y gobierno (ej. reconocimiento por parte de gobiernos del valor de los servicios ambientales suplidos por cuencas bien manejadas; métodos que generen valor económico para quienes protegen las cuencas - tarifas de agua disponible para apoyar actividades de protección de cuencas).

Se recomienda consultar

CIDICCO

La red informativa sobre cultivos de cobertura es un grupo de agricultores, organizaciones de desarrollo, universidades, centros de investigación, cooperativas, bibliotecas y personas interesadas en el tema de abonos verdes/cultivos de cobertura. Es una vía para el intercambio de experiencias de campo, semillas e información que puede ser de utilidad para los agricultores.

Los miembros envían sus experiencias de campo con el uso de abonos verdes/cultivos de cobertu-

ra y reciben los boletines semestrales "Noticias Sobre Cultivos de Cobertura". Esta red permite a los miembros establecer contactos regionales y locales para el intercambio de información. Hasta ahora esta red ha funcionado vía correo aéreo. Próximamente se habilitará la comunicación electrónica COBERAGRI-L. Escriba a la dirección cidicco@gbm.hn o al apartado postal 4443, Tegucigalpa MDC, Honduras C.A.; y le enviarán un formato de datos generales para llenar e incluir su nombre en su base de datos.

Literatura consultada

- ☰ Budowski G (1987) The development of agroforestry in Central America. In: Stepler, HA and Nair, PKR (eds) Agroforestry a decade of development. ICRAF, pp. 69-88.
- ☰ Coates AG. 1997. Central America, A Natural and Cultural History. Paseo Pantera Project. Yale University Press. New Haven, USA. 277 pp.
- ☰ Hecht, S.B. 1990. Indigenous soil management in the Latin American Tropics: Neglected knowledge of native peoples. In: Altieri, M.A. and Hecht, S.B. (eds.). Agroecology and small farm development. CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, Boston, pp. 151-158.
- ☰ Hellin J., Welchez L., y Cherrett I. 1999. 'The Quezungual System: an indigenous agroforestry system from western Honduras'. *Agroforestry Systems* 46: 229-237.
- ☰ Kass DCL, Foletti C, Szott IT, Landaverde R y Nolasco R. 1993. Traditional fallow systems of the Americas. *Agroforestry Systems* 23: 207-218.
- ☰ Kellman, M. y Tackaberry, R. 1997. *Tropical environments: the functioning and management of tropical ecosystems*. Routledge London and NY. p.82.



- ☰ Shaxson TE, Hudson NW, Sanders DW, Roose E y Moldenhauer WC. 1989. Land Husbandry a Framework for Soil and Water Conservation. WASWC & SWCS Ankeny Iowa USA.
- ☰ Wilken, G.C. 1987. Good farmers: Traditional agricultural resource management in Mexico and Central America. University of California Press, Berkeley, Los Angeles.
- ☰ Williams, B.J. y Ortiz-Solorio, C.A. 1981. Middle American folk soil taxonomy. *Annals of the Association of American Geographers* 71: 335-358