

# Hacia la recuperación de la vida en el suelo

## Editorial

### Importancia de la vida en el suelo

La fertilidad del suelo se ha definido convencionalmente como la capacidad del suelo para abastecer de suficientes nutrientes al cultivo, asegurando su crecimiento y desarrollo. Hoy sabemos que el suelo es algo más que un sustrato abastecedor de nutrientes; el suelo es un sistema vivo donde la materia orgánica (M.O.) y los minerales forman un entramado orgánico-mineral que condiciona sus propiedades. La M.O. está conformada por una parte recalcitrante que es el humus y otra mucho más activa, de vida corta, que incluye a las raíces y a los organismos (micro, meso y macroscópicos). La biomasa microbiana, en particular, es el principal motor de la descomposición de la materia orgánica. Los subproductos de su acción influyen directamente en las propiedades químicas, como la disponibilidad de los nutrientes para los cultivos, el



**La vida del suelo en buenas manos con el sistema de manejo sostenible del suelo**

Foto: H. M. Premarathna

pH y la capacidad de intercambio catiónico, y en las propiedades físicas, como la porosidad, estructura, capacidad de retención de agua.

### Los suelos en América Latina

Sabemos que la naturaleza se tarda de 200 a 1000 años para formar un centímetro de suelo cultivable. Sin embargo, hoy en día, en América del Sur más de cien millones de hectáreas se encuentran degradadas, y otros setenta millones de hectáreas están sobre-pastoreadas. En México se estima que en los últimos 40 años se ha perdido cinco veces más suelo que en los 400 años de historia del país.

En los sistemas agrícolas convencionales la materia orgánica de los suelos se pierde debido al laboreo convencional y la escasa incorporación de materiales orgánicos al suelo. Muchas veces los agricultores se ven obligados a coleccionar el rastrojo de los cultivos para forraje *ex situ* o para quemarlo.

Existe, además, la tendencia a maximizar rendimientos a toda costa aunque se sobrepasen las capacidades de carga de los sistemas agropecuarios. De esta manera, muchos sistemas acaban, siendo exportadores netos de minerales y sobre-explotadores de los recursos nutrimentales del suelo (Groot p. 13)

### Las alternativas de manejo de los suelos

Los artículos de este número hacen mención a estos problemas, además de proponer soluciones y documentar experiencias campesinas donde sí ha habido un manejo dirigido hacia la recuperación de la vida en el suelo.

La puesta en práctica de sistemas de manejo más sustentables es imperativa para frenar la pérdida de tierras, suelos y biodiversidad. Las estadísticas sobre agricultura orgánica ([www.ifoam.org/orgagri/oalatin](http://www.ifoam.org/orgagri/oalatin)), labranza cero y agricultura de conservación muestran que cada vez más grupos de agricultores se están organizando, gestionando apoyos e incentivos a los gobiernos, y están manteniendo y recuperando gradualmente el recurso suelo. Por ejemplo, más de 58 millones de hectáreas de tierras, principalmente en América (45% en América Latina), se encuentran bajo labranza cero ([www.fao.org/ag/magazine/0110sp.htm](http://www.fao.org/ag/magazine/0110sp.htm)).

Los elementos claves que se repiten en las propuestas de manejo para el mantenimiento y la restauración de los suelos tienen que ver con el desarrollo de sistemas más eficientes desde el punto de vista nutricional y conservadores de la materia orgánica del suelo. Para mantener y/o aumentar esta última es fundamental practicar la labranza mínima o cero, además de dejar parte de los residuos agrícolas cubriendo el suelo de manera permanente; a esta práctica se le denomina labranza de conservación.

Como se documenta en este número, el laboreo mínimo (o cero) junto con el uso de abonos verdes y cultivos de cobertura están presentes en los programas de institutos de investigación y comunidades campesinas a lo largo de Cuba, El Salvador, Honduras, Brasil y México.

### La agricultura de conservación

Cuando la labranza de conservación se practica dentro de un esquema de rotación de cultivos (que puede incluir árboles y ganado) a este tipo de manejo integral de suelos se le denomina agricultura de conservación (AC) (p. 6). Con la práctica de la AC, la humedad en el suelo, los rendimientos e ingresos agrícolas aumentan y la inversión en mano de obra disminuye sustancialmente. Después de seis años de AC los ingresos son tres veces mayores que los obtenidos de manera convencional (Benites *et al.* p. 6) La AC puede también efectuarse bajo un esquema agroforestal. Ese es el caso de los sistemas “Quesungual” en donde los cultivos anuales se establecen junto con árboles, arbustos nativos y frutales. El suelo no se mueve y se utiliza exclusivamente la energía humana para la siembra. En

este contexto, al igual que en otros lugares donde se práctica la roza-tumba y quema, el reto fundamental para la AC es el evitar las quemadas y poder controlar las malezas adecuadamente (Alvarez y Cherrett (p. 10).

Los obstáculos que enfrentan los pequeños agricultores para pasar de la labranza convencional a la labranza de conservación (y por ende a la AC) son: 1) la competencia con el ganado por el uso de residuos de los cultivos (sobre todo en la estación de seca); 2) la costumbre de quemar los residuos (sobre todo en zonas del trópico); 3) la falta de asesoría en etapas claves del periodo de transición; 4) el limitado acceso al financiamiento crediticio para la compra de maquinaria y/o implementos especiales para la siembra y para el manejo de los residuos de la cosecha en zonas templadas e insumos como herbicidas. Por lo mismo, este tipo de agricultura debe formar parte de los programas estratégicos de organizaciones campesinas para el desarrollo de capacidades, políticas del gobierno, programas de incentivos y de extensión promovidos por instancias gubernamentales y privadas (Benites *et al* p. 6 y Viera y Jan Van Wambeke, p. 11).

### **El manejo integrado de la fertilidad de los suelos**

Un reto continuo en los sistemas agrícolas campesinos es poder acumular una cantidad suficiente de biomasa utilizando la mínima cantidad de insumos externos. Las leguminosas —tanto anuales como perennes, arbustivas y arbóreas—, juegan un papel fundamental ya que son una fuente de alimento y aportan nitrógeno y carbono al agroecosistema. El ganado es alimentado

con parte de la biomasa obtenida y sus excretas se incorporan a la parcela agrícola (Astier, p. 15). Por ejemplo, los suelos que antes eran cultivados bajo «roza, tumba y quema» pueden llegar a recuperar sus propiedades físicas y su productividad después de haber incorporado una leguminosa y las hojas de los árboles del género inga y realizado el chapeo (Gonzales *et al* p. 17). La introducción de fertilizantes biológicos y esquemas adecuados de rotación y asociación de cultivos que incluyan abonos verdes y/o cultivos de cobertura son los elementos principales del plan de acción del oeste de la provincia de Villa Clara en Cuba (González *et al*. p. 20).

Los programas «Manejo Sustentable de los Suelos» de Nepal (p. 23) y «Sistemas de Intensificación del Arroz» (p. 25) documentan una serie de técnicas y estrategias utilizadas por muchos países asiáticos para elevar la eficiencia productiva de los sistemas agrícolas. Estas técnicas tienen que ver con la densidad de siembra, el uso de forrajes de buena calidad y cultivos de alto valor comercial, el manejo de los estiércoles y compostas, la selección juiciosa de leguminosas y la aplicación de micro-organismos como inoculantes para el composteo.

La idea es alimentar al suelo en vez del cultivo, como apunta una de las enseñanzas de Ana Primavesi: «Proveer a la superficie del suelo de materia orgánica como paja o rastrojos...La materia orgánica es el alimento del suelo». ■

**Marta Astier**  
*Editora invitada*

## **Tema de LEISA Revista de Agroecología 19-1**

### **Escuelas de Campo de Agricultores,**

El enfoque conocido como Escuela de Campo de Agricultores (ECA) fue desarrollado en los últimos años de la década de 1980, para la capacitación de los agricultores de arroz en el Manejo Integrado de Plagas (IPM). El éxito del aprendizaje-descubrimiento basado en los principios de la educación de adultos ha contribuido a su popularización. El enfoque ECA esta siendo ahora aplicado y adoptado en muchas regiones del mundo, como América Latina, Asia y Africa. Su uso no está limitado a los cultivadores de arroz y está siendo utilizada en la capacitación de agricultores dedicados a una gran variedad de cultivos, y a la crianza animal. Las Escuelas de Campo son vistas como puntos de entradas para el fortalecimiento y empoderamiento de la comunidad. A medida que el enfoque ECA gana más terreno, nuevos retos y temas emergen. Por ejemplo: mantener la calidad en la implementación; reflexión acerca de los principios centrales, etc.

En varios países de América Latina, y en especial en Centro América y Brasil, las ECA han tenido gran desarrollo. También conocemos que FAO, en sus distintos programas en la región, usa este novedoso enfoque con muy buenos resultados. Invitamos a los agricultores, técnicos de desarrollo, investigadores y otros interesados en la agricultura sostenible a enviarnos artículos basados en sus experiencias de capacitación con este enfoque y lo que ello ha significado en la organización, producción, manejos sostenibles de sus recursos naturales y otros aspectos económicos y sociales de su finca y comunidad.

La fecha límite para la presentación de los artículos es el 30 de abril de 2003.

Por favor toda contribución enviarla a: Equipo editor LEISA – AL

Email: [leisa-al@etcandes.com.pe](mailto:leisa-al@etcandes.com.pe) o por correo a LEISA-AL

Apartado Postal 18-0745, Lima 18, Perú



**Afiche que el Proyecto GCP/PER/036/NET de la FAO en el Perú, está difundiendo entre los participantes de sus actividades**



**Siembra directa a través de una cobertura de residuos de cultivos, evitando así el arado y reduciendo las intervenciones en el suelo: cultivo de frejol de soja bajo un régimen de AC en Brasil**

Foto: Sally Bunning

## Plantando conceptos y cosechando buenos resultados

Jose Benites, Sandrine Vaneph y Alexandra Bot

En muchas partes de América Latina, Asia (Asia Central, Asia del Sur y el Sudeste asiático) y África, la labranza de la tierra con arado o con azadón es la principal causa de la degradación del suelo, y lleva al estancamiento o a la disminución de los niveles de producción y al incremento de sus costos. Hace que la tierra se vuelva más densa y compacta, que se reduzca el contenido de materia orgánica y que se incremente la escorrentía y la erosión del suelo. Las sequías son también más severas y el suelo se vuelve menos fértil y responde menos a la acción de los fertilizantes.

Al comienzo de la década de 1970, los agricultores en Paraná, en el Sur de Brasil, se dieron cuenta que el suelo continuaba erosionándose y que los rendimientos de sus cultivos disminuían cada vez más, lo cual los obligaría a abandonar sus tierras y pasar a una existencia marginal. El primer intento para revertir esta tendencia fue la adopción rigurosa de sistemas convencionales de terrazas. Los resultados cambiantes y muchas veces desalentadores los forzó a enfrentar el problema de la erosión desde su raíz, considerando el impacto directo de la lluvia en el suelo desnudo. Abandonaron el arado, rompieron sus suelos compactados, introdujeron cultivos de cobertura, detuvieron la quema de los rastrojos y desarrollaron rodillos para cortar y convertir en mulch los rastrojos y los cultivos de cobertura. Esta capa de mulch eliminaba el impacto de la lluvia sobre el suelo, reducía la velocidad y la cantidad de la escorrentía, y, virtualmente, eliminaba la erosión del suelo. También incrementaba significativamente la fertilidad del suelo y los rendimientos, reduciendo el trabajo y los costos de preparación de la tierra.

Esto sucedió a comienzos de la década de 1990, y fue el inicio del movimiento labranza cero (CL) en América Latina. En ese momento, los agricultores comerciales, especialmente en los Estados Unidos de América, ya practicaban labranza de «conservación», «reducida», «no» o «cero» o una «siembra directa» en combinación con el uso de herbicidas. Pero fue sólo después que la labranza cero fue combinada con los cultivos de cobertura y con la rotación de cultivos, y cuando se desarrollaron los herbicidas mejorados y el equipo especial —aun para los pequeños agricultores— que se pudo apreciar todos los enormes beneficios de este enfoque, entonces se difundió rápidamente.

Actualmente, el movimiento labranza cero viene siendo practicado en cerca de 60 millones de hectáreas, principalmente en América Latina y Norteamérica. En América Latina, especialmente en Brasil, Argentina y Paraguay, en los últimos 10 años se han convertido a labranza cero cerca de 25 millones de hectáreas. Con el tiempo, el enfoque se ha tornado más integral que sólo el no labrar, y ahora la FAO y otras

organizaciones lo conocen con el nombre de Agricultura de Conservación (AC).

En América Latina, los agricultores y sus organizaciones y redes tomaron la delantera en el desarrollo de la AC. El apoyo del gobierno inicialmente fue limitado, pues labranza cero no era una tecnología oficialmente reconocida, y los científicos, los agentes de extensión, los capacitadores y los formuladores de políticas eran renuentes a aceptar ideas nuevas. Ahora, todo eso ha cambiando y la AC se está desarrollando rápidamente debido a la colaboración efectiva entre los agricultores, la empresa privada, la investigación y la extensión. Hace mucho tiempo que la AC ha pasado la etapa en que solamente era adecuada para los cultivos de grano, como el maíz, el fréjol y la soja. Ahora, otros cultivos, como, por ejemplo, caña de azúcar, yuca, tabaco, cebolla, tomate, col y lechuga están siendo producidos con éxito en un régimen de AC.

La AC también encaja cada vez más en las condiciones agrícolas de los pequeños y grandes productores de las zonas tropicales húmedas y secas, de las zonas semi-tropicales y en los climas templados de América Latina, África y Asia (Asia Central, Asia del Sur y el Sudeste asiático). La FAO está jugando un importante papel facilitador al promover y desarrollar la AC, por medio de sus proyectos de campo, su apoyo activo a las redes regionales de AC e informando sobre la AC en sus publicaciones y en su página Web. Este artículo presenta una visión general de los principios, prácticas, potencialidades, limitaciones y metodologías. Los artículos de Alvarez y Charret y de Vieira y van Wambeke presentan dos casos de AC apoyados por la FAO en Honduras y en El Salvador. Números anteriores de la revista LEISA han presentado enfoques similares a la AC. Otros casos pueden ser encontrados en la publicación de García-Torres, Benites y Martínez-Vilela, 2001.

### Principios generales de la agricultura de conservación

En la agricultura de conservación, tres principios técnicos son cruciales:

- **No se altera el suelo de forma mecánica; se planta o siembra directamente.**
- **Cobertura permanente del suelo; especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura.**
- **Selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos; cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria.**

La cubierta permanente proporcionada por los cultivos sembrados, los rastrojos o por el mulch no sólo protege el suelo del impacto físico de la lluvia y del viento, sino que también estabiliza la humedad del suelo y la temperatura en las capas superficiales.

Así, esta zona se convierte en un hábitat favorable para una cantidad de microorganismos, incluyendo raíces de plantas, lombrices, insectos y microorganismos como, por ejemplo, hongos y bacterias. Esta vida del suelo usa la materia orgánica de la cubierta y la recicla en humus y en nutrientes, y contribuye a

estabilizar físicamente la estructura del suelo, permitiendo que el aire y el agua se filtren y se almacenen. Este proceso, que puede ser llamado «labranza biológica», incrementa fuertemente la conservación del suelo y del agua, y la fertilidad del suelo. Se evita la labranza mecánica para mantener la vida y la estructura del suelo y para reducir la mineralización de la materia orgánica del suelo. Es importante una variada rotación de cultivos para evitar los problemas de plagas y enfermedades, mejorar las condiciones del suelo usando todo su perfil y las interacciones sinérgicas y complementarias entre las diferentes especies de plantas. El abono verde y las especies de cultivos de cobertura (leguminosas y no leguminosas) que son parte de la rotación de cultivos, son esenciales para incrementar el contenido orgánico del suelo. La cobertura de suelo también ofrece nuevos hábitats para enemigos naturales de las plagas y de los organismos que producen enfermedades. Esto ofrece una barrera física para la maleza y libera sustancias alelopáticas que reducen su germinación. Así se crea un suelo saludable que ofrece óptimas condiciones físicas, químicas y biológicas para el crecimiento y la reproducción de las plantas.

## Prácticas específicas

Muchos sistemas tradicionales de rotación de cultivos siguen los principios descritos de tala y cobertura con mulch. Sin embargo, la quema no controlada (tala y quema) y el pastoreo, van en contra de esos principios. No existen patrones para el desarrollo de nuevos sistemas de AC y los principios generales y las características más importantes (ver recuadro 1) tendrán que ser adaptados a cada contexto específico agro-ecológico, socioeconómico y cultural. El éxito de este nuevo sistema depende totalmente de la creatividad y de la flexibilidad de quienes lo apliquen y desarrollen prácticas de manejo adecuadas a sus situaciones y necesidades particulares. Es frecuente la reintroducción, con buenos resultados, de las prácticas y las especies tradicionales, adaptadas al contexto local pero que fueron abandonadas por su baja productividad. No se excluyen los agroquímicos, pero son usados eficientemente en cantidades bajas o decrecientes. La AC incluye el Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo, el Manejo Integrado de Plagas, el Manejo Integrado de Malezas, agroforestería y la integración entre los cultivos y la producción pecuaria, para lo cual los tres principios ofrecen una excelente base. La integración de los árboles y los animales en el sistema es especialmente importante. La Agricultura de Conservación puede estar cercana a la Agricultura Orgánica o ser completamente orgánica.

## Los beneficios son múltiples

Una cobertura vegetal permanente del suelo *es una importante medida preventiva contra la erosión* y reduce la necesidad de otras medidas de conservación del suelo y el agua, como el formar bancales, hacer terrazas, etc. El incremento del contenido orgánico dentro del suelo permite el almacenamiento de más agua y nutrientes en las capas del suelo, por lo tanto, *hay más nutrientes y humedad para el crecimiento de la planta*. El exceso de agua se filtra a las capas más profundas del suelo,

### Recuadro 1. Características más importantes de los sistemas de AC

- No es necesario el arado ni la preparación de almácigos para las semillas
- El abono verde y los cultivos de cobertura están integrados en el sistema agrícola
- Los residuos de los cultivos, malezas y cultivos de cobertura se aplican como mulch para proteger permanentemente al suelo
- Siembra o plantación directa
- No se queman los residuos ni la vegetación de barbecho
- No hay pastoreo sin control
- Reciclaje de los nutrientes dentro y sobre el suelo a través de la biomasa
- Aplicación de cal y fertilizantes en la superficie
- Equipos especializados para la siembra y para el manejo del mulch
- Uso continuo de la tierra de cultivo
- Uso de la rotación de cultivos y de los cultivos de cobertura para maximizar los controles biológicos

*recargando las reservas de agua subterránea*, lo que reduce las inundaciones y la sedimentación de los canales aguas abajo. El efecto de retención del agua por la cobertura del suelo y el incremento de materia orgánica dan como resultado un *ahorro del agua de riego*, tal como se muestra en la Tabla 1.

Con el tiempo, la acumulación de materia orgánica en el suelo y la mayor actividad de los microorganismos producen *una mayor eficiencia de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos*, permitiendo así menores tasas en su aplicación. Esto disminuye los costos e incrementa la rentabilidad de los fertilizantes inorgánicos, que de esa manera son más accesibles para los agricultores.

Un aumento de la humedad de la tierra y de la fertilidad del suelo favorece la penetración de las raíces y su desarrollo, lo que a su vez, *propicia la producción de biomasa y los rendimientos del cultivo*. La AC es una estrategia exitosa para la *intensificación ecológica*, que puede influir para que otras estrategias, como el *cultivo migratorio y los sistemas de tala y quema*, puedan evolucionar a sistemas agroforestales permanentes, abandonando la quema.

La AC permite una *planificación temprana y a tiempo* debido a la ausencia de las laboriosas actividades de preparación de la tierra. Los efectos de la cobertura del suelo resultan en un sistema agrícola *menos vulnerable a la sequía, al exceso de lluvia y a otros desastres naturales*.

Además, *se reduce considerablemente el riesgo, la escala y la frecuencia de la aparición de maleza, e infestaciones de plagas y enfermedades*. Cuando en la AC se aplican plaguicidas o herbicidas químicos, es frecuente encontrar que la cantidad necesaria disminuye con el tiempo, a medida que el agricultor adquiere más práctica y se establecen nuevos equilibrios ecológicos. *El uso de plaguicidas y herbicidas químicos es menor* en la AC, comparado con lo que se necesita en sistemas convencionales de labranza.

La mejor capacidad de trabajar la tierra y el menor número de actividades agronómicas durante el ciclo de producción *reducen sustancialmente el requerimiento de mano de obra*. Esto es especialmente importante para aquellos que cuentan solamente con mano de obra familiar, y en áreas donde ésta es un factor limitante debido a las muertes y enfermedades. La reducción del requerimiento de mano de obra

Tabla 1. Economía del agua de riego a través de la cobertura del suelo (Pereira, 2001)

	0	50	75	100
Porcentaje de cobertura del suelo				
Requerimiento de agua (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2660	2470	2090	1900
Reducción de los requerimientos de agua	0	7	21	29
Número de veces regadas durante la temporada	14	13	11	10
Número de días entre los riegos	6	6	8	9

Tabla 2. Incremento de los rendimientos y de los ingresos de la finca (en unidades monetarias; AC= Agricultura de Conservación)

	Agricultura Convencional	AC Año 1	AC Año 1	AC Año 1	Año 6 y adelante
Producto bruto	2000	18000	2200	2300	2400
Total de costos variables	1400	1300	1200	1100	1000
Margen Bruto	600	500	1000	1200	1400
Total de Costos fijos	200	200	200	200	200
Ingreso neto de la chacra	400	300	800	1000	1200

(FAO, en prensa, Agricultura de Conservación. Qué debe saber acerca, aspectos económicos de la Agricultura de Conservación. Módulo de capacitación. AGLL. FAO Rome)

en la finca permite que los agricultores *diversifiquen sus actividades*, lo que incluye el procesamiento de productos agrícolas para mejorar sus ingresos. Además de la reducción en la mano de obra, *el costo de las operaciones en el terreno y el mantenimiento de las herramientas y el equipo también se reducen*. Aun si se usa tracción mecánica, en la AC se *ahorra considerablemente en el uso de energía fósil*. Ya que la AC contribuye mucho a la captura de carbono debido al aumento de la biomasa dentro y sobre el suelo, podría ser una *contribución importante para controlar el calentamiento global*, siempre que se aplique a gran escala.

Todo esto contribuye a *producir rendimientos e ingresos mayores y más estables* (el doble, o hasta el triple) lo que se logra en un período de 2 a 6 años. La diversificación de la producción agrícola también es importante para *mejorar los medios de vida de los agricultores: menos riesgos, más ingresos, mejor dieta, etc.*

La AC es un sistema de producción verdaderamente sostenible, no sólo para preservar sino también para ampliar la base de recursos naturales e *incrementar la biodiversidad*, sin sacrificar los rendimientos con niveles altos de producción. Por eso, la AC es una gran oportunidad que puede ser explotada para lograr muchos objetivos de las convenciones internacionales sobre la lucha contra la desertificación, sobre la biodiversidad y sobre el cambio climático.

## Limitaciones y retos

La conversión de la labranza convencional en AC no es simple y presenta muchas limitaciones que tienen que ser resueltas, lo que demanda tiempo, esfuerzo y dinero. Puede incluir los gastos para la compra de equipo especializado y agroquímicos, la posibilidad que las rentas disminuyan temporalmente hasta que se establezcan las nuevas dinámicas, y se requiere un proceso de aprendizaje del agricultor para que adquiera mayores destrezas de manejo. La falta de recursos financieros, equipo, insumos químicos o semillas de abono verde constituyen serios limitantes para muchos pequeños agricultores.

La tenencia puede ser otra limitación, allí donde la mayor parte de la tierra es manejada colectivamente y donde múltiples usuarios tienen acceso a la tierra, y con frecuencia, con intereses contradictorios en lo que se refiere a su uso, por ejemplo, el caso de pastores y agricultores. Si estos últimos no cuentan con la propiedad segura de sus tierras, pueden dudar en adoptar la AC aun cuando vean sus beneficios, porque el mejoramiento de la productividad de suelo aumenta el riesgo de perder la tierra por acción de las personas más poderosas de la sociedad. Esto es un importante problema para las personas sin tierras y para las mujeres que son jefes de familia.

En el momento de la transición, antes de que el sistema se estabilice ecológicamente, pueden ocurrir problemas de plagas, enfermedades, malezas y fertilidad del suelo. En esta situación se puede requerir el uso de plaguicidas químicos, herbicidas o fertilizantes químicos, y aquí, el factor limitante será el dinero. En las áreas húmedas, por ejemplo, un tema importante es el manejo de las plagas y enfermedades debido a la cobertura permanente del suelo. La cobertura del cultivo puede alojar a pequeños animales, como son las ratas y culebras. En áreas áridas, la falta de biomasa debido a la escasez de agua o de nutrientes y por otros usos que se da a la biomasa (alimento para los animales, como combustible para cocinar) es con frecuencia un problema mayor. En lugares donde la densidad de la población es baja y la agricultura es marginal, la disponibilidad y el costo del equipo y de los agroquímicos son una seria limitación. La aceptabilidad social y cultural también puede ser un problema allí donde la AC difiere sustancialmente del sistema tradicional o del convencional.

Antes de iniciar la AC, puede ser necesario eliminar algunos de los principales efectos de la degradación, como son las capas de suelo compacto, las deficiencias de nutrientes en las plantas, o una grave infestación de maleza. La mayor infiltración de agua por la remoción de los suelos compactos y degradados puede dar lugar a un incremento inmediato en los rendimientos, hasta de 30%, pero esto puede ser demasiado costoso para los pequeños agricultores.

La conversión de la labranza convencional a la AC exige un cambio drástico en la manera de pensar. La AC se basa en procesos y sistemas agro-ecológicos que requieren que los agricultores piensen en términos de conceptos ecológicos, como, por ejemplo, el suelo como un sistema vivo, comunidades de plantas, flujos de nutrientes, predadores de plagas y las relaciones entre los animales, las plantas

cultivadas y el suelo, etc. Si los agricultores no son capaces de cambiar radicalmente su modo de pensar y su visión de la agricultura, no tendrán éxito en el logro de una AC que funcione efectivamente. Esto no sólo es cierto para los agricultores sino también para los técnicos, los extensionistas y los científicos.

Los agricultores que dependen de sus recursos locales pueden tener una gran cantidad de conocimientos tradicionales o indígenas que concuerden con la AC. Con frecuencia, al personal de extensión y a los investigadores les es difícil aceptar los conocimientos indígenas y aprender con y de los agricultores. Para ellos, el girar conceptualmente hacia la AC y las formas de trabajo participativo significa un enorme cambio. La resistencia al cambio de los investigadores, académicos y asesores, puede ser mucho mayor que la de los agricultores.

## Los grupos de agricultores son cruciales para que la AC despegue

El acceso a la información, las semillas de cultivos de cobertura, el equipo, la capacitación y el apoyo técnico son pre-requisitos para una conversión con éxito a la AC. Además, para catalizar el proceso de conversión es importante el apoyo financiero, especialmente para los pequeños agricultores. Pero, una de las lecciones aprendidas del Brasil es que las nuevas tecnologías sólo se difunden con rapidez cuando los agricultores sienten la necesidad de cambiar sus prácticas y cuando toman el liderazgo en la adaptación e innovación de tecnologías. Una simple presentación del mensaje de la AC, aún cuando venga acompañada de una demostración práctica, por lo general no será suficiente. Además, el mejor manejo de la tierra no depende sólo de las motivaciones, de las destrezas y del conocimiento de los agricultores individuales. Para el despego de la AC es crucial la organización de grupos y asociaciones de agricultores, o, mejor aún, trabajar con las organizaciones ya existentes, para que prueben las prácticas y las adapten al contexto local, aprendiendo de las experiencias compartidas. En Brasil, esos grupos se han convertido en grupos de acción, que transmiten nuevas ideas y tecnologías de agricultor a agricultor, estimulando y apoyando a los miembros para que hagan el cambio (ver Recuadro 2). Además, se han convertido en importantes grupos de presión, logrando obtener mejoras a nivel institucional y político.

## Estrategias para la conversión a la AC

¿Será la conversión a la AC atractiva y accesible para los agricultores, considerando las estrategias específicas que se necesitan para esa conversión? En América Latina, la mayor parte de los agricultores sigue la estrategia de incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo con el uso de cultivos alternos de abono verde o para cobertura (asociados con los cultivos comerciales o los de subsistencia) durante uno a tres años antes de cambiarse a la Labranza Cero (LC). De esta forma, la conversión puede darse sin pérdida en la productividad, mientras los costos (de la labranza y el equipo) disminuyen considerablemente. (Rolando Bunch en Fallow Net, Discusiones para la AC).

Los agricultores también pueden tener sus propias razones para querer cambiar sus prácticas agrícolas. Esas razones varían de comunidad en comunidad y de un grupo social a otro, dentro de la misma comunidad. Esto induce a que las organizaciones que trabajan con agricultores ofrezcan puntos de entrada específicos. Algunos puntos de entrada apropiados pueden ser el ahorro de mano de obra, el incremento del rendimiento, la reducción de los costos, la protección contra la sequía, mejoramiento de la salud o del sistema de subsistencia. Deben ser los mismos agricultores quienes decidan si prueban o se convierten a la AC, y cuál es el punto de entrada más importante para ellos. También deberán decidir el uso de insumos externos eligiendo entre herbicidas y deshierbe mecánico, y el uso de fertilizantes y de cal para corregir los desequilibrios iniciales del suelo. Una buena información sobre los posibles beneficios, las oportunidades y las limitaciones es un pre-requisito para que los agricultores tomen su decisión.

El encontrar el enfoque correcto para facilitar una conversión participativa y un proceso de desarrollo tecnológico impulsado por los agricultores, asegurando al mismo tiempo la comunicación

## Recuadro 2. Los Clubes Amigos de la Tierra en Brasil

En Brasil, los principales obstáculos para que los agricultores adopten prácticas de Labranza Cero (LC) han sido la falta de conocimientos, de información y de apoyo técnico. Estos obstáculos fueron superados con actividades llevadas a cabo por los «Club Amigos de la Tierra», organizaciones de agricultores, sin fines de lucro, no comerciales y no politizadas. La base operativa de los Clubes Amigos de la Tierra es el intercambio de experiencias de agricultor a agricultor, que se realizaban todos los meses, y la organización de eventos de promoción, como, por ejemplo, jornadas de campo y debates. Los Clubes Amigos de la Tierra también organizan investigaciones en las fincas y proyectos piloto, con el apoyo de otras organizaciones. Un factor importante del éxito ha sido la ayuda que los medianos y los grandes agricultores han proporcionado —tanto a través de los clubes individuales como también a través de la Federación Brasileña para la Siembra Directa—, a aquellos pequeños agricultores que querían adoptar técnicas sin el uso de labranza. El apoyo del sector privado también fue fundamental para la expansión de la LC. En el sur de Brasil, donde los pequeños agricultores tienen bien desarrollado el sistema de Labranza Cero, hay más de diez fabricantes que se especializan en maquinaria de LC para los pequeños agricultores. Tanto en el sur de Brasil como en Paraguay, se han desarrollado sistemas de LC que eliminan la necesidad de herbicidas, especialmente para los pequeños agricultores.

Recientemente, el movimiento Landcare en Sudáfrica ha adoptado un enfoque similar al de los Clubes Amigos de la Tierra de Brasil, abogando por el establecimiento de grupos locales de Landcare, que podrían conducir análisis situacionales, ampliar la comprensión estratégica añadiendo la visión de la AC, y luego, emprender la planificación participativa del uso de la tierra.

de un mensaje técnico directo, representa un gran reto. Requiere el apoyo de personal de extensión e investigadores capaces, que estén convencidos del enfoque. Con frecuencia se pueden encontrar opciones ecológicas o de bajo costo que pueden ser adaptadas al contexto local y resolver problemas de conversión: por ejemplo, control de maleza con herramientas manuales, cultivos de cobertura y rotaciones de cultivos; el uso de estiércol y la fijación biológica de nitrógenos; «sopas caseras» para el control de las enfermedades; iniciadores de compost, etc. (Barber, 1999). A veces se necesitan nuevas innovaciones.

La AC ha comenzado en muchos países como una adaptación de un sistema de producción, impulsada por los propios agricultores. Pero, los investigadores y el personal de extensión de los sectores público y privado han sido importantes facilitadores al lograr una masa crítica de agricultores y al generar conocimientos y adaptaciones al sistema en su totalidad, o a cierto equipo, en particular. Además, el proceso ha reunido a diferentes sectores y ha permitido el desarrollo de estrategias y enfoques coherentes de desarrollo (ver Recuadro 3) tocando temas sobre cultivos, actividades pecuarias, recursos de tierra y de agua, y también aspectos relacionados con la infraestructura, la comercialización, la educación, etc.

## Involucrando al sector privado

El cambio a gran escala a la AC en Brasil y en Argentina fue posible debido, entre otras cosas, a una estrecha colaboración entre agricultores innovadores y el sector privado, para desarrollar y difundir el equipo apropiado. La AC convoca a las empresas del sector privado existentes y a los artesanos locales para que apoyen la transición a los sistemas de AC; especialmente en las pruebas, fabricación y provisión de las herramientas e implementos requeridos a través de los mercados locales. Lo mismo se aplica a las semillas de los cultivos de cobertura y a los herbicidas asociados, además del equipo de rociado, si es que se elige un manejo químico para retirar la maleza (ver Recuadro 4).

## Intercambio de información y creación de redes

El acceso a la información es muy importante para alcanzar una masa crítica de practicantes de la AC, dentro de un mismo país y entre países y organizaciones. Parte de esta información puede estar disponible en la forma de material seleccionado de estudios de casos, que describan experiencias de AC en diferentes condiciones. Los investigadores pueden recolectar información en los países, por ejemplo, sobre la validación de diferentes especies

de cultivos de cobertura, y sobre las pruebas y la adaptación de equipo manual o impulsado por tracción animal.

La transferencia de los conceptos, los principios y las tecnologías de AC necesita un intercambio en red, dentro de los mismos países y entre ellos, para facilitar el compartir las soluciones conocidas para problemas identificados durante el proceso de aprendizaje continuo. Esas redes pueden acelerar el avance de conocimientos y de técnicas que van siendo acumuladas poco a poco por instituciones nacionales y por grupos de las comunidades, en un esfuerzo por revertir la degradación del suelo a una escala global. Para eso, en América Latina, África, Asia del Sur y Asia Central se han creado varias redes regionales: RELACO, ACT, SACAN y ECAN.

## Recuadro 3. Principales mecanismos para una conversión masiva a la AC

- intercambio de agricultor a agricultor
- actividades de extensión
- eventos comerciales y auspiciados por ONGs
- pequeños proyectos agrícolas piloto
- ayuda técnica / promoción de actividades del sector privado
- ayuda técnica privada y cooperativa
- publicaciones de ONG, y del sector gubernamental y privado
- informes de prensa y televisión
- entrega de pequeños financiamientos.

## Recuadro 4. Desarrollo de equipo para la AC en pequeñas fincas

Aún en 1990 había pocas fincas trabajando con AC en Brasil. Aunque los principios generales podían ser aplicados ampliamente, todavía no se había desarrollado la tecnología de siembra por medios manuales y con tracción animal. Lo que resolvió los problemas de adaptación de la tecnología de siembra fue la conjunción de una investigación pionera y pequeñas empresas manufactureras, en estrecha colaboración con los agricultores. Así, se desarrolló para los pequeños agricultores, el equipo para la siembra directa en el mulch; (un punzón plantador o dispositivos liberadores de semillas impulsados por tracción animal), manejo de coberturas vegetales (rodillos de cuchilla y cortadores), rociado de herbicidas (es decir, rociadores de mochila, adaptados) y mini tractores (ver ilustraciones). Se propició la compra colectiva y el uso de tales equipos, ya que la AC permite una mayor flexibilidad en el momento de la siembra.

## Apoyo de políticas

La AC sólo podrá difundirse rápida y ampliamente cuando y donde las políticas, los servicios y la infraestructura del gobierno faciliten la conversión a estos sistemas. Se necesita una política de apoyo para ajustar la legislación y para proporcionar un entorno favorable que permita cumplir con los requerimientos y facilitar las iniciativas de los grupos locales y de los usuarios de las tierras. Esto significa una política apropiada, con un marco referencial institucional, y la provisión de incentivos (determinación de precios, mercados, reforma agraria, seguridad, etc.). Los incentivos existentes y los subsidios no deben interferir en la implementación del sistema. Podrían necesitarse nuevos incentivos para alentar la adopción de AC, incluyendo la identificación y la multiplicación de las semillas y el suministro del equipo a través de una participación del sector público y del sector privado. El apoyo financiero solo no puede impulsar un programa de AC. Para obtener el apoyo del gobierno para que los agricultores manejen los recursos naturales, es esencial hacer que el público en general, y que los que toman las decisiones y formulan las políticas se enteren de los beneficios sociales de la adopción de estas prácticas.

Finalmente, las organizaciones internacionales, tales como el Banco Mundial y la FAO, y los países del OECD por su propio derecho, deberían alentar una campaña de medios en los ámbitos regionales e internacionales, enfatizando la importancia y la relevancia de la AC como un punto de entrada al proceso de alivio de la pobreza rural, para la seguridad alimentaria y para la protección del medio ambiente. Sólo se puede lograr el desarrollo de la AC por medio de acciones integradas en las fincas, en la comunidad y a nivel nacional e internacional. ■

Jose Benites, Land and Water Development Division, AGLL FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia. Teléfono: +39 (06) 570-54825; Fax: +39 (06) 5705-6275; Correo electrónico: jose.benites@fao.org.  
Sandrine Vanep y Alexandra Bot, FAO.

## El sistema *Quesungual* en Honduras

# Una alternativa a la tala y quema

Luis Alvarez Welches e Ian Cherrett

La agricultura de tala y quema es un sistema eficiente, siempre que la presión de la población sea lo suficientemente baja como para limitar su impacto en los bosques tropicales. A medida que la población rural crece el ciclo de la limpieza de la tierra se hace más corto, dejando poca posibilidad de recuperación de la vegetación y el suelo. La falta de tierras fértiles desplaza a los agricultores de subsistencia hacia laderas más empinadas y hacia los bosques más húmedos. Esto provoca una acelerada deforestación y la degradación del medio ambiente, volviendo cada vez más insostenible el uso de la tierra.

En Centroamérica, y en especial en Honduras, se ha «tecnificado» la agricultura de tala y quema, en un intento por modernizar la producción de granos básicos de los pequeños agricultores. Los proyectos y las ONGs han promovido créditos, fertilizantes y otros insumos sin cambiar el sistema de producción. El resultado ha sido peor para los pequeños agricultores y para el medio ambiente: la población rural ahora depende de deudas y el proceso de deforestación y de degradación del suelo y de los recursos hídricos se ha acelerado aún más. Esto ha incrementado la vulnerabilidad del sector rural del país frente a los fenómenos naturales, como sucedió con el huracán Mitch en 1998, cuando murieron muchas personas y los ingresos rurales cayeron dramáticamente (ver LEISA Revista Vol 17, No. 1, p. 7).

### El sistema Quesungual

En el departamento de Lempira, una de las regiones más pobres y más aisladas de Honduras, cerca de la frontera con El Salvador, los pequeños agricultores cultivan sus tierras (1 a 5 hectáreas), en terrenos accidentados, ubicados entre los 200 y 900 metros sobre el nivel del mar. Con el apoyo del proyecto colaborativo de Lempira Sur, iniciado por la FAO, en los últimos 10 años se ha producido un cambio masivo a un nuevo sistema de producción. Este sistema se llama «*Quesungual*», tomando el nombre de la aldea donde fue desarrollado por primera vez. Es un sistema de Labranza Cero (LC), de Agricultura de Conservación (AC), con un componente forestal que permite a los agricultores cultivar continuamente sus laderas empinadas, regenerándolas al mismo tiempo.

El sistema de Quesungual es una adaptación de un sistema agroforestal indígena, que puede encontrarse en el ecosistema de bosques tropicales secos (de 140 a 800 msnm). Este sistema se caracteriza por tres capas de vegetación: mulch, cultivos, y arbustos y árboles dispersos. Generalmente combina cultivos de granos, árboles y arbustos que se regeneran naturalmente, y árboles frutales y madereros del alto valor y para múltiples propósitos. Una parcela típica tiene varios árboles y arbustos podados y unos 15 a 20 árboles

grandes de especies madereras y frutales. La diversidad de especies en el sistema es alta (ver tabla 1).

Se abandonan las prácticas de quema, y la densidad de la vegetación y de las plantas se controla a mano; además, algunos agricultores usan herbicidas antes de la siembra. Se intercalan cultivos de maíz con sorgo y con fréjoles, se usan tecnologías de labranza-cero, de mulch y de siembras directas. Se usa la vegetación natural como cultivo de cobertura, entre los cultivos de granos.

En la temporada seca se podan los árboles y los arbustos y se dejan a una altura de 1,5 a 2 m, para eliminar las ramas y el rebrote, y para dar luz a las futuras plantas. El material de la poda es usado como mulch para cubrir el suelo. Se retiran del campo aquellas ramas y troncos que pueden ser usados como leña o como postes. En general no se podan los árboles madereros y frutales de alto valor. Los agricultores logran una densidad ideal manejando la regeneración natural. Antes de sembrar el segundo cultivo (generalmente fréjol) se limpia el campo por segunda vez, pero no siempre se podan los árboles y los arbustos. Los fertilizantes minerales son caros y por eso sólo se usan cuando se cultiva maíz o sorgo como primer cultivo. Se deshierba una sola vez durante la temporada agrícola, y esto se hace ya sea manualmente o usando un herbicida. La cosecha se lleva a cabo de la manera tradicional (FAO, 2001).

### Impactos en la capacidad de recuperación, la base de recursos naturales y la producción

Para los agricultores lo que hace más atractivo al sistema es la posibilidad de retención de la humedad. El sistema agroforestal retiene 15% más de agua en el suelo (8% de humedad en un campo tradicional y 23% en un campo de Quesungual) durante el mes más seco (abril) que en el sistema de tala y quema. Esta diferencia equivale a 20 mm de precipitación, lo que significa que los cultivos pueden mantenerse 20 días más sin lluvias. De esta diferencia depende el éxito o el fracaso de un cultivo en climas erráticos donde ocurren rachas de sequía durante la temporada de lluvias.

Además que hay una mejor filtración de agua de lluvia dentro del perfil del suelo a través de la cubierta, este incremento en la humedad del suelo se puede explicar por el mayor contenido de materia orgánica en el suelo. Se monitoreó este contenido en tres lugares diferentes, durante cuatro años, constatándose un aumento del 2,4% al 4,5%. Además, la erosión del suelo ha sido detenida casi por completo, estimándose que la pérdida de nutrientes por la erosión es 10 veces menor en el sistema Quesungual que en el de tala y quema. Teniendo en consideración sólo a los nutrientes, esta pérdida representa 34 dólares USA por hectárea en el sistema Quesungual, mientras que en el sistema de tala y quema, la pérdida asciende a 396 dólares USA por hectárea.

Las mejores condiciones del suelo hacen que el sistema sea más resistente a los fenómenos climáticos. Comparados con los agricultores que permanecieron practicando el viejo sistema de tala y quema, los agricultores del sistema de Quesungual no experimentaron la pérdida total de su producción de maíz durante el período de sequía de El Niño en 1997. Aún cuando al año siguiente, el huracán Mitch pasó por Centroamérica descargando fuertes lluvias y donde muchos agricultores perdieron sus cosechas por segunda vez. Pero los agricultores de Quesungual produjeron aproximadamente la misma cantidad que el año anterior.

Los agricultores están reportando incrementos de, por lo menos, el 60% en sus rendimientos de maíz. Y aún más

Tabla 1 Lista de especies de árboles y de arbustos encontradas en las parcelas de Quesungual (según Hellin, 1998)

Especies madereras		Especies frutales	
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
'Salmwood'	<i>Cordia alliodora</i>	Guava	<i>Psidium guajava</i>
Guacima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	'Nance'	<i>Gyrsonima crassifolia</i>
Cedro de Honduras	<i>Cedrela odorata</i>	Plátano	<i>Musa</i> sp.
Guachipilín	<i>Diphysa robinioles</i>	Nueces de Cajú	<i>Anacardium occidentale</i>
Caoba	<i>Swietenia</i> sp.	Palto	<i>Persea americana</i>
Árbol del paraíso	<i>Simaruba glauca</i>	Papaya	<i>Carica papaya</i>
'Stinking toe'	<i>Cassia grandis</i>	Mandarino	<i>Citrus</i> sp.
Árbol de orquídea	<i>Bauhinia</i> sp.		
Almendro	<i>Andira inermis</i>		
Árbol madre del cacao	<i>Gliricidia sepium</i>		
Árbol trompetero	<i>Luhea seeamoinii</i>		
	<i>Cecropia peltata</i>		
	<i>Lonchocarpus</i>		
	oficinales		

# Conservación

importante es saber que los rendimientos permanecen estables, a niveles altos, durante más tiempo. El período más largo de producción continua de maíz es de siete años. Estos campos, que tienen una inclinación del 35% y suelos pobres, alcanzan una producción promedio de 2,9 toneladas por hectárea. Antes, en los mismos campos, el mejor rendimiento era de 1,6 toneladas por hectárea, y en esa época tenía que dejarse la tierra en barbecho durante varios años antes de usarla para un ciclo de producción de dos años. Además de maíz y sorgo, la parcela suministra leña y postes a los agricultores, lo que añade un poco de valor a la producción. Adicionalmente, desde el primer año, el agricultor puede alquilar sus campos para el pastoreo del ganado, porque hay un incremento de producción de brotes en el campo. Generalmente eso se hace durante dos meses. Todavía se necesitan realizar más esfuerzos para una mejor integración de la producción pecuaria al sistema.

## Incremento del desarrollo rural

El sistema de Quesungual no solamente satisface las necesidades de frutas, madera, leña y granos para la familia, sino que genera un excedente que, cuando se vende en el mercado, produce dinero en efectivo. Este cambio es sólo el comienzo de un proceso de intensificación del uso de la tierra y de rentas de la tierra y de la mano de obra. Una vez que el agricultor confía en una mayor seguridad alimentaria (maíz y fréjol) comienza a diversificar sus cultivos para el mercado local o para el consumo familiar: soja, caña de azúcar, índigo, calabazas, etc. Y, también crían animales menores para el mercado como, por ejemplo, cerdos y pollos. Un mayor suministro de granos viene acompañado del mejoramiento del almacenaje familiar pos cosecha. Cuando la seguridad del abastecimiento de granos básicos está garantizado, las familias comienzan a dedicar tiempo a mejorar sus condiciones de vida y a la educación, y también invierten más tiempo en la organización de la comunidad. Las cooperativas de producción de las mujeres han comenzado ahora a preparar productos lácteos. También se han establecido organizaciones de agricultores y asociaciones comerciales. Ahora, la propia gente asume la responsabilidad de planificar las mejoras en sus comunidades.

## Obstáculos para la adopción

Esta experiencia ha generado interés no solamente en Honduras sino también en la región. Ahora se conoce que en la región al



**Un agricultor, en tierras de ladera al sur de Honduras, usa un bastón de plantar para la siembra de su maíz en una capa de mulch hecho con la vegetación del barbecho**

Foto Alexandra Bot

sur de Lempira los agricultores no queman más sus campos, y ellos se sienten muy orgullosos que se sepa esto. Actualmente, el sistema Quesungual está siendo adoptado en otras partes del país, y está siendo adaptado por los agricultores a sus condiciones locales. El principal obstáculo, para el cambio de la agricultura de tala y quema a la de agroforestería, no son los pequeños agricultores. Ellos están conscientes de los problemas asociados con la agricultura de tala y quema, y responden rápidamente a otras alternativas sostenibles. El problema son los trabajadores de extensión y sus jefes profesionales que se aferran a su enfoque basado en un cultivo único y se oponen al enfoque de sistemas. También lo es su falta de capacitación en extensión participativa según la demanda, y el centrarse en el, todavía dominante, paradigma de los proyectos de desarrollo rural de indicadores físicos, impulsados por la oferta. Aunque se habla mucho acerca de la colaboración entre los sistemas de conocimiento local y los profesionales, esta práctica recién está en su infancia. ■

Luis Alvarez Welches, FAO, Proyecto Lempira Sur, Honduras.

Ian Cherrett, Av. Dag Hammarskjöld 3241, Vitacura, Santiago, Chile.

# Experiencias en El Salvador

# Agricultura de conservación y desarrollo rural

**Marcos Vieira y Jan Van Wambeke**

Además de conocimientos, tecnologías y suministros, la adopción de la Agricultura de Conservación (AC) necesita un entorno de políticas favorables, y la motivación y participación de los agricultores y de sus comunidades. La presencia de los líderes y/o de las organizaciones de los agricultores es importante para compartir los conocimientos y para incrementar las capacidades. La combinación de todos estos parámetros con AC, al inicio, resulta en un desarrollo rural basado en el manejo integrado de los recursos naturales.

## **Vinculando productividad y prácticas de conservación**

En Guaymango (El Salvador), cerca del 85% de la tierra se usa para la agricultura, esta zona consta de pequeños cerros y laderas de 40-90% de inclinación. La mitad de las tierras agrícolas se usa para pastizales, la otra mitad para el cultivo

(principalmente maíz y sorgo). Al comienzo de la década de 1970, los monocultivos, el sobre pastoreo, la quema de los residuos de los cultivos y una intensa labranza produjeron rápidamente una severa degradación del suelo, bajos rendimientos, una pobre nutrición y el incremento de la pobreza. Después de la Revolución Verde para los cultivos de trigo y arroz, la tendencia de la investigación y la extensión en El Salvador se vio condicionada por los métodos tradicionales de extensión, combinándolos con un enfoque de «paquetes». El paquete difundido por el Ministerio de Agricultura, en particular, hacia fines de la década de 1960 y durante toda la década de 1970, consistió en la siguiente tecnología (según Sain y Barreto, 1996):

- Uso de semillas híbridas de maíz,
- Uso de fertilizantes de nitrógeno y fosfato,
- Incremento de la densidad de las plantas, distanciando menos las hileras,
- Aplicación de herbicidas e insecticidas.

Durante una evaluación diagnóstica, llevada a cabo en el área de Guaymango en 1973, se identificaron tres problemas principales: altos niveles de pobreza, inseguridad alimentaria y problemas recurrentes de salud en la comunidad. Con este diagnóstico se concluyó que la baja productividad del sistema agrícola era una de las principales causas de los altos niveles de pobreza en el área (Calderon, 1973). Es más, se llegó a la conclusión de que la baja calidad de los suelos, por una seria degradación en el área, era la principal razón de la baja productividad en los sistemas agrícolas. Con estas conclusiones, el Ministerio de Agricultura y varias instituciones públicas y privadas lanzaron un programa intensivo para incrementar la productividad del maíz y del sorgo, y para mejorar las prácticas de conservación del suelo. Al paquete ya mencionado se le añadieron varias medidas para la conservación del suelo, que se referían a la labranza cero y a un mejor manejo de los residuos de los cultivos. En el paquete se incluyeron los siguientes componentes:

- No quema de residuos de los cultivos,
- Distribución uniforme de los residuos de cultivos en los campos
- Uso de barreras vivas y no vivas, y
- Siembra en contornos.

El punto de partida para una nueva fase en el manejo de la tierra en el área fue la promoción de estas medidas. A través de este programa y, después, por la reforma agraria, los agricultores mejoraron su producción agrícola, incrementaron sus ingresos netos más de 2,5 veces y, al mismo tiempo, adoptaron las prácticas de «conservación». Un factor importante fue la estrecha colaboración entre las instituciones y las organizaciones que participaban en el programa, lo que contribuyó al éxito en la adopción de las prácticas de la Agricultura de Conservación por los agricultores.

### Integración de cultivos y animales

La interacción de cultivos y animales dentro del sistema de producción agrícola es vital para comprender la adopción por los agricultores de las prácticas de la labranza de conservación. Probablemente el principal reto es la actividad pecuaria en el sistema agrícola, particularmente cuando hay otros usos de los residuos de los cultivos, como son el mulch y el mejoramiento del suelo, en vez de usarlos para alimento del ganado.

Al final de cada ciclo de cultivo, el sistema mejorado de maíz y sorgo en Guaymango produce cerca de 10 toneladas de residuos de cultivos por hectárea. Al final de la temporada seca, quedan casi 6 o 7 toneladas para ser usados como mulch. En comparación con regiones similares (donde se producen 2,3 toneladas por hectárea) esto representa una cantidad sustancialmente mayor que puede ser explicada por tres factores importantes:

- Aquí los agricultores valoran más el uso de los residuos de los cultivos como cubierta del suelo que en otros sitios;
- La gran importancia económica del ganado en el sistema agrícola (cantidad de cabezas y la duración del período de pastoreo);
- El alto nivel que ha alcanzado el desarrollo del mercado de forraje (comercialización de derechos de pastoreo).

La experiencia de Guaymango es una de las pocas que reporta una integración exitosa de los cultivos y de los animales como componentes del sistema agrícola, sin competir por la distribución de los residuos de los cultivos. La cantidad de residuos producidos por el sistema es suficiente y sirve tanto para la conservación del suelo como para forraje del ganado (Choto y Saín, 1993). Esta es precisamente la razón por la cual los agricultores no siembran variedades híbridas de sorgo en

Guaymango, sino variedades locales que tienen un alto índice de paja y grano (Choto y colaboradores, 1995).

### Percepciones de los agricultores acerca de las prácticas de labranza de conservación

Según los agricultores locales, la adopción de las prácticas de labranza de conservación y las mejores tecnologías para los cultivos han producido profundos cambios en sus medios de vida. Las diferencias más saltantes son el incremento del rendimiento, que se ha duplicado o hasta triplicado en los mejores años; y la reducción del 75% de la mano de obra requerida para la siembra, que según los agricultores es porque el suelo se ha vuelto más suave y más fácil de trabajar. Cuando se quemaban los residuos para limpiar los campos, el suelo era muy duro y se necesitaba el trabajo de 10 hombres durante un día para sembrar una hectárea; ahora, 5 o 6 personas la siembran en medio día.

El mulch preparado con los residuos de los cultivos ofrece ventajas adicionales. Según los mismos agricultores, con su uso se conserva más humedad en el suelo, lo que les permite cosechar en años secos. También evita que las semillas sean llevadas por la lluvia justo después de la siembra, y facilita la filtración del agua de lluvia. La capa de mulch en descomposición da al suelo un color más oscuro, que generalmente indica una mayor fertilidad. La presencia de más lombrices fue mencionada como un cambio positivo, ya que «sus excrementos sirven como fertilizantes». Uno de los agricultores dijo: «labrar en estas condiciones significaría destruir la fertilidad existente (por residuos y raíces) y la vida del suelo».

Después de manejar óptimamente los residuos de los cultivos durante 25 años, algunos agricultores están aplicando menos fertilizantes a sus campos de maíz, en comparación a cuando el quemar los residuos era una práctica común.

Se ha reducido la incidencia de plagas y de enfermedades. Una de las especies de insectos, el gusano blanco («gallina ciega») (*Phyllophaga* sp) que antes había sido reportado como una plaga del maíz, todavía está en los campos, pero ya no constituye un problema. Los agricultores piensan que las larvas ahora se alimentan de las raíces y de los residuos de los cultivos anteriores, y que ya no atacan las raíces de los cultivos sembrados en los campos. La capa de mulch también evita que los pájaros se alimenten de las semillas recién sembradas. Los pájaros, que siguen visitando los campos, constituyen ahora una forma de control biológico pues se alimentan de las orugas y de las larvas que encuentran en los residuos de los cultivos o en las plantas.

### Adopción total después de sólo diez años

Las principales razones que dan los agricultores para no quemar más sus residuos de cultivos al preparar sus campos, son la expectativa de un incremento en los rendimientos y una mayor conciencia de que el buen manejo de los residuos de cultivos es una medida de conservación del suelo. Aunque el principio muchos agricultores fueron escépticos acerca del cambio de la quema de los residuos a un manejo del suelo más orientado a la conservación, se logró la adopción total de la tecnología en sólo 10 años. Los principales elementos que indujeron el cambio en el manejo del suelo fueron el exitoso programa de extensión agrícola y el nexo entre las recomendaciones prácticas, los incentivos y las restricciones. ■

**Marcos Vieira**, FAO, Km. 33 ½ Carretera a Santa Ana, San Andrés, La Libertad, El Salvador. Teléfono: +338-4503; Fax: +338-4278; Correo electrónico: agrisost@es.com.sv

**Jan Van Wambeke**, FAO, Santiago de Chile Teléfono: (562) 337-2221; Fax: (562) 337-2101; Correo electrónico: Jan.VanWambeke@fao.org



Sacando compost para utilizarlo en la huerta de hortalizas

Foto: INCCA

## Más ganado, ¿mejor fertilidad del suelo?

**Bert Groot Jebbink**

Es frecuente que los evaluadores y consultores aconsejen a las instituciones de desarrollo rural a poner mayor énfasis en lo pecuario, con el fin de mejorar la fertilidad de los suelos. Muchos piensan que teniendo más ganado automáticamente se mejora la fertilidad de las chacras, porque se tiene mayor disposición de estiércol. ¿Es esto siempre verdad?

### El valor de los sistemas pecuarios

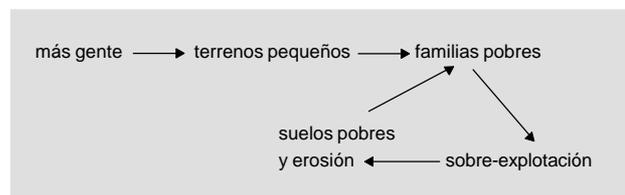
Los sistemas pecuarios permiten explotar lugares no aptos para la agricultura, como sucede en las alturas de los Andes. En una estrecha integración con el sistema agrícola, un sistema pecuario puede utilizar los desechos de los cultivos, haciendo posible una agricultura eficiente y sostenible con un mínimo de riesgos. Los sistemas pecuarios pueden producir gran variedad de productos, dar fuerza de tracción o servir como caja de ahorros. También proporcionan abono para los cultivos, pero los animales no «producen» N, P, K (nitrógeno, fósforo, potasio) o micronutrientes.

En nuestro caso, en el Municipio de Vacas (el Municipio de Vacas se ubica en la provincia de Arani, del Departamento de Cochabamba, a 90 Km. de la ciudad y a una altura entre 3400 y 4400 m.s.n.m), el ganado, especialmente las ovejas, durante el día come y concentra minerales de los pastizales que traslada al corral mediante el estiércol. El agricultor pone el estiércol en la superficie mucho más pequeña de la chacra, mejorando así la fertilidad del suelo al utilizar, en forma concentrada, los nutrientes provenientes de pastizales con extensiones mucho mayores a las de su chacra.

### Casos en que la ganadería no mejora la fertilidad del suelo

En el Municipio de Vacas y en muchos otros municipios existe una presión demográfica grande. La agricultura, especialmente el cultivo de papa, es en el Municipio de Vacas más importante que la ganadería. El ganado, especialmente las ovejas, se considera como una caja de ahorros. Por la presión demográfica las parcelas son muy pequeñas y estos minifundios no generan

suficiente ingreso. A causa de la pobreza hay una tendencia a sobre-explotar las tierras, y los minifundistas entran en un círculo vicioso, como muestra el siguiente cuadro.



La presión demográfica en las comunidades obliga a intensificar, cada vez más, el uso de los pastos naturales en la chacra con la consecuencia de que hay cada vez menos pasto disponible en los pastizales para los animales. Entonces, al no disponer de grandes superficies para pastar, los animales no pueden trasladar muchos minerales de los pastizales hacia la chacra. Los suelos se vuelven cada vez más pobres, en un proceso acelerado por la disminución del tiempo de descanso. La gran carga animal puede provocar erosión, especialmente en las laderas. Aconsejar, como lo han hecho en la situación de Vacas, el aumento de la cantidad de animales para que haya más estiércol porque mejora la fertilidad de los suelos, es una equivocación que se «escucha» todavía con frecuencia.

Cuando los animales dependen solamente del forraje de la chacra, los animales no aumentan la fertilidad del suelo, porque están extrayendo los nutrientes minerales de allí mismo. Puede ser que una parte retorne al suelo de la chacra como estiércol, pero otra parte queda en el cuerpo de los animales y, también, siempre hay pérdidas. Si no se incorporan insumos minerales externos, cada año van a quedar menos minerales y la fertilidad baja proporcionalmente, pese al estiércol que retorna a la chacra.

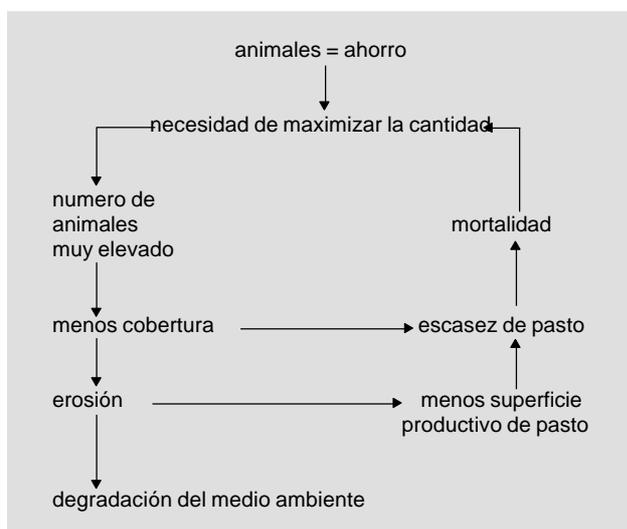
Un factor importante y bien conocido es el hecho que en muchas comunidades en las alturas de Bolivia y sur andinas del Perú, el ganado, especialmente las ovejas, no es para la producción pero sí para el ahorro. Si se logra mejorar la



Sembrando papa y fertilizando con estiércol

Foto: INCCA

producción, mediante —por ejemplo— un mejor manejo de los pastizales, muchas veces los dueños no quieren vender sus animales de inmediato, sino en el momento económica y ecológicamente oportuno. Dicen que no necesitan dinero en este momento y que prefieren tener más animales para los momentos difíciles. Esta decisión provoca otra vez una sobre-explotación de los pastizales y como consecuencia ocasiona la mala calidad del pasto, animales flacos, animales enfermos, mortalidad alta, suelos pobres, erosión etc. La cantidad de animales y proporcionalmente la cantidad de estiércol bajan de nuevo al nivel en que se encontraban antes del mejoramiento de los pastizales. La situación se puede representar de la siguiente manera.



Es importante tomar en consideración la complejidad del contexto en que un sistema agropecuario de las familias rurales funciona. En estos casos, para poder estimular la producción pecuaria se debe, tal vez, buscar una alternativa para el ahorro con, por lo menos, el mismo nivel de seguridad.

### Flujo de minerales

Cuando la gente empezó a vivir en ciudades y los agricultores empezaron a producir para el mercado, empezó también un flujo de minerales del campo hacia la ciudad. Este sistema se puede mantener con el uso de fertilizantes que reemplazan la pérdida de minerales en la chacra. Siempre ha sido más barato utilizar fertilizantes químicos en lugar de retornar una gran parte de los minerales en forma de materia orgánica (rastros, excrementos, etc.) al campo, y muchas veces esta última es de baja calidad por estar contaminada. Hoy en día existen grandes flujos de minerales en diferentes partes del mundo, que se deben reemplazar de alguna manera.

### Balance de minerales

Para entender mejor el flujo de los minerales, podría ser de ayuda el hacer un «balance de minerales». Es importante saber cuántos minerales salen de cada chacra y cuántos entran. No es necesario que el balance sea muy preciso; se pueden utilizar números claves distintos para cada región que deben ser desarrollados por un centro de investigación. Tampoco es necesario tomar en cuenta muchos minerales; uno es suficiente, preferentemente el fósforo. Después se puede elaborar para toda la finca una imagen total de los flujos y reciclajes de los minerales y calcular aproximadamente si existe un equilibrio en el balance de minerales. También se puede evaluar mejor si un aumento del ganado puede mejorar la fertilidad del suelo.

En Holanda muchos granjeros hacen estos balances obligatoriamente, no para evitar la sobre-explotación y empobrecimiento del suelo, sino para evitar que ingresen demasiados minerales que pueden dañar el medio ambiente. A Holanda llegan muchos minerales de diferentes partes del mundo, especialmente en forma de yuca, cereales y soya para la alimentación de los animales.

### Conclusión

Los sistemas pecuarios pueden ser muy valiosos y en combinación con sistemas agrícolas lograr una agricultura eficiente y sostenible. Los sistemas pecuarios pueden mejorar la fertilidad de los suelos mediante un reciclaje de nutrientes, pero no es un milagro y hay límites estrictos. No se puede aumentar siempre la cantidad del ganado para mejorar la fertilidad del suelo. En muchos casos un aumento de materia orgánica se puede realizar más eficientemente con abono verde o compost que con estiércol.

A veces los animales pueden dañar el medio ambiente y por eso se debe pensar en la sostenibilidad del sistema. Existe un equilibrio y hacer cambios sólo en una parte del sistema agropecuario campesino tiene consecuencias en otras partes del sistema. También debe considerarse el flujo de minerales. Un sistema lo menos exportador posible, es un principio básico de una agricultura sostenible.

Tal vez este artículo puede dar lugar a una discusión sobre si la exportación de grandes cantidades de productos agroecológicos es verdaderamente ecológica y sostenible. ■

Bert Groot Jebbink, Cochabamba, Bolivia  
Email: grojeb@albatros.cnb.net



Sistema agroforestal (*Vicia sativa*, pastos perennes y durazno) en la parcela de Andrés Rancel de la Cruz (Comunidad de Santa Isabel de Ajuno, Michoacán, México) Foto: Florentino Mota

## Experiencias en el altiplano de México

# Manejo eficiente de nutrientes en sistemas agrícolas

M. Astier

Los campesinos que manejan sistemas agrícolas de secano en el altiplano de México, y en muchas localidades similares en América Latina, deben aprovechar las lluvias (de 5 meses de duración) y conocer bien los suelos para usar adecuadamente su humedad residual y producir maíces de ciclo largo (8 meses). En el altiplano central estos suelos son, en su mayoría, Andosoles (suelos de origen volcánico) los cuales poseen propiedades características: grandes cantidades de materia orgánica (M.O.); niveles bajos de N y fósforo lábil; elevada adsorción de P y pierden rápidamente sus propiedades físicas cuando son arados de manera convencional. Si no son manejados de manera adecuada estos suelos se erosionan y los cultivos agrícolas pueden llegar a sufrir carencias nutricionales y bajos rendimientos (Shoji *et al.*, 1993).

El maíz es el cultivo predominante en estos sistemas; este cultivo proporciona rastrojo para el ganado y grano para la familia o la venta al exterior. Toda la cosecha de maíz se utiliza. Después de la cosecha de las mazorcas y el paso del ganado sólo quedan algunas cañas en los terrenos. En ocasiones el rastrojo del maíz es extraído de la parcela para la venta. Las parcelas son pobremente fertilizadas con estiércol (1 ton/ha/año) y/o fertilizante sintético nitrogenado (100 kg de sulfato de amonio ha/año). Estos sistemas son extractores netos de nutrientes, en particular de N, P y K (Astier *et al.*, 1999); éstos se agotan de forma paulatina junto con la productividad biológica y la calidad de los suelos. Son sistemas demasiado abiertos; se saca mucho más C y N de lo que se reincorpora al suelo (*Figura 1*).

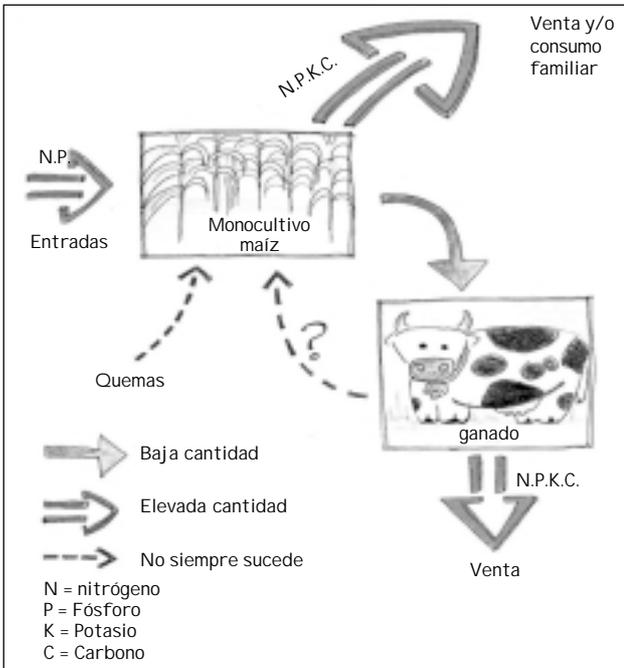
GIRA A.C., una ONG asentada en Pátzcuaro, Michoacán —junto con agricultores de varias comunidades de la zona— ha

identificado los problemas de los sistemas productivos y ensayado varias alternativas para el manejo de estos suelos. Una de ellas es la rotación leguminosa-maíz. La leguminosa (*Vicia sativa*; *Vicia villosa*; *Pisum sativum*) se introduce en la época invernal (antes de la siembra del maíz), asociada o no a una gramínea, como la avena, precede al cultivo de maíz y es dejada como acolchado o se incorpora al suelo como abono verde. Parte de la leguminosa se cosecha como forraje para el ganado. También se puede cultivar en el verano dentro de la misma parcela.

Después de varios experimentos, la biomasa seca alcanzada por las leguminosas llegó hasta 4 Mg/ha y el maíz cosechado, después de haber incorporado la leguminosa al suelo (utilizado como abono verde), alcanzó los 3 Mg/ha. Si la leguminosa es fertilizada con 100 kg de fósforo/ha, ésta rinde el doble de biomasa aérea y hasta el triple en la producción de nódulos radiculares. El grano de maíz cosechado bajo este sistema también puede llegar a ser el doble (Astier, 2002; Mota y Astier; GIRA).

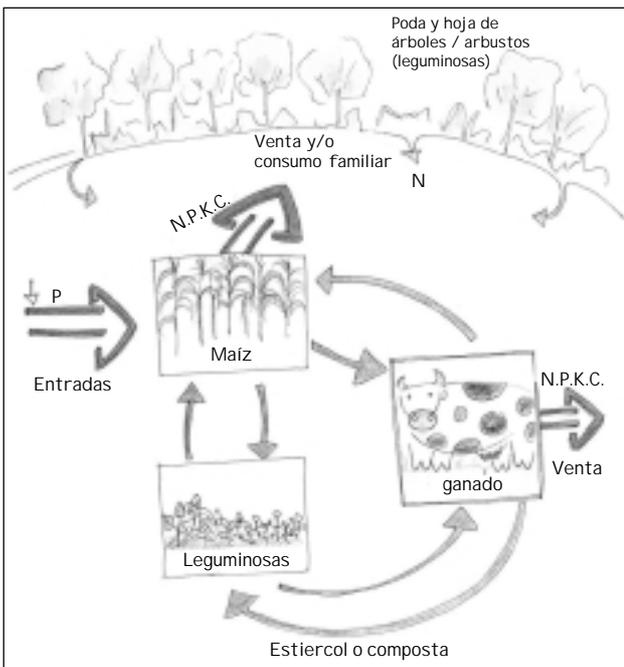
El sistema de manejo propuesto tiene como objetivo aumentar la producción de biomasa y la disponibilidad de nitrógeno y fósforo en el suelo. Las leguminosas cultivadas aumentan su producción y su contenido de N (el cual proviene mayormente de la atmósfera) cuando un fertilizante fosforado es aplicado a manera de arrancador o «starter».

Estos principios junto con un manejo apropiado del forraje y del ganado garantizan que se aumente la producción de la biomasa, la cual a su vez es fuente de: (1) forraje de calidad para el ganado; (2) carbono y nutrientes para el suelo; (3) grano de maíz para la familia o para la venta y (4) mayor producción ganadera. De esta manera, el agricultor depende en menor grado



Dibujo: Marcela Tamayo

Figura 1: Bajo nivel de reciclamiento de nutrientes.



Dibujo: Marcela Tamayo

Figura 2: Alto nivel de reciclamiento de nutrientes.

de insumos externos (fertilizante N y forraje); se aumenta la rentabilidad del sistema; el balance de nutrientes se hace positivo y se mejora y/o mantiene la calidad de los suelos. En la Figura 2 se ilustran los principios y los beneficios del sistema propuesto. No hay que olvidar que los árboles y/o arbustos establecidos como cercas vivas son una fuente de C y N adicional.

Las leguminosas, como la *Vicia sativa* —ebo—, también se están incorporando en huertas frutícolas como fuente alternativa de nitrógeno, cobertura y mejoradoras de las propiedades del suelo (Foto). En estos sistemas se ha observado que la incorporación de *Vicia sativa*, como cultivo de cobertura y como forraje, representa un ingreso extra (alrededor de \$500/ha/año) además de un ahorro al no tener que comprar fertilizante nitrogenado.

Marta Astier, ingeniera agrónoma, investigadora de agroecología - GIRA, Pátzcuaro, Michoacán, México.

E-mail: mastier@oikos.unam.mx  
agroecologia@gira.org.mx

Teléfonos: + 52 01(434) 3423216

### Referencias

- Astier, M., E. Pérez, O. Masera, F. Mota y C. Alatorre. 2001. El diseño de sistemas sustentables de maíz en la Región Purhépecha. En: Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Masera, O. y S. López-Ridaura (eds.) GIRA. Mundi-Prensa y Programa Universitario de Medio Ambiente, México D.F. 346 p.
- Astier 2002. Tesis de Doctorado. El efecto de las leguminosas en el mejoramiento de la calidad de los suelos de Ando. UNAM. México D.F.
- GIRA. 2002. Informe del Proyecto: Capacitación y establecimiento de módulos demostrativos de sistemas agroforestales en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Informe Final y Anexos. Agosto, 2002.
- Mota y Astier 1999. Evaluación agronómica de algunas especies de leguminosas y gramíneas para ser utilizadas como abonos verdes, cultivos de cobertura y forrajes en la Región Purhépecha, Michoacán. Doc. 30GIRA A.C Pátzcuaro, Mich.
- Shoji, S., M. Nanzyo y R. Dahlgren. 1993. Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization. Elsevier, Amsterdam. 275 pp.



II Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación  
«Produciendo en armonía con la naturaleza»

Cataratas de Iguazú, Paraná, Brasil.

11-15 de agosto del 2003.

Este segundo congreso llamará la atención de políticos, instituciones internacionales, medioambientalistas, agricultores e industria privada para futuros apoyos y desarrollo del concepto de Agricultura de Conservación. Sólo con las técnicas de Agricultura de Conservación se puede asegurar la continuidad de una suficiente producción de alimentos para una población en expansión a la vez que se mantiene la calidad del medio ambiente. Este congreso se desarrolla sobre la base de los resultados y lecciones del primer congreso que se llevó a cabo en Madrid en el 2001. En línea con el tema de la conferencia, los puntos principales a tratar y las comisiones se orientarán al desarrollo de sistemas factibles, originados y conducidos por agricultores con apoyo científico para el logro de sistemas más naturales que propicien el uso óptimo de los recursos naturales.

Más información se puede encontrar en el portal de Agricultura de Conservación de la FAO.



El cultivo del fréjol gordo o pallar (*Phaseolus lunatus*) en la fase de floración Foto: Antonio Crisóstomo Luna

## Una estrategia para lograr la sustentabilidad campesina

# La recuperación del suelo

Fidel González Moreno, Esteban Escamilla Prado y Antonio Crisóstomo Luna

El trabajo se ubica en la cuenca cafetalera de Huatusco, a la que pertenece Ixhuatlán del Café. Esta región forma parte de un corredor agroecológico ubicado en las estribaciones del macizo montañoso de la zona centro del estado de Veracruz, México, el que por sus características mereció desde los años cincuenta una atención estatal intensiva para el fomento del cultivo del café, lo que cambió radicalmente el paisaje regional.

Las comunidades presentan características similares que las hacen compartir una ruralidad común: falta de infraestructura básica, crisis recurrentes de los sistemas agrícolas, deterioro de los recursos naturales, migración por la falta de opciones productivas, que impacta desfavorablemente en las instituciones locales, como es el caso de las familias, los ejidos y las comunidades.

El proceso involucró a tres actores distintos: un gobierno local (Ayuntamiento de Ixhuatlán del Café), una organización de campesinos (Sociedad Cooperativa Capusia) y una organización no gubernamental (Grupo Regional para la Educación Campesina y la Capacitación Agropecuaria, A.C.), con el propósito de trabajar con un concepto de desarrollo centrado en las necesidades humanas y de esta manera ir más allá de sólo la provisión de equipamiento comunitario, que tradicionalmente es la función limitada que cumplen los gobiernos locales. Es decir, la preocupación estuvo orientada hacia mejorar la base productiva municipal desde la perspectiva campesina. La experiencia nos permitió ensayar nuevas metodologías de capacitación privilegiando el desarrollo de las capacidades locales, así como generar espacios de discusión en torno a la problemática agrícola local.

### Crisis del modelo agrícola monocultivador

Un común denominador que afecta los distintos espacios productivos es la dramática pérdida de la fertilidad y, con ello, la capacidad productiva natural de los suelos a través de un proceso sostenido de erosión. En este sentido, la crisis agrícola, entendida como la crisis de las familias campesinas, está directamente relacionada con un deterioro progresivo de los recursos naturales, específicamente el suelo (según el departamento para América Latina de la Fundación Misereor de Alemania, para alimentar a una persona en forma suficiente y con calidad se necesita, aproximadamente, media hectárea de tierra cultivable. Hoy en día se dispone apenas de un cuarto de hectárea por persona, pero de tierra improductiva y de mala calidad).

Si bien es cierto, el problema del empobrecimiento de los suelos tiene que ver con los factores ambientales (lluvia, viento, sequía, etc.), las características físicas de los terrenos (tipo de suelo, laderas de mucha pendiente y distancia de la ladera), así como con los económicos (bajos rendimientos y bajos precios en el mercado), el manejo productivo incorrecto ha tenido mucho mayor influencia en el constante deterioro de las tierras de cultivo. Entre las prácticas de manejo productivo incorrecto más frecuentes están: la siembra de un sólo cultivo, las limpiezas intensivas para mantener el suelo libre de hierbas o «limpio». Veamos dos ejemplos que nos ilustran lo anterior: en un cafetal de ladera con una pendiente del 12 %, donde llueve 1,350 mm. anuales y con un suelo de tipo migajón-arcilloso, la pérdida de tierra por hacer limpiezas con azadón fue de 48.5 toneladas en una hectárea en un año; mientras que haciendo limpiezas con chapeo a 5 cm. de altura sobre el nivel del suelo, se perdieron únicamente 100 kilos de tierra (Inmecafé 1979. *Tecnología Cafetalera Mexicana. México*). Por otra parte, en un diagnóstico de suelos que realizamos en un terreno de milpa (*cultivo de maíz bajo la modalidad de roza-tumba y quema*), con una pendiente de 30 % y un suelo de textura franco arenosa o Andosoles -localmente denominados suelos «polvillos»- que



**Campesino comparando el grosor de la capa de suelo en la parte baja de una ladera**

Foto: Antonio Crisóstomo Luna

había estado sin cultivar durante seis años, al medir la profundidad de la capa cultivable en una superficie de una hectárea, encontramos un horizonte que varía entre 3 y 13 cm. de espesor. Esto significa que no basta el dejar en barbecho o descanso las tierras para su regeneración, sino que es necesario implementar estrategias que ayuden a su recuperación.

El origen de asumir esta forma de manejo productivo incorrecto se encuentra en la concepción que el modelo tiene de la actividad agrícola: **producir para el mercado**. Desde esta perspectiva es necesario incrementar los rendimientos para ganar más por la venta de la cosecha. Para lograrlo, el campesino destina las tierras de mejor calidad y la mayor parte de sus predios para el cultivo comercial, al mismo tiempo que adopta el paquete tecnológico de altos insumos externos: fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas, maquinaria y variedades mejoradas, así como prácticas de manejo intensivas.

Desde esta lógica, la actividad agrícola se da de manera lineal: suministrar insumos, mano de obra y energía al suelo para obtener un producto con fines comerciales. Por lo tanto, el suelo es concebido como un sustrato independiente de la planta y, lo que es peor, como un material inerte e inagotable; un promotor campesino nos dijo: «anteriormente teníamos la creencia que la tierra no se acaba». El hacerlo de esta manera se convirtió en un modelo agrícola extractivo: **el fin último fue, y sigue siendo, la máxima extracción de productos, en menoscabo de la calidad del suelo.**

No es fortuito que, en este manejo productivo, los agricultores hayan privilegiado las actividades intensivas que mantienen el suelo completamente «limpio», en vez de construir obras para la conservación de suelos; aplicar fertilizantes químicos, en vez de promover la fertilidad natural; mantener un suelo completamente sano o libre de plagas y enfermedades, en vez de lograr un equilibrio del sistema agrícola. En otras palabras, había que elevar la producción a cualquier costo, en vez de buscar el equilibrio agroecológico en el predio.

Por otra parte, la fertilización química no sólo está demostrando su inviabilidad económica, sino sobre todo su ineficacia y sus límites. El uso de fertilizantes químicos poniendo el énfasis en el logro del máximo potencial de rendimiento del cultivo, deja de lado la regeneración del suelo. Esta manera de intervenir en los predios es unilateral, en cuanto sólo se ocupa de mantener una buena plantación, y es utilitaria, en cuanto busca solamente el beneficio inmediato a nivel productivo. Se olvida como lo decía un promotor campesino: «de regresar al suelo lo que le quitamos». Es por ello que el agricultor ni siquiera intenta mejorar la vida orgánica del suelo. A todo esto, debemos agregar que la simple aplicación de fertilizantes está teniendo efectos nocivos y contraproducentes. Unos campesinos nos comentaban recientemente que «la tierra ya no tiene fuerza y que los abonos químicos que utilizan vienen rebajados o que ya no tienen la misma fuerza de antes». Lo que en realidad sucede es que no sólo se ha perdido la tierra, sino cantidades considerables de materia orgánica y, junto con ello, la pérdida de la vida en el suelo, con el agravante

que la acidez se intensifica. Ello explica la necesidad, que el campesino tiene en cada ciclo agrícola, de incrementar —en sustitución de la capa cultivable— la cantidad de fertilizante para mantener la producción; lo cual sin embargo no logra conseguir.

Ahora bien, el problema se complica porque el adelgazamiento y empobrecimiento de los suelos ha sido un proceso lento, paulatino y, quizá lo peor, desapercibido. Es por ello que la erosión del suelo aún no tiene un reconocimiento como problema, es decir, su percepción en la mayoría de programas de desarrollo rural es todavía muy difícil. Esta es una de las razones principales por lo que hasta el momento, no se ha generado opinión pública en torno a la amenaza que significa para el futuro de los campesinos. De esta manera, mantener un suelo «limpio» o libre de hierbas sigue siendo el símbolo de un agricultor que trabaja bien sus tierras, Un campesino nos decía: «trabajar bien la finca es mantenerla limpiecita, es decir, sin monte. Si ‘chapeamos’ (limpiar de hierbas o malezas) montado a caballo, es como soltar la marrana o como de viuda», refiriéndose a un trabajo sucio y mal hecho o al de las mujeres que no tienen marido que las ayude en las labores agrícolas. En otras palabras, el manejo especializado ha sido interiorizado como un conjunto de prácticas agrícolas que encuentra plena justificación entre los campesinos.

En resumen, lo que está en juego es el modelo de producción campesina; la manera en cómo los agricultores cultivan sus tierras. Es por ello que tenemos que ubicar el problema desde su óptica, sus recursos, sus necesidades, pero también desde sus potencialidades. Es decir, el tipo de agricultura que los agricultores pobres asumirán como estrategia de futuro. Una agricultura que, al mismo tiempo que conserva los recursos naturales, les permita vivir decorosamente; una agricultura que no dependa exclusivamente de insumos externos, sino que aproveche los recursos locales y la mano de obra; una agricultura que no haga depender a cuencas agrícolas enteras de un sólo cultivo, sino que privilegie la diversificación productiva; una agricultura que no ofrezca recetas tecnológicas, sino que aproveche el diálogo fructífero entre el conocimiento científico y la capacidad de innovación de los saberes campesinos. Una agricultura que oriente, parte de su producción al mercado, al mismo tiempo que busque la seguridad alimentaria. ¿Por qué no pensar la crisis agrícola como una posibilidad de cambio? ¿Por qué no pensar en la sostenibilidad de los predios, o en la diversificación de los sistemas agrícolas o en el manejo agroecológico de los recursos?

## Hacia la construcción de una sustentabilidad campesina

La sustentabilidad desde los pequeños agricultores no debe ser vista como un enfoque culturalmente impuesto, como un nuevo modelo agrícola tecnológicamente suficiente, por muy respetuoso que sea de la naturaleza; por el contrario, debe ser un proceso de aprendizaje abierto que se alimenta y se enriquece de la experiencia y del saber campesino. Dicho de otra manera: un conocimiento socialmente construido, desde las condiciones apremiantes, pero también, desde sus potencialidades. Sino lo hacemos de esta manera, corremos el riesgo de convertirlo en dogma y en un sistema de prácticas cerradas.

Hasta ahora, hemos promovido una agricultura sustentable como un modelo abierto que privilegia la capacidad local de los campesinos en la búsqueda de opciones productivas y de autoconsumo, y que pone el énfasis en una pedagogía agrícola participativa de tal suerte que el campesino fortalece su conocimiento, creatividad, al mismo tiempo que gana convicción. En base a ello, adapta las alternativas tecnológicas y toma decisiones de acuerdo a las condiciones específicas de su parcela, necesidades del mercado y de su familia, sin poner en riesgo la sobrevivencia familiar. En este sentido, no se dan recetas técnicas, sino que se pone al alcance de los campesinos una canasta de opciones productivas y ofertas tecnológicas, y son ellos mismos quienes deciden la incorporación de innovaciones en su parcela.

Hemos construido, conjuntamente con los campesinos, alternativas de diversificación y prácticas de manejo agroecológico de los predios. Nuestra intervención se ha orientado hacia el mejoramiento de cafetales, el cultivo de la palma camedor (*Chamaedorea elegans*) y el fréjol gordo (*Phaseolus lunatus*). Todas estas opciones responden a una misma preocupación: las prácticas reflejen un cambio en la relación que los campesinos establecen con su campo.

Cabe señalar que cada una de estas estrategias privilegia un manejo de suelos que implica una serie de principios: a) mantener el suelo protegido a través de coberturas, b) remover el suelo lo mínimo posible y c) reciclar los nutrientes. Todo ello con un propósito central: **mejorar la fertilidad natural a través de cerrar el ciclo extraer-regresar**. Es el punto de partida para un manejo integral de los sistemas agrícolas. En otras palabras, el fin último no se reduce exclusivamente al incremento de la productividad, sino más bien es el resultado de una estrategia de manejo agroecológico, que busca alcanzar la sostenibilidad de los predios y al mismo tiempo lograr el mejoramiento de las familias campesinas.

El manejo del suelo implica el uso de tecnologías que ayudan a recuperar y conservar el suelo. La recuperación implica regenerar la base productiva por medio de la incorporación de materia orgánica: residuos de cosecha, estiércol de animales, compostas, el cultivo de abonos verdes y el fréjol gordo. El cultivo de abonos verdes como la Tephrosia (*Tephrosia candida*) y la Crotalaria (*Crotalaria juncea*), así como el fréjol gordo ha sido la tecnología que mejor resultado ha dado después de los dos años de haberse iniciado el proceso de recuperación. Por su parte, la conservación del suelo incluye el manejo de coberturas a través de chapeos con machete, la labranza en hilera o cajeteos y el establecimiento de barreras de cercos vivos. Estas prácticas comparten características comunes: pueden ser llevadas a cabo por campesinos pobres en condiciones precarias, no requieren de desembolsos económicos sustantivos, fortalecen la capacidad emprendedora de los agricultores y aprovechan el conocimiento campesino de los recursos locales.

Como hemos mencionado anteriormente, existen diversas maneras para un manejo ecológico del suelo, de tal suerte que el agricultor se apropia de cada una de ellas en función de las ventajas que le ofrece. Al mismo tiempo hay datos que indican la cantidad de suelo que se pierde. Sin embargo, ello no tiene relevancia si el campesino no vive un proceso de aprendizaje que le ayude a percibir la erosión del suelo desde el corazón. Es decir, el agricultor tiene que sentir y reconocer que la erosión del suelo no sólo le trae consigo bajos rendimientos, alto uso de fertilizantes químicos, abandono de tierras, desánimo y pérdida de tiempo, sino sobre todo, que se lleva la herencia y el futuro de los hijos. Es por ello que aclarar el problema sobre la erosión ha sido, en la práctica, un momento importante para ordenar las acciones en beneficio del mejoramiento de los suelos.

Dicho de otra manera, no tiene caso impartir una serie de talleres sobre abonos verdes, trazos en curvas a nivel o elaboración de compostas, si antes no logramos concientizar y comprometer al campesino. Este proceso le permite aumentar su ánimo y entusiasmo, y no le importa la distancia para acarrear abono orgánico o dedicar jornadas diarias en actividades de recuperación de su tierra. Un campesino, Faustino Pino Flores, nos lo decía de esta manera: «cuando cosechamos café y maíz buscamos caballos para acarrear la cosecha, es justo que hagamos lo mismo llevando materia orgánica a nuestra parcela».

Durante el camino recorrido, también hemos aprendido que el manejo ecológico de suelos entra en los campesinos por la economía y por los resultados inmediatos. A manera de ejemplo: por un lado, el cultivo del fréjol gordo en relación a otras leguminosas ofreció la ventaja de aportar granos para el autoconsumo y generar excedentes para la venta. La cosecha se inicia a los ocho meses después de sembrado el fréjol y año a año la producción del grano se incrementa de manera gradual. Algunos campesinos han reportado cosechas iniciales de 30 kilos por tarea (500 metros cuadrados) hasta llegar, hacia el tercer año, a un promedio de 80 kilos. En Alvaro Obregón una familia alcanzó a cosechar 270 kilos por tarea.

Por su parte, en media hectárea de cafetal, una familia campesina de la comunidad de Guzmanla, cosechó en el ciclo 98-99 alrededor de 12 toneladas de café en cereza y otros más han tenido rendimientos más modestos pero progresivos que fluctúan entre seis y ocho toneladas en una hectárea. Dentro de las prácticas que han ayudado a dinamizar el mejoramiento de cafetales están el chapeo para mantener la cobertura, el aporte de materia orgánica a través de árboles del género *inga* y la poda del café. Este resultado se logró dos años después de haber iniciado el manejo.

A la fecha carecemos de un estudio técnico que evalúe con precisión los resultados obtenidos. No obstante, observaciones directas en campo nos indican cambios favorables en la estructura, la porosidad y la retención de la humedad del suelo. No es difícil ahora para los campesinos apreciar las ventajas adicionales que ofrece la incorporación de prácticas sustentables. Además creemos que las acciones que llevan implícito un proceso de aprendizaje cambian paulatinamente las concepciones y visión del campesino. Los logros alcanzados se fueron dando gradualmente en la medida que los campesinos se involucraron en los proyectos, pero sobre todo, cuando vivieron un proceso de experimentación en su propia parcela.

Recapitulando, si queremos que los campesinos continúen haciendo mejoras en sus predios, los resultados a corto y mediano plazo deben ser exitosos en términos de rendimientos e ingresos. Este es un indicador concreto que ayuda a motivarlos y ganar confianza en la toma de decisiones. Por el contrario, si los campesinos no encuentran respuesta inmediata a su esfuerzo por mejorar su agricultura, todo el tiempo y trabajo realizado queda en el pasado y además un fracaso más en su intento por mejorar su situación de vida y lo que es peor, la pérdida de confianza y credibilidad en los proyectos agrícolas.



**Técnicos y promotores campesinos intercambian comentarios en una parcela de café en asociación con fréjol gordo en espaldera**

Foto: Antonio Crisóstomo Luna

Como hemos visto anteriormente, las prácticas de recuperación y conservación de suelos, por su efecto lento y paulatino, conducen a lograr resultados después de dos o tres años. Es por ello que debemos combinarlas con algunos cultivos que diversifiquen la producción, con la condición necesaria que aporten beneficios inmediatos. Esto significa que el campesino no sólo tiene que innovar prácticas que recuperen y conserven el suelo, sino que además tiene que empezar con dos o tres tecnologías sencillas y complementarias, con la finalidad de que estas innovaciones sean apropiadas y reelaboradas por él mismo, al mismo tiempo que sirvan como punto de partida para que poco a poco introduzca nociones agroecológicas y, de esta manera, logre un manejo integral y sostenible en sus parcelas. ■

- **Fidel González Moreno**. Sociedad Cooperativa Capusia. Ixhuatlán del Café, Veracruz. México. Tel. 01(273) 73. 7. 21. 15. E-mail: jfcompas@hotmail.com.mx

- **Esteban Escamilla Prado**. Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. CRUO - CENIDERCAFE. Huatusco, Veracruz. México. Tel. y Fax 01(273) 73. 4. 07. 64. E-mail: espreschoca@yahoo.com.mx

- **Antonio Crisóstomo Luna**. Promotor Campesino. Sociedad Cooperativa Capusia. Ixhuatlán del Café, Veracruz. México. Tel. 01(273) 73. 7. 21. 15

# En la región central de Cuba

## Trabajo participativo en la recuperación de agroecosistemas frágiles

Pedro J. González, Juan F. Ramírez y Eduardo L. Vieito

Una parte importante de las áreas agrícolas del oeste de la provincia de Villa Clara, en la región central de Cuba, está compuesta por suelos Alfisoles y Ultisoles. Su baja fertilidad natural y su elevada acidez determinan la fragilidad de estos agroecosistemas, cuyo manejo inadecuado representa, por ello, un peligro.

Una evaluación de la dinámica de la fertilidad del suelo, realizada en dos fincas ganaderas de la zona, reveló que en el transcurso de quince años (1985-2000) los contenidos de materia orgánica, fósforo asimilable y la capacidad de intercambio de bases habían disminuido de manera alarmante. De igual modo se constató un incremento significativo de la acidez.

A partir de esos resultados y del deterioro de los indicadores económicos de ambos predios durante ese período, a finales del año 2000 se decidió, con la participación activa de los agricultores, establecer un sistema de manejo integrado del suelo para detener la pérdida de la fertilidad y sentar las bases para su recuperación en un plazo razonable.

El sistema de manejo integrado de la fertilidad del suelo fue diseñado mediante un proceso participativo, con el propósito de involucrar a los agricultores, líderes locales y demás miembros de la comunidad en la búsqueda de alternativas para solucionar el problema, partiendo de sus propias experiencias, habilidades y conocimientos de los agroecosistemas.

A través de encuestas, reuniones de grupos y entrevistas formales e informales, se obtuvo la información necesaria para definir la estrategia a seguir. Como parte de este proceso, se realizó una Evaluación Rural Participativa que incluyó el análisis de las causas que han provocado el deterioro de los suelos, la propuesta de alternativas para la solución del problema y la elaboración de un plan de acción para detener la pérdida de la fertilidad e iniciar su recuperación.

### Los agricultores opinan

En el intercambio de información con los agricultores salió a luz la clara percepción que ellos tenían acerca de la pérdida de la fertilidad de los suelos. Según las opiniones recogidas, las causas fundamentales que la han provocado son:

- Uso de métodos inadecuados de cultivo y preparación del suelo (laboreo excesivo).
- Manejo deficiente de los residuos orgánicos (estiércol y restos de cosechas).
- Poca diversidad de cultivos y escasez de árboles en los agroecosistemas.
- Uso de especies y variedades de plantas «agotadoras» de la fertilidad del suelo.
- Aplicación de esquemas inadecuados de rotaciones de cultivos.
- Sobrepastoreo

Los agricultores señalaron como principales indicadores de la pérdida de la fertilidad del suelo:

- La disminución de los rendimientos de los cultivos.
- El incremento de la dureza de la capa vegetal.
- La poca retención de humedad.
- El aumento de la incidencia de plagas y enfermedades.
- La disminución de las poblaciones de organismos que habitan en el suelo.
- La mayor presencia de malezas.

Este proceso contribuyó a comprender la necesidad de adoptar medidas urgentes para detener la degradación de los suelos.

### El plan de acción y sus primeros resultados

El plan de acción fue propuesto por los propios agricultores, a partir de sus propios conocimientos de los agroecosistemas y de la experiencia acumulada por aquellos que lograron mantener en sus predios técnicas adecuadas de manejo de la fertilidad del suelo. A propuesta de los facilitadores se incluyeron algunas tecnologías y prácticas agrícolas poco o nada conocidas por los agricultores, que en condiciones similares habían arrojado resultados alentadores en la recuperación de la capacidad productiva de los suelos. El cuadro 1 muestra las principales tareas contenidas en el plan de acción.

#### Cuadro 1. Principales tareas contenidas en el plan de acción.

- Capacitar a los productores en el empleo de tecnologías para el manejo sostenible de los suelos.
- Sistematizar el uso de los abonos orgánicos, introducir los fertilizantes biológicos y los abonos verdes / cultivos de cobertura.
- Utilizar sistemas de cultivo y preparación del suelo dirigidos a detener la pérdida de su fertilidad.
- Aplicar esquemas adecuados de rotación y asociación de cultivos.
- Incrementar los recursos fitogenéticos de los agroecosistemas con especies y variedades de interés, adaptadas a la fertilidad actual de los suelos.
- Diversificar la producción de las fincas.

La capacitación se realizó en la mayoría de los casos «de agricultor a agricultor». A través de días de campo, clases prácticas, talleres y reuniones de grupo, los que contaban con resultados palpables en el manejo sostenible de los suelos fueron transmitiendo sus experiencias y conocimientos a los demás miembros de la comunidad. Los facilitadores también impartieron clases y entrenamientos para la aplicación de tecnologías como la lombricultura, el compostaje, la inoculación de semillas de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y el uso de micorrizas, entre otras. Además, contribuyeron a introducir un grupo importante de especies de plantas, de usos múltiples en los agroecosistemas.

Aunque en materia de recuperación de suelos resulta difícil alcanzar resultados notables en un breve período de tiempo, los avances obtenidos vislumbran un futuro promisorio. Por ejemplo, el estiércol y los residuos de cosechas han dejado de ser desechos inservibles para convertirse en recursos valiosos de las fincas, y hoy se aprovechan totalmente. Se ha abandonado el laboreo excesivo y los métodos de cultivo en los que el suelo permanece «desnudo» durante largos períodos de tiempo, para adoptar el laboreo mínimo y el uso de los abonos verdes / cultivos de cobertura.

Los pastos naturales han sido sustituidos por especies de mayor productividad y calidad, como la hierba de guinea (*Panicum maximum*) y el andropogon (*Andropogon gayanus*), en asociaciones con leguminosas como el kudzú (*Pueraria phaseoloides*), el stylo (*Stylosanthes guianensis*) y el siratro (*Macroptilium atropurpureum*). La reforestación de las fincas, incluidas las áreas de pastizales, y la introducción de especies de usos múltiples han contribuido a diversificar e incrementar la producción.

Los agricultores muestran su confianza en el manejo integrado de la fertilidad de sus suelos. De acuerdo con encuestas realizadas, los suelos van tomando un color más oscuro, aumentan su capacidad de retención de humedad, disminuyen la compactación y comienzan a dar muestras de vida con el incremento de la poblaciones de organismos que habitan en él. ■

P. Gonzales, J. Ramírez y E. L. Vieito.

Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes  
Carretera 43 km 1½ Cangrejeras, Bauta, La Habana, Cuba  
E-mail: iipf@ceniai.inf.cu

# Estado microbiológico del suelo, base del manejo integral de un agroecosistema cítrícola

Lisbet Font, Bernardo Calero y Antonio Del Castillo.

La fertilidad del suelo está, en última instancia, controlada por los procesos biológicos y puede ser modificada interactuando con ellos, sin embargo, se la evalúa fundamentalmente a través de las propiedades físicas, químicas y rendimientos de los cultivos, dejando en un segundo plano los aspectos biológicos, quizás por su complejidad de estudio e interpretación (Calero, 1999).

Los suelos ferríticos rojos cultivados de cítricos de la provincia de Camagüey, Cuba, han sido sometidos durante años a la aplicación de diferentes cantidades de fertilizantes químicos con vistas a elevar los rendimientos, sin tener en cuenta su efecto sobre los componentes microbiológicos, por lo que el uso de indicadores microbiológicos resulta de gran importancia para evaluar el efecto de la fertilización continuada sobre la fertilidad del suelo. Para el desarrollo de la investigación, se seleccionaron tratamientos de tres experimentos en naranja Valencia Late, los cuales recibieron durante 10 años diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio; también se seleccionó un suelo sin explotación agrícola (40 Años) con el objetivo de valorar los cambios ocurridos en el suelo, producto de la fertilización y el establecimiento del cultivo.

## Resultados

Se emplearon como índices evaluativos la actividad respiratoria y celulolítica, la capacidad nitrificadora y otros indicadores del suelo y el cultivo. En el caso del nitrógeno (Tabla 1), se aprecia que dosis por encima de 100 kg provocan de forma general una afectación de los indicadores microbiológicos estudiados y los rendimientos; lo que puede estar asociado a una disminución de los microorganismos como consecuencia de la aplicación continuada de altas dosis de este elemento (Guerrero et al., 1997; Alfonso et al., 1998; Calero et al., 1999).

Este fenómeno demuestra que el estudio de estos bioindicadores resulta más sensible para determinar el grado de calidad y los cambios ocurridos en la materia orgánica del suelo que su determinación química (Alef y Nannipieri, 1995; Franzluebbers et al., 1995a), ya que a pesar de que el carbono total del suelo no varía, la calidad de la materia orgánica ha disminuido con el aumento de las dosis de nitrógeno. De esta forma, con el comportamiento microbiológico, se puede diagnosticar el grado de fertilidad del suelo, no apreciable aún con las determinaciones químicas realizadas.

En los experimentos con fósforo y potasio resultó diferente. La adición de estos elementos en dosis crecientes trae consigo una mayor capacidad de los microorganismos en llevar a cabo los procesos de mineralización de los restos orgánicos y esta se revierte en un mayor rendimiento de los cultivos. Resulta interesante destacar que los valores más favorables en estos indicadores coinciden con la zona de mayor rendimiento. De esta manera se puede relacionar de forma directa la productividad de los cultivos con la actividad microbiológica del suelo, ya que proporcionando las condiciones óptimas para el desarrollo de la vida microbiana se puedan obtener los rendimientos más satisfactorios con un mejor equilibrio del agroecosistema.

Los resultados mostraron que la adición continuada de N, P, y K durante 10 años provocó cambios en el estado microbiológico del suelo, resultando perjudicial para la microflora la aplicación de nitrógeno con dosis por encima de 100 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y beneficiosa la adición de fósforo y potasio hasta 150 y 120 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; existiendo una correspondencia entre la actividad respiratoria, celulolítica, nitrificadora, y los rendimientos obtenidos, lo cual evidencia que estos parámetros sirven como indicadores para evaluar la fertilidad y productividad de estos suelos.

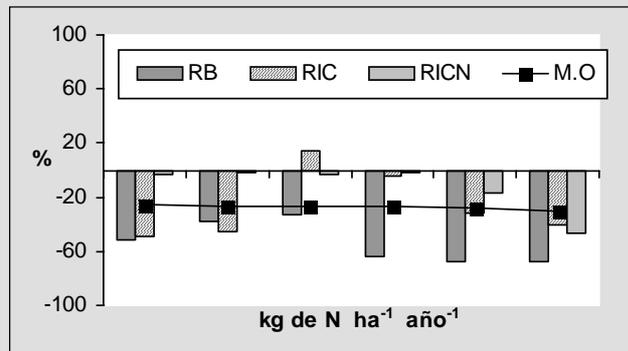
Tabla 1: Análisis de algunos indicadores del SFR y del cultivo en los tratamientos estudiados.

Dosis (Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	RB	RIC	RICN	NR	NP	DC	MO	RDTO
	mg CO <sub>2</sub> 100 g <sup>-1</sup>			mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 100 g <sup>-1</sup>		%	%	t ha <sup>-1</sup>
<b>NITRÓGENO</b>								
0	12.90 <sup>bc</sup>	31.96 <sup>b</sup>	78.73 <sup>abc</sup>	14.89 <sup>bc</sup>	49.06 <sup>a</sup>	31.40 <sup>c</sup>	3.45	16.88 <sup>c</sup>
50	16.36 <sup>ab</sup>	34.80 <sup>b</sup>	81.96 <sup>a</sup>	15.54 <sup>bc</sup>	54.52 <sup>a</sup>	84.80 <sup>a</sup>	3.40	21.35 <sup>ab</sup>
100	17.70 <sup>a</sup>	72.44 <sup>a</sup>	80.84 <sup>ab</sup>	19.99 <sup>b</sup>	30.71 <sup>b</sup>	86.30 <sup>a</sup>	3.39	23.97 <sup>a</sup>
150	9.70 <sup>cd</sup>	60.81 <sup>a</sup>	69.51 <sup>bc</sup>	20.68 <sup>b</sup>	35.32 <sup>b</sup>	87.50 <sup>a</sup>	3.42	21.09 <sup>ab</sup>
200	8.70 <sup>d</sup>	43.32 <sup>b</sup>	56.43 <sup>c</sup>	28.94 <sup>a</sup>	12.10 <sup>c</sup>	88.10 <sup>a</sup>	3.32	20.43 <sup>abc</sup>
250	8.70 <sup>d</sup>	37.87 <sup>b</sup>	42.73 <sup>d</sup>	11.91 <sup>b</sup>	4.33 <sup>c</sup>	53.50 <sup>b</sup>	3.21	12.25 <sup>bc</sup>
Es	1.18 *	0.05 *	4.16 *	1.79 *	3.22 *	0.08*	0.08 <sup>ns</sup>	1.09*
<b>FÓSFORO</b>								
0	8.66 <sup>b</sup>	30.09 <sup>b</sup>	30.09 <sup>c</sup>	9.80 <sup>b</sup>	28.11 <sup>b</sup>	48.16 <sup>b</sup>	3.00	17.82 <sup>c</sup>
50	16.36 <sup>a</sup>	52.19 <sup>a</sup>	60.90 <sup>b</sup>	31.71 <sup>a</sup>	40.78 <sup>b</sup>	96.0 <sup>a</sup>	3.42	21.75 <sup>b</sup>
100	16.36 <sup>a</sup>	78.05 <sup>a</sup>	78.30 <sup>a</sup>	38.59 <sup>a</sup>	45.83 <sup>ab</sup>	96.7 <sup>a</sup>	3.45	26.08 <sup>b</sup>
150	20.33 <sup>a</sup>	72.61 <sup>a</sup>	86.09 <sup>a</sup>	42.24 <sup>a</sup>	68.45 <sup>a</sup>	97.5 <sup>a</sup>	3.40	23.33 <sup>b</sup>
Es	1.98 *	0.06 *	0.06 *	5.58 *	6.45 *	0.03*	0.11 <sup>ns</sup>	1.06*
<b>POTASIO</b>								
0	8.66 <sup>b</sup>	81.79 <sup>c</sup>	92.37 <sup>b</sup>	17.25 <sup>b</sup>	26.69 <sup>b</sup>	91.67	3.22	21.65
30	18.29 <sup>ab</sup>	92.37 <sup>b</sup>	98.15 <sup>ab</sup>	16.98 <sup>b</sup>	27.69 <sup>b</sup>	95.69	3.23	22.14
60	23.10 <sup>a</sup>	95.26 <sup>ab</sup>	109.69 <sup>a</sup>	21.10 <sup>ab</sup>	55.32 <sup>a</sup>	98.40	3.85	22.80
90	27.90 <sup>a</sup>	97.18 <sup>ab</sup>	103.92 <sup>ab</sup>	19.50 <sup>ab</sup>	51.72 <sup>a</sup>	98.14	3.56	25.31
120	23.09 <sup>a</sup>	102.0 <sup>a</sup>	106.81 <sup>a</sup>	24.08 <sup>ab</sup>	51.60 <sup>a</sup>	90.04	3.59	23.44
Es	3.52 *	2.43 *	3.47 *	1.42 *	1.63 *	1.10 <sup>ns</sup>	0.17*	1.28 <sup>ns</sup>

Significado de los términos en acrónimos:

**SFR:** Suelo Ferrítico Rojo  
**RB:** Respiración Basal  
**RIC:** Respiración Inducida con Carbono  
**RICN:** Respiración Inducida con Carbono y Nitrógeno  
**NR:** Nitrificación Real

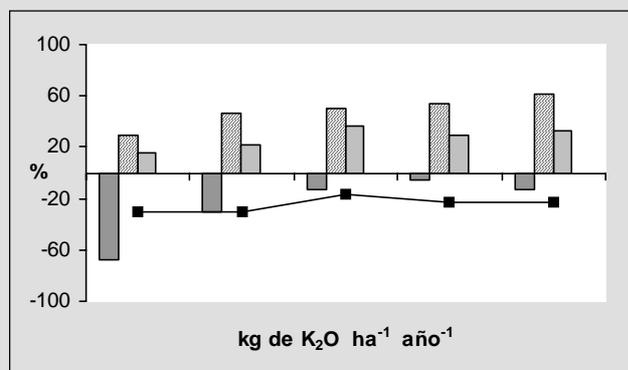
**NP:** Nitrificación Potencial  
**DC:** Descomposición de a Celulosa  
**MO:** Materia Orgánica  
**RDTO:** Rendimiento



	M.O	RB	RIC	RICN
0	a	ab	b	a
50	a	a	b	a
100	a	a	a	a
150	a	b	a	a
200	a	b	b	b
250	b	b	b	c
Esx	1,61*	5,28*	6,70*	3,11*



	M.O	RB	RIC	RICN
0		b	b	c
50		a	a	b
100		a	a	a
150		a	a	a
Esx	2,30 <sup>ns</sup>	7,09*	9,41*	5,43*



	M.O	RB	RIC	RICN
0		b		
30		a		
60		a		
90		a		
120		a		
Esx	4,06 <sup>ns</sup>	1,08*	4,22 <sup>ns</sup>	3,73 <sup>ns</sup>

Fig. 1. Efecto de los sistemas de fertilización y cultivo en el SFR

Además, el suelo presentó cambios en su fertilidad y en la calidad del producto de la explotación agrícola (Fig: 1), los cuales fueron menos acentuados en los tratamientos donde se logra un mejor equilibrio entre los indicadores microbiológicos estudiados y la materia orgánica del suelo, lo cual coincide con 100 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de N, entre 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y a partir de 30 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; obteniéndose así un incremento de los rendimientos con menores costos de producción, logrando que los tratamientos con 100 kg de nitrógeno, 100 kg de fósforo y 90 kg de potasio sean los más rentables con mayores ganancias: por cada \$ 100.00 invertidos se ganan \$ 47.60, \$ 51,40 y \$ 49.10, respectivamente. Además, se logra disminuir las cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, que de no ser utilizadas en forma adecuada, pueden deteriorar el recurso natural suelo, lo que trae como consecuencia la generación de procesos degradativos del medio físico, económico y social de las poblaciones involucradas y su entorno.

L. Font, B. Calero y A. del Catillo. Instituto de Suelos, Cuba.

### Referencias

- Alef, K. y P. Nannipieri. 1995. *Methods in applied soil microbiology and Biochemistry*. Ed. Academic Press inc San. Diego: 575 pp.
- Alfonso, C. A.; B. Calero; L. Morejón; V. Somoza; A. Guerrero y M. Monedero. 1998. *Rehabilitación de Ferrasols degradados por compactación en el Sur de la Habana*. Memorias del 16 Cong. Inter. de la Ciencia del Suelo. Montpellier, Francia. Vol. III: p. 561.
- Calero, B.; A. Guerrero; C. Alfonso; V. Somoza y E. Camacho. 1999. *Efecto de la fertilización mineral sobre el estado microbiológico del suelo*. *Rev. La Ciencia y el hombre*. Univ. Veracruzana. México.
- Franzluebbers, A.; D. Zuberer y F. Hon's. 1995a. *Comparison of microbiological methods for evaluating quality and fertility of soil*. *Biol. Fert. Soils*. 19: 135-140
- Guerrero, A.; B. Calero y C. Alfonso. 1997. *Efecto de la fertilización y la labranza sobre el estado microbiológico de un suelo Ferralítico Rojo Compactado*. IV Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo y Reunión Internacional de Rizosfera. Resúmenes: p. 68



Un grupo de la Escuela de Campo de Agricultores discute la calidad de sus suelos

Foto SSMP

Durante siglos, los agricultores de las montañas de Nepal han desarrollado complejos sistemas agrícolas integrando cultivos, crianza de animales y el manejo de bosques y pastizales. El principal recurso para mantener la fertilidad del suelo es el estiércol del ganado. Cerca de 32% del forraje usado proviene de los residuos de cultivos, y el resto de bancales y bosques. Aunque hay poco forraje, y por lo tanto la producción de leche es reducida, uno de los propósitos de mantener la crianza de animales es para la producción de abono.

En los últimos siglos, por necesidad y por las oportunidades que se presentaban, los agricultores han cambiado y adaptado sus sistemas agrícolas constantemente. Desde hace varios siglos, se introdujeron en las montañas cultivos nuevos como el maíz y la papa, y ahora éstos se han convertido en alimentos básicos y contribuyen a la seguridad alimentaria. La expansión de cultivos de frutas y hortalizas es un fenómeno más reciente y ha mejorado la calidad de los alimentos y el ingreso de las fincas. Al mismo tiempo, los agricultores han mantenido prácticas tradicionales tales como la construcción de terrazas, manejo de estiércol, cultivos asociados con leguminosas y aplicación de mulch, en lugares apropiados.

### En busca de innovaciones

Los agricultores han tenido que enfrentar nuevos retos debido a la rápida intensificación del uso de la tierra y al reducido acceso a la biomasa de los terrenos públicos, más acceso a los mercados de insumos y productos, y por verse expuestos a nuevos cultivos y sistemas de cultivos. Por eso, las organizaciones de apoyo a los agricultores necesitan acelerar los esfuerzos de los agricultores para incrementar la productividad del sistema agrícola con nuevas prácticas y conocimientos y, al mismo tiempo, mantener su diversidad y sostenibilidad.

Este artículo presenta un resumen de las experiencias de la promoción del Manejo Sostenible del Suelo (MSS) de más de 50 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, en el marco del Programa de Manejo Sostenible del Suelo, cuyas siglas en inglés son SSMP. Desde 1999, más de 1 400 familias en 10 distritos montañosos han participado directamente en las actividades del proyecto, en más de 1 500 ensayos de campo o demostraciones anuales. Y cerca de 700 agricultores participaron en una reciente evaluación del programa. A continuación se exponen los principales puntos que destacan hasta ahora.

### Oportunidades técnicas para un Manejo Sostenible del Suelo

Se han identificado diferentes oportunidades para mejorar el manejo del suelo, y, en los últimos tres años, los agricultores las han confirmando. Por ejemplo:

- **La calidad del estiércol de corral de la finca** puede incrementarse descomponiéndolo mejor; con un manejo adecuado de la orina y del estiércol se puede incrementar el contenido de nitrógeno 2 o 3 veces (de 0,5% a 1,5%). La recolección de la orina y un manejo apropiado del estiércol, en especial, son prácticas nuevas para la mayoría de los

Programa de manejo sostenible del suelo

## Sosteniendo la fertilidad del suelo: Prácticas y métodos útiles en la agricultura de montaña

agricultores, ya que muchos sólo alimentan a los animales estabuladamente desde la última década o en las dos últimas. Las anteriores recomendaciones para el estiércol (uso de un iniciador, remoción, etc.) provenían de la preparación del compost y probaron ser demasiado laboriosas, con mucha demanda de tiempo, y no tomaban en consideración la importancia de la recolección de la orina y la preservación del nitrógeno.

- **Abono líquido**, puede ser preparado de la orina y de varios extractos de plantas ricas en minerales o en compuestos vegetales secundarios. Estos «tés para abonar» probaron ser unos fertilizadores líquidos efectivos para cultivos de hortalizas y también para el manejo orgánico de plagas y enfermedades. En algunas zonas están surgiendo sistemas locales de comercialización de esos «tés para abonar». El uso de fertilizante de úrea ha disminuído en varias áreas donde ya se emplean abonos líquidos.

- **El aumento de la disponibilidad de forraje** de árboles y pastos en tierras de tenencia privada, ha mejorado la oferta y la calidad del forraje para los animales. La cantidad y la calidad del abono de origen animal se ha incrementado (hay que recordar que el 80% del nitrógeno en el forraje se excreta por la orina). Además, se ha reducido la carga de trabajo para recolectar y transportar el forraje, en especial para las mujeres.

- **El cultivo de leguminosas** no fue una intervención exitosa en muchas áreas. Sin embargo, se extendió considerablemente cuando las especies de leguminosas fueron seleccionadas por los agricultores y eran apropiadas para las condiciones ecológicas y las oportunidades de mercado locales. El cacahuate o maní, por ejemplo, atrajo la atención de los agricultores como un cultivo que les proporcionaba dinero en efectivo, con un potencial de procesamiento local y comercialización por las mujeres. Los agricultores han adoptado el Fréjol de Cuatro Estaciones, una variedad trepadora de *Phaseolus vulgaris*, como hortaliza y cultivo alimenticio.

- **Los sistemas de agroforestería de varios pisos** han llamado la atención de los agricultores de la región occidental y central, quienes intercalan cultivos de café (un nuevo cultivo comercial para la mayoría de los agricultores), jengibre, árboles frutales, hortalizas y árboles forrajeros. Los árboles que dan sombra son esenciales para el manejo sostenible de las plantaciones de café porque así se minimizan los daños causados por las plagas de perforadores de tallos, el estrés por sequía y las bajas temperaturas en invierno.

- **Cultivos de alto valor comercial en el Manejo Sostenible del Suelo (MSS)**, como por ejemplo hortalizas frescas en áreas con acceso a mercados, o jengibre en lugares más alejados, han estimulado a que los agricultores cuiden sus tierras y la fertilidad de sus suelos.

Inicialmente se pensaba que los cultivos comerciales de ciclos cortos contribuían a una sobre explotación del suelo y a la disminución de su fertilidad. Sin embargo, los estudios de campo han confirmado que, si se les suministra información acerca de los cultivos económicamente rentables junto con la información del manejo sostenible del suelo, los agricultores invierten más en la fertilidad del suelo. Así fue como aumentó la producción de forraje y de abono animal en estas fincas.

- **Los fertilizantes** podrían ser responsables de al menos 25 a 30 kg adicionales de producción maíz por kg de nitrógeno aplicado, siempre que se use el fertilizante a tasas bajas o moderadas, que se aplique correctamente y que se sincronice bien con la demanda del cultivo. Aquellos agricultores que viven en áreas accesibles han comenzado a complementar el abono animal con capas superficiales de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, todavía hay limitaciones en la experiencia que tienen los agricultores acerca del tipo, la cantidad, el tiempo y la

ubicación de los fertilizantes en combinación con el manejo indígena del abono orgánico.

### Retos técnicos para el manejo sostenible del suelo

Aún siguen sin solucionarse algunos retos importantes. Aquí invitamos a los lectores a proporcionarnos ideas de cómo enfrentarlos.

- **Evitar la acidificación gradual de los suelos** es el reto más importante para mantener la estabilidad del suelo en las montañas. Al menos un tercio de los suelos tiene de por sí un pH bajo, y van a acidificarse aún más si se extiende el uso de fertilizantes inorgánicos y se reduce la aplicación de materia orgánica.
- Otro reto importante para el manejo de la sostenibilidad de los suelos es **incrementar la disponibilidad de fósforo**. Muchos suelos tienen considerables reservas de fósforo. Una gran parte del fósforo disponible está ligado a la dinámica de la materia orgánica («fósforo orgánico»), y el manejo de esas reservas de fósforo, en particular en suelos ácidos, tiene que ser estudiado. Aquí podría ser relevante las experiencias en la aplicación de micorrizas o de cultivos que movilizan el fósforo.
- En un enfoque integrado de manejo de la fertilidad del suelo y de suelos saludables, se requiere un **manejo orgánico de plagas y enfermedades, en particular de las plagas del suelo y de las enfermedades transmitidas a través de la tierra**. Será bienvenida cualquier experiencia en el manejo de la larva blanca y de las hormigas rojas, en particular, y de las hortalizas orgánicas en general.

La investigación de los últimos 5 años ha confirmado la necesidad del uso combinado de diferentes prácticas de manejo para mantener o mejorar la fertilidad del suelo, en un «Sistema Integrado de Manejo de Nutrientes de Plantas». En el año 2001 se inició un esfuerzo en conjunto entre el personal del Consejo de Investigación Agrícola de Nepal, el Departamento de Agricultura, el Ministerio de Agricultura y Cooperativas y diferentes ONGs, para diseñar e implementar Escuelas de Campo de Agricultores en Sistema Integrado de Manejo de Nutrientes de Plantas. Los primeros ensayos de campo indican que se puede reducir al menos a la mitad el uso de insumos externos, o eliminarlos completamente (usando orina en vez de urea) sin disminuir la producción. En 2002 se han implementando más de 20 Escuelas de Campo de Agricultores sobre el Sistema Integrado de Manejo de Nutrientes de Plantas (SIMNP).

### Oportunidades metodológicas

La promoción del Manejo de la Sostenibilidad del Suelo no sólo se fundamenta en intervenciones técnicas, sino que también es un proceso social. Las organizaciones que trabajan en el programa de MSS usan diferentes enfoques, métodos y técnicas para promover el MSS. En los últimos años, algunos han pasado por un ciclo de aprendizaje y mejoramiento. Este proceso continúa, pero ya se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- **Conocimientos indígenas y conocimientos nuevos:** los agricultores, mujeres y hombres, confían en sus conocimientos indígenas. Los nuevos conocimientos complementan los conocimientos indígenas. Por eso, los métodos de extensión que conllevan discusiones y un aprendizaje interactivo entre los agricultores son los más apropiados. Las herramientas visuales más conocidas para caracterizar los suelos (es decir: papel para medir pH, agua oxigenada, bolsas de basura, cajas de erosión) probaron ser esenciales para estimular las discusiones. El enfoque de la Escuela de Campo de Agricultores para el Sistema Integrado de Manejo de Nutrientes de Plantas se centra en ese tipo de proceso de aprendizaje.
- **Fertilidad del suelo y productividad de la tierra:** varias encuestas revelan que el concepto que tienen los agricultores acerca de la fertilidad del suelo está estrechamente relacionado con la productividad de la tierra. El interés que tienen los agricultores en las prácticas de Manejo de la Sostenibilidad del Suelo es más alto si es que se le vincula estrechamente con prácticas complementarias para incrementar la productividad del suelo (por ejemplo, hortalizas con mejor abono orgánico).
- **Experimentación conducida por agricultores:** Los agricultores necesitan integrar nuevas prácticas en sus sistemas agrícolas de montaña, que son altamente heterogéneos. Durante los años 2000 y 2001, algunas organizaciones exploraron métodos de la experimentación conducida por agricultores. Los más comunes consistieron en experimentos simples con cultivos intercalados, arreglos de cultivo, estiércol y orina. Esto probó ser efectivo para incrementar el rol de los agricultores y su compromiso en las pruebas

generales y en el proceso de difusión. En el año 2002, estas experiencias fueron compartidas con otros y más de 30 organizaciones han comenzado a apoyar las experimentaciones conducidas por agricultores.

- **Consecuencias del MSS para las mujeres:** un poco más del 50% de todos los agricultores que participaron en las actividades de campo fueron mujeres. Sin embargo, esta participación cuantitativa no fue suficiente, particularmente en comunidades más tradicionales. Por eso se trató de evaluar, junto con los agricultores, las consecuencias de adoptar prácticas específicas de MSS para las agricultoras y para los agricultores. Así se identificaron acciones específicas para enfrentar la equidad de género, y ahora, éstas se han convertido en parte de la estrategia, en un programa técnicamente orientado.

### Retos metodológicos

- **Planificación, monitoreo y evaluación participativos (PMEP):** la introducción de nuevas prácticas del MSS en sistemas tradicionales y complejos es un proceso gradual de ensayos, adaptación y aprendizaje. Las encuestas participativas en áreas del proyecto probaron tener un carácter consultivo y estuvieron dominadas en gran medida por el personal de las organizaciones. Es más, las encuestas rápidamente perdían actualidad debido a los cambios en las oportunidades y en los problemas percibidos por los agricultores. Por eso, se considera esencial un proceso regular de la PMEP en la comunidad de agricultores para ajustar los proyectos a nuevas necesidades y oportunidades. El Programa Manejo Sostenible del Suelo (SSMP por sus siglas en inglés) apoya esto a través de planes anuales (Propuestas de Actividades), con los correspondientes presupuestos para cada proyecto. Sin embargo, el proceso global de aprendizaje con los agricultores necesita ser reforzado. Sería muy conveniente tener un intercambio de experiencias en PMEP y sobre la integración de un aprendizaje constante en los ciclos de los proyectos.
- **Difusión de agricultor a agricultor:** ya que el mejoramiento del MSS es el resultado de la integración de los conocimientos y prácticas nuevos con los tradicionales, los agricultores con experiencia resultaron ser los mejores promotores locales del MSS. Adicionalmente, la extensión en base a la demanda tiende a ser más efectiva y eficiente que la extensión obligada. Por eso, desde 2001 se ha sometido a prueba un nuevo enfoque de la difusión de agricultor a agricultor. Los agricultores más experimentados reciben capacitación adicional que les permite ofrecer sus servicios como experto local. Se espera que unos 400 grupos de agricultores contraten los servicios de estos agricultores, con un pequeño apoyo de los proyectos. Se necesita conocer más acerca de las maneras de apoyar la difusión de agricultor a agricultor, según las demandas.

### Políticas gubernamentales

Los recientes cambios de las políticas gubernamentales han apoyado, en general, el MSS. El fin de los subsidios a los fertilizantes, el reconocimiento de los suplementos orgánicos como fertilizantes y la incorporación del Sistema Integrado de Manejo de Nutrientes de Plantas en la política de fertilizantes han creado un nuevo marco referencial. El reconocimiento y la promoción de la asociación entre organizaciones públicas y privadas en el desarrollo agrícola consignados en diferentes documentos de política permiten nuevas colaboraciones institucionales. El manejo forestal comunal ha reforzado la confianza en los mecanismos locales de manejo. Estos cambios fueron esenciales para crear un entorno favorable. Coincidieron, y en parte fueron responsables en fortalecer cada vez más a los actores de la sociedad civil en el país. La implementación gradual y la internalización de esos cambios, sin embargo, requieren esfuerzos continuos y, a veces, emprender nuevas luchas. ■

*Este artículo resume el trabajo y las experiencias de muchas personas y organizaciones. Para obtener mayor información por favor contacten a : STSS, Department of Agriculture, Harihar Bhawan, Lalitpur, Nepal; o a PSU, SSMP, GPO Box 688, Katmandú, Nepal. E-mail: psussmp@wlink.com.np*

*SSMP es coordinado por Helvetas e Intercooperation, con ayuda del Gobierno de su Majestad de Nepal y la Agencia Suiza para Desarrollo y Cooperación.*



En Sri Lanka, los agricultores están desarrollando una nueva herramienta manual para el deshierbe con el fin de lograr que el SIA sea menos intensivo en mano de obra Foto: Norman Uphoff

# El Sistema de Intensificación del Arroz está en su mejor momento

Norman Uphoff y Erick Fernandes

Desde 1999 se está difundiendo en muchos países el Sistema de Intensificación del Arroz (SIA), que fuera desarrollado en la década de 1980 en Madagascar por Henri de Laulanié, junto con la asociación de ONGs Tefy Saina y muchos pequeños agricultores. La gente se ha visto motivada para experimentar este enfoque y evaluarlo por sí misma, después de la aparición de diferentes artículos y presentaciones sobre SIA en foros nacionales e internacionales, especialmente los del Dr. Norman Uphoff, Director del Instituto Internacional de la Universidad de

Cornell, Estados Unidos, para la Alimentación, Agricultura y Desarrollo, (con la siglas CIIFAD, en inglés).

Más que una «tecnología», el SIA es un «sistema». Se basa en la información interna del potencial que tiene el arroz para producir más brotes, raíces y granos de lo que se observa en la actualidad, y porque se sabe que este potencial se puede lograr al transplantarlo tempranamente y al observar ciertas condiciones para un crecimiento óptimo (espaciamiento, humedad, suelos biológicamente activos y sanos, y condiciones aeróbicas del suelo durante la fase vegetativa). Estos principios se traducen en un conjunto de prácticas «iniciales»: transplante cuidadoso de las plántulas jóvenes colocando una por sitio, sin agua estancada durante la fase de crecimiento vegetativo; aplicación de compost; y, deshierbe temprano y frecuente. Se invita a que los practicantes del SIA mejoren estas prácticas para observar cuáles son más efectivas, en sus situaciones en particulares.

El enfoque del SIA ha sido probado por lo menos en 17 países con una amplia gama de climas y de otras condiciones. Los agricultores han trabajado con muchas variedades diferentes (tradicionales, de alto rendimiento e híbridas) y con diversas prácticas de fertilidad del suelo (orgánicas, químicas y con una combinación de las dos), y han desarrollado numerosas variantes y mejoramientos en las prácticas «básicas».

## Primera Conferencia Internacional

A medida que aparecieron validaciones científicas de la experimentación de los agricultores y de los científicos, llegó el momento de llevar a cabo una conferencia internacional sobre el Sistema de Intensificación del Arroz. Esta conferencia fue organizada por CIIFAD y por el Centro Nacional Chino de Investigación y Desarrollo de Arroz Híbrido, co-auspiciado por ATS y el Instituto Nacional Chino de Investigación del Arroz, y tuvo lugar del 1 al 4 de abril, 2002, en Sanya, China. El objetivo fue comprender mejor las variaciones de las prácticas y los resultados obtenidos, y establecer

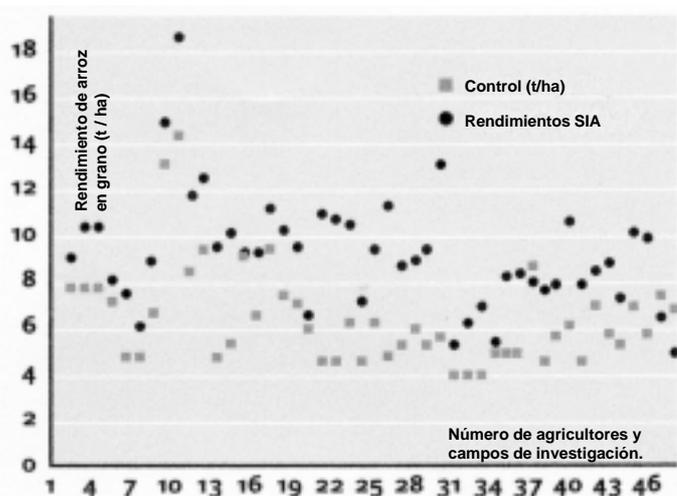


Figura 1: Rendimientos comparativos de arroz, reportados de casos donde se disponía de información del rendimiento del sistema SIA y también de las parcelas testigo

medios de comunicación que podrían facilitar la evaluación de las diferentes innovaciones y compartir ampliamente esta información, para que agricultores de muchos países pudieran tener a mano un «menú» más amplio de las prácticas del SIA, y así poder elegir las adecuadas.

En la conferencia se presentaron informes de China, Indonesia, Filipinas, Camboya, Laos, Tailandia, Myanmar, Bangladesh, Sri Lanka, India, Nepal, Gambia, Madagascar, Sierra Leona, Cuba, Perú y de los Estados Unidos de América. Este artículo presenta una recopilación de los principales hallazgos y comentarios.

## Ventajas

En las ponencias de la Conferencia se presentaron varios beneficios asociados con las prácticas del SIA, y los más importantes son un incremento al **factor global de productividad**. Las ventajas específicas incluyen:

- **Mayor rendimiento:** lo normal fue del incremento en los rendimientos de 50-200%, con una producción de 4-8 toneladas / ha, aunque fueron frecuentes los informes sobre producciones mayores a 10 toneladas por hectárea (ver Figura 1).
- **Mayores ingresos para los trabajadores,** con mayor producción por día trabajado.
- **Ahorro de agua:** hasta 50%, junto con una mayor productividad por unidad de agua usada.
- **Menos requerimiento de semillas:** se usan 5-10 kg de semillas, lo que representa 5-10 veces menos que la cantidad utilizada en las prácticas regulares; esto abarata los costos de las semillas mejoradas e híbridas para los agricultores.
- **Menos requerimientos de insumos comprados (agua, fertilizantes, semillas y plaguicidas),** y menores costos de producción, lo cual contribuye a que los agricultores obtengan **mayores ingresos**.
- **Mejor calidad de semillas:** los métodos del SIA hacen posible incrementar considerablemente los rendimientos de las variedades tradicionales de arroz cultivadas orgánicamente por las que se pueden obtener mejores precios. Además, la multiplicación de las «semillas de productor» puede ser más rápida ya que se producen más granos de una única semilla.
- **Diversificación de la producción:** se necesita menos tierra para producir la misma cantidad de arroz, lo cual deja áreas libres para otros sembríos, como plantas para abono verde o cultivos de mayor valor.
- **Beneficios para el medio ambiente,** que son el resultado de una menor demanda de agua, y del menor uso o no uso de agroquímicos.

## Las desventajas reportadas incluyen:

- **Necesidad de un buen control del agua,** para poder aplicar pequeñas cantidades de agua cuando sea necesario para mantener la humedad del suelo sin saturarlo, y no para inundar continuamente los campos sembrados. Los agricultores que no tienen ese control o que no tienen fuentes confiables de agua logran pocos o ningún beneficio de las prácticas del SIA

## Recuadro 1. División de género en el trabajo del SIA

No sabemos cuánto afecta el SIA a la división del trabajo según el género, dentro de las familias; y, por lo tanto, tendrá que ser evaluado como un tema prioritario. Ya que el SIA requiere más mano de obra por hectárea, por lo menos inicialmente, hay cierta preocupación que esto pueda incrementar la carga laboral de las mujeres, quienes generalmente realizan los trasplantes. El ahorro del tiempo de trabajo en la instalación de almácigos y en el manejo del SIA, es por lo general un beneficio para los hombres.

Sin embargo, después de conversar con mujeres que realizan los trasplantes SIA en Sri Lanka, se observó que, después del primer año, una vez seguras del manejo de las plántulas muy jóvenes, ellas encontraron métodos SIA más fáciles y más rápidos. Ya que se transplanta plántulas más livianas y en menor cantidad de plántulas, no informaron que una vez encontrada la técnica más cómoda («que produce menos dolor de espalda») el transplantar las plántulas en el SIA se había convertido en un trabajo más rápido para ellas.

En Madagascar, todavía siguen quejándose del método que les demanda tiempo y esfuerzos adicionales, pero allí se sigue marcando con sogas el espaciamiento para el trasplante y no trazando la superficie de los campos con simples rastrillos de madera. Un mayor rendimiento probablemente incrementa la carga laboral de las mujeres durante la cosecha, pero, una mayor cosecha ayuda a mantener la seguridad alimentaria de las familias, lo cual es responsabilidad y tarea de las mujeres.

- **Necesidad de mayor mano de obra,** por lo menos durante el primer o los dos primeros años, mientras que se aprenden las destrezas para usar las prácticas del SIA de una manera rápida y con seguridad (Ver recuadro 1). Esto puede constituir un obstáculo para la adopción de las prácticas, aun en familias de escasos recursos económicos, que tienen más exigencias de mano de obra, especialmente si necesitan ingresos inmediatos por su trabajo para satisfacer las necesidades de subsistencia. En esta etapa del desarrollo, el SIA es de particular interés para los pequeños agricultores que tienen suficiente mano de obra en la familia. El reto es desarrollar prácticas adecuadas para un SIA en situaciones donde la mano de obra es más costosa y para una agricultura a mayor escala, mecanizada.
- **Cambio drástico de las prácticas agrícolas,** lo que no siempre es fácilmente aceptado por los agricultores, por sus comunidades, por los investigadores y/o por los gobiernos.
- **Necesidad de mayor habilidad** de los agricultores, de quienes se espera puedan adaptar las prácticas del SIA a sus condiciones particulares, después que realicen sus propios ensayos y evaluaciones. Esto, por supuesto, contribuirá al desarrollo de los recursos humanos, lo cual es un beneficio y no solamente un gasto.

## Experiencias y observaciones de campo

**Uso de plántulas jóvenes.** Según los resultados en Madagascar, ésta es probablemente la práctica más importante del SIA, y

**Tabla 1. Resultados de ensayos factoriales, comparando respuestas de rendimiento en suelos arcillosos y margosos, Anjomakely, Madagascar, 2001**

	SUELO ARCILLOSO							
	Continuamente inundado				Manejo de agua del SIA			
	Plantas de 20 días		Plantas de 8 días		Plantas de 20 días		Plantas de 8 días	
	3 por sitio	1 por sitio	3 por sitio	1 por sitio	3 por sitio	1 por sitio	3 por sitio	1 por sitio
Sin fertilizante	2,26	2,78	3,09	3,75	4,82	5,42	5,65	6,25
NPK	<u>3,00</u>	5,04	5,08	6,07	7,16	8,13	8,15	8,77
Compost	3,71	4,50	6,72	7,45	6,86	7,70	9,32	<b>10,35</b>
	SUELO MARGOSO							
NPK	<u>2,04</u>	2,78	2,60	3,15	3,89	4,36	4,44	5,00
Compost	2,03	2,44	3,41	4,10	3,61	4,07	5,17	<b>6,39</b>

Las cifras reportadas para los rendimientos (toneladas por hectárea) son promedios de seis parcelas de ensayos replicados. El rendimiento promedio con prácticas convencionales se muestra subrayado, y las prácticas totalmente del SIA se muestran en negritas. En todos los ensayos se usó una variedad tradicional (arroz rojo), y el tipo de suelo fue una de las variables evaluadas. Estos ensayos (N=240) fueron conducidos en una aldea a 18 Km al sur de Antananarivo, en la meseta alta. Rajanonison en el 2000 y Andriankaja en el 2001, tienen datos más completos de ensayos factoriales, y estos resultados se consignan en las actas de la conferencia.

produce unas 2,5 toneladas más por hectárea, manteniendo iguales las demás condiciones (Tabla 1). Algunos agricultores han hecho ensayos con plántulas de 5 días; otros han preferido plántulas de mayor edad (3 a 4 semanas), por ejemplo, debido al crecimiento más lento en climas más fríos. Dos evaluaciones en Madagascar han demostrado claros beneficios en el uso de plántulas más jóvenes. El consejo de comenzar usando plántulas de 8 a 12 días sigue siendo válido, pero la decisión sobre la edad de las plántulas necesita adecuarse a las diferencias de las variedades y de climas.

**Reñoños efectivos.** Hay una amplia variedad de los retoños obtenidos y también en su efectividad. A veces hasta el 50% de los retoños son improductivos, lo que no se puede explicar muy bien. Con frecuencia los retoños efectivos están en el orden del 60 al 80%, y en algunas parcelas, llegan al 80 o 90%. Un tema importante de investigación es cómo optimizar los retoños efectivos.

**Transplantes rápidos y cuidadosos.** Los agricultores no tienen dificultad en transplantar plántulas en 30 minutos, o preferiblemente, en 15 minutos, si es que establecen sus almácigos cerca del campo. Han encontrado que el uso de una paleta u otra herramienta ayuda a minimizar el estrés para las plántulas tiernas, al extraerlas del almácigo para transplantarlas. A veces se siembran las pequeñas plántulas en marcos de madera o de bambú que pueden ser mantenidos en la casa o cerca de ella, para protegerlas y después llevarlas al campo. De esta manera, sólo se extraen las plántulas una vez, en el momento del transplante.

Se reduce el trauma durante el transplante prestando atención a las mezclas de suelos que se usan en los almácigos, y aplicando prácticas adecuadas de manejo de agua. En Sri Lanka, por ejemplo, han dado buenos resultados los almácigos con una mezcla que consiste en un tercio de tierra, un tercio de arena y un tercio de abono de aves de corral.

**Variedades tradicionales, mejoradas o híbridas.** Todas las variedades usadas hasta ahora han dado mayores rendimientos con prácticas de SIA, aunque no sorprende que algunas variedades respondan mejor que otras, es decir, que produzcan más retoños o que den más cantidad de granos. Se observó que las variedades de 120 y 140 días respondieron con mayor productividad, pero aún se requieren más estudios para confirmar esto. Con variedades de alto rendimiento o con híbridos se han obtenidos los mejores rendimientos de SIA (alcanzando 16 toneladas por hectárea o más), aunque las

variedades tradicionales, consideradas de bajo rendimiento también han mostrado rendimientos mayores. Ya que estas últimas variedades son preferidas por su sabor y por otras cualidades, obtienen mejores precios en el mercado y pueden volverse populares si se cultivan usando métodos SIA que incrementen su rendimiento a 6-10 toneladas por hectárea.

**Número de plántulas por montículo.** Se pueden obtener buenos resultados plantando una o dos plántulas por sitio. Cuando los suelos son pobres es mejor usar 2 plántulas por sitio hasta que se mejore la calidad del suelo. Hay suficiente evidencia de que 3 plántulas por sitio o más, retardan el crecimiento debido a la competencia de las plantas debajo y encima de la superficie del suelo, y por eso, no se necesita mayor experimentación. En buenos suelos, los mejores resultados han sido obtenidos con una sola plántula.

**Amplio espaciamiento.** Algunos de los mayores rendimientos observados con el SIA han sido obtenidos en suelos de excelente calidad, con un espaciamiento muy amplio de 50 x 50 cm. Pero, el espaciamiento es algo que se tiene que optimizar y no maximizar, ya que se desea el mayor número de brotes con grano por metro cuadrado. Este número se ve influenciado por varios factores (calidad del suelo, variedad) y también por las prácticas del SIA utilizadas, de las cuales una es el espaciamiento. Se aconseja a la mayor parte de los agricultores que comiencen con un espaciamiento de 25 x 25 cm. Con frecuencia, los mejores resultados han sido obtenidos con un espaciamiento de 35 x 35 cm, pero, en suelos muy pobres, podría ser mejor uno de 20 x 20 cm.

**Técnicas de espaciamiento.** En vez de usar las soguillas para lograr un espaciamiento deseado y exacto, algunos agricultores en Madagascar y en Sri Lanka ahora usan rastrillos de maderas con púas, espaciadas a 25 cm o a intervalos mayores, para marcar un trazado de líneas en un cuadrado, en la superficie fangosa de las camas de arroz cubiertas de lodo. Los agricultores dicen que esto acelera considerablemente el transplante (Ver Recuadro 2).

**Manejo del agua.** Hay abundante evidencia de que en muchas situaciones, es mejor mantener el suelo húmedo pero no saturado, durante el período de crecimiento vegetativo. La recomendación del SIA es aplicar pequeñas cantidades de agua

## Recuadro 2. Adaptación e innovación de prácticas del SIA en Sri Lanka

Una de las razones de la rápida difusión del SIA en Sri Lanka es el entusiasmo y la creatividad de los agricultores para adaptar e innovar prácticas del SIA para solucionar sus problemas en el campo. Algunos de los aspectos importantes son los siguientes:

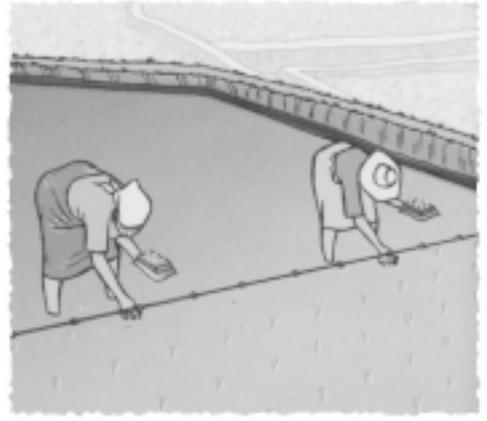
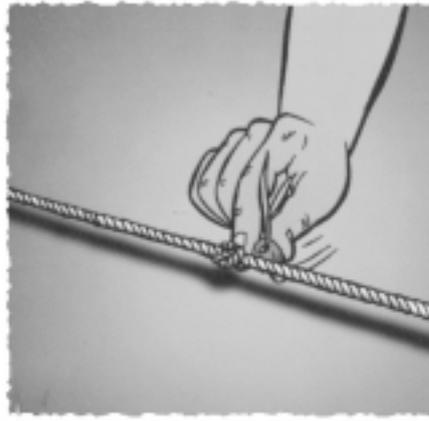
- Varias prácticas de enriquecimiento del suelo se han convertido en parte del sistema. Entre ellas se encuentran el uso de abono verde (por ejemplo, 'sunhemp'), paja de arroz, estiércol de ave de corral y mezclas de ciertos extractos de plantas verdes y estiércol de vaca. De esta manera, los agricultores mejoran suelos degradados por las prácticas convencionales de producción de arroz, sin tener que transportar grandes cantidades de compost a sus campos de arroz.
- Los problemas que se han encontrado al usar el deshiebador giratorio han sido solucionados diseñando uno alternativo que se adecua a las condiciones específicas de los diferentes campos. Varias compañías de agricultores y empresarios del sector privado los están fabricando y vendiéndolos. Dentro de poco en tres lugares se va a ensayar un prototipo de deshiebador motorizado que está siendo diseñado.
- Para facilitar el transplante, se ha producido un rastrillo que marca líneas en el suelo, en una matriz cuadrada. Las plántulas se colocan en las intersecciones de los trazos.
- Se ha desarrollado un transplantador que coloca cuidadosamente una plántula por sitio en seis hileras a la vez, con el espaciamiento requerido.
- También se desarrolló y está siendo usada una herramienta para sembrar, que puede liberar una o dos semillas germinadas, a un espaciamiento adecuado.
- Una bomba de rociado, accionada con un pedal, está siendo experimentada para asegurar la humedad requerida durante el período de crecimiento y después de la aparición de los panículos. Esta bomba es especialmente útil en períodos de sequía, cuando el agua de la superficie es escasa, también es útil para garantizar la producción de arroz orgánico de alto valor destinado al mercado de exportación.
- Muchos agricultores están usando diferentes combinaciones de extractos de plantas, con o sin «microorganismos efectivos», para evitar el uso de plaguicidas químicos, y experimentan con diversas plantas que se

encuentran en las zonas altas, alrededor de los campos de arroz. Algunos extractos de plantas se están usando no sólo como repelentes contra insectos sino también como fuente de nutrientes.

- Los agricultores ya no enlucen sus muros de contención y dejan que el pasto los cubra con el fin de proteger el hábitat de los predadores de las plagas que atacan el arroz. De esta manera apoyan el control biológico de las plagas y la actividad microbiana en el suelo para mejorar su salud y la biodiversidad en los campos de arroz. Esto ahorra los gastos por enlucido y por plaguicidas, reduciendo los costos de producción.
- Los agricultores SIA están experimentando diferentes espaciamientos y siembras directas. También planifican cuidadosamente los tiempos para evitar el florecimiento durante la fase de luna llena. Se han dado cuenta que esto reduce los daños causados por las plagas de insectos.

Los beneficios que los agricultores obtienen del SIA y de otras prácticas mejoradas son atractivos. Ellos han podido por lo menos duplicar el rendimiento que obtenían con prácticas convencionales, y al mismo tiempo, es frecuente que reduzcan sus costos de producción a la mitad. Se han convertido en productores de arroz de calidad y obtienen ingresos ligeramente mayores por la venta de las semillas. El arroz SIA, libre de biocidas, logra un mejor precio en el mercado y su demanda está creciendo. La producción de arroz orgánico y tradicional para exportación está aumentando y un grupo de agricultores ya ha obtenido la certificación de productores de arroz orgánico. De esta manera, el SIA se está convirtiendo en una alternativa viable para los agricultores que cultivan parcelas pequeñas y que obtienen un rendimiento de 8,5 toneladas por hectárea, logrando ingresos más altos con una reducción de la inversión mientras, por otro lado, se incrementa la productividad de la tierra, del agua, de la mano de obra y del capital. Además, los agricultores del SIA producen arroz limpio y sano, a través de prácticas ecológicas.

En el Recuadro 4 y en las Actas de la Conferencia Internacional sobre el SIA se puede encontrar más información sobre las experiencias en Sri Lanka.



Materiales de capacitación usados en Madagascar, que muestran las etapas comprendidas en la plantación de arroz con el SIA.

### Recuadro 3. Adaptación del SIA y diversificación en Camboya

Una vez que los agricultores adquirieron confianza en el SIA, se interesaron en ajustar las maneras de incrementar la producción del arroz y en diversificar los sistemas agrícolas basados en el arroz. Se han observado las siguientes tendencias:

- Los agricultores modifican la manera en la que quieren transplantar, dependiendo de sus condiciones específicas, en particular, la edad de las plántulas y el espaciamiento. Tienen mucho interés en evaluar por sí mismos las prácticas apropiadas del manejo de las plantas, por medio de experimentaciones.
- Es más fácil hablar a los agricultores que usan el SIA sobre el integrar abono verde antes y después del cultivo del arroz, y están más dispuestos a invertir en cultivos para abono verde.
- Algunos agricultores están desarrollando herramientas simples para deshierbar, como por ejemplo pequeños azadones y escarificadores. Ahora, los agricultores comprenden bien el concepto de aeración del suelo a través del retiro de la maleza, y saben que esto contribuye a mejorar el crecimiento de la raíz.
- Este año, dos agricultores comenzaron a practicar labranza cero, y hay más agricultores interesados en esta práctica. Es posible la práctica de labranza cero porque el SIA hace nuevamente atractivo el cultivo de variedades tradicionales de arroz que producen mucha biomasa para usarla como mulch. Hasta ahora, observamos que el arroz cultivado con labranza cero está rindiendo bien, aún mejor que el cultivado con las prácticas normales.
- Cuando los agricultores ven que aumenta el rendimiento de sus campos de arroz, están dispuestos a usar parte de sus campos de arroz para cultivar otros productos y para criar peces. Esto se conoce como un campo de arroz para propósitos múltiples, o el Sistema de Intensificación y Diversificación de la producción de arroz. Antes, ellos no podían considerar la diversificación, ya que no les era posible darse el lujo de cultivar menos arroz, que es el alimento básico.
- Algunos agricultores del SIA han retomado la modalidad de ayuda mutua para el transplante, porque las personas que normalmente contratarían para esta tarea no tienen la habilidad para transplantar de acuerdo con las prácticas del SIA. Encuentran que uniendo esfuerzos, pueden obtener resultados buenos y rápidos.

Según nuestra experiencia, el enfoque del SIA contribuye significativamente a incrementar la capacidad innovadora de los agricultores, y al aprendizaje y la cooperación comunal. Ahora, vemos que la intensificación ecológica de la producción de arroz a través del enfoque de pequeños grupos de agricultores es un buen punto de partida para una agricultura sostenible y para el desarrollo rural de Camboya.

En las Actas de la Conferencia sobre SIA se puede encontrar más información sobre las experiencias en Camboya.

Yang Saing Koma, CEDAC. Correo electrónico: cedac@camnet.com.kh

diariamente en los campos, preferiblemente al final de la tarde o cuando está oscureciendo (a no ser que haya llovido durante el día), y drenar el exceso de agua (agua estancada) en las mañanas. Esto hace que el suelo se airee y se caliente durante el día. Sin embargo, muchos agricultores, buscando reducir la mano de obra, siguen un esquema de irrigación que consiste en inundar y secar sus campos, alternativamente, en vez de regarlos cuidadosamente; pero, durante la fase de crecimiento vegetativo, los campos no son inundados. No está claro si esto produce mayores rendimientos o no, pero con certeza ahorra mano de obra. Se necesitan algunas prácticas distintas para suelos arcillosos, en comparación con suelos de otro tipo. También se necesita más investigación para comprender las implicancias de estos cambios para la distribución de agua y en el medio ambiente, para prácticas a gran escala.

**Deshierbe.** Cuando no se mantienen los suelos permanentemente inundados para combatir la maleza, los agricultores tienen que usar otras prácticas. En el SIA, también es importante deshierbar temprana y frecuentemente para airear la superficie del suelo. Los agricultores que practican el SIA pueden usar azadones o pueden deshierbar a mano, pero se recomienda usar «azadones rotatorios» o «deshierbadores de cono». El acceso a azadones mecánicos puede convertirse en un «cuello de botella», y el trabajo que se necesita en Madagascar puede llegar a 20 o 25 días para desmalezar una hectárea. Recientemente, los practicantes del SIA en Sri Lanka han desarrollado un diseño nuevo para un deshierbador que funciona empujándolo (ver el Recuadro 2 y el dibujo), que permite desmalezar una hectárea en 3 a 5 días.

**Manejo del suelo y de los nutrientes.** Con el SIA usando agregados orgánicos se han obtenidos los rendimientos más altos, en particular, con compost. La investigación en Madagascar ha demostrado que el compost incrementa considerablemente el rendimiento, comparado con fertilizantes NPK, en particular para variedades tradicionales (Ver Tabla 1). Sin embargo, también se ha informado que la mayor parte de los agricultores no usa ni compost ni NPK en sus cultivos, pero aún así, se obtienen rendimientos con métodos SIA que son el doble

de los obtenidos con métodos estándares. Los participantes se preguntaron cómo era esto posible, y por cuánto tiempo los agricultores pueden continuar usando esas prácticas que agotan los nutrientes. En algún momento pueden ocurrir limitaciones de nutrientes, por ejemplo fósforo, limitaciones que deberán ser subsanadas añadiendo al suelo los agregados necesarios. Frecuentemente no hay suficientes nutrientes orgánicos disponibles, y los fertilizantes químicos son demasiado ineficientes para ser rentables.

Se necesita comprender mejor la vida del suelo y de sus procesos biológicos del suelo, para desarrollar estrategias de manejo de suelos que sean efectivas, eficientes y sostenibles para el SIA. Parece que el ámbito para las prácticas es grande. Manejo Integrado de la Fertilidad del suelo. Algunas de las prácticas orgánicas que tienen muy buen potencial son el abono verde, paja de arroz en compost, micro nutrientes y rociados de microorganismos del suelo y de extractos de plantas. Podría ser conveniente en el SIA incorporar en los campos abono verde antes del arroz (por ejemplo *Sesbania rostrata*, fréjol «mung» o fréjol de arbusto) o después del arroz (por ejemplo, fréjol pardo). Los investigadores de la Universidad Agrícola Tamil Nadu en India han tenido una buena experiencia al sembrar abono verde (*S. rostrata*) dentro de hileras de plantas de arroz e incorporándolo en el suelo, 30 días después, con un deshierbador de cono. Especialmente para esto, han desarrollado un sembrador de tambor.

Con un amplio espaciado de las plantas en el SIA, al esparcir el fertilizante es menos eficiente. Una aplicación de gránulos de fertilizantes químicos (usada con gran éxito en Bangladesh) o de compost cerca de las plantas puede ser más eficiente. Las inundaciones y la adición de químicos pueden tener un gran impacto negativo en la vida del suelo y esto puede afectar la producción de los cultivos, pero todavía falta mucho por comprender a cabalidad. Se necesitan más estudios ecológicos para encontrar las mejores prácticas de manejo del suelo. La investigación presentada en la conferencia, proveniente de Madagascar, indica que las respuestas de ese cultivo al compost no son lineales, es decir, podrían no haber mayores beneficios si se aplica 4 o 6 toneladas por hectárea, comparadas con una o 2 toneladas por hectárea, ya que pequeñas cantidades aparentemente son suficiente para «promover» la vida del suelo, y para dar buenos resultados los cultivos.

**Preparación de la tierra.** Es importante nivelar bien la tierra para obtener mejores resultados con la aplicación de poca cantidad de agua. Al mismo tiempo, se debe establecer un sistema de drenaje adecuado, para que se pueda humedecer y secar el suelo, alternativamente, con efectividad. En el SIA, la preparación de la tierra no difiere de las prácticas estándares. Podría ahorrarse considerable mano de obra y energía al combinar cero labranza con prácticas de SIA (ambas prácticas siguen los mismos principios agroecológicos), pero aún se necesita más experimentación y evaluación.

**Camas elevadas, labranza cero y siembra directa.** Una de las adaptaciones más promisorias en el SIA pareciera ser el uso de camas elevadas, tal como está siendo experimentado con el auspicio del Consorcio de Sistemas de Cultivos de Arroz y Trigo en India y en Pakistán. Estas camas están elevadas de 10 a 15 cm por encima del fondo de los surcos, en los cuales se vierte agua de riego, intermitentemente. Así, se puede ahorrar del 25 al 30% de agua, con efectos positivos en el rendimiento debido a la aireación del suelo.

Algunos agricultores de SIA han comparado una siembra directa de las plántulas con los trasplantes tempranos y no han encontrado ninguna diferencia, excepto un ahorro en la mano de obra. En Japón (Fukuoka), Sri Lanka, Nepal y en Camboya (ver Recuadro 2), los agricultores están practicando labranza cero en combinación con el uso de mulch, con resultados muy positivos. El SIA fue desarrollado para la producción en tierras bajas, en campos inundados, pero algunos de sus principios y prácticas pudieron ser extrapolados a tierras de secano. Algunos experimentos de Madagascar, sembrando las plántulas directamente en vez de transplantarlas, y usando cortes de arbustos leguminosos como mulch en vez de deshierbe manual

mecanizado, han dado buenos resultados (4 toneladas por hectárea) en cultivos en tierras altas de secano. Esta es una nueva orientación a la que debe dirigirse la investigación del SIA.

**Rebrote.** Algunos agricultores en Madagascar dejan que su arroz cultivado con el SIA vuelva a crecer después de la cosecha, obteniendo así un segundo cultivo. Los rendimientos no son tan buenos como en la primera cosecha, 60-70%, pero es rentable ya que se ahorra la mano de obra que se requiere para la preparación de la tierra, para la siembra y para el trasplante. El Tailandia, algunos agricultores cosechan los segundos rebrotos.

**Manejo de plagas.** Con el SIA, las plantas de arroz desarrollan bien y son saludables debido al manejo orgánico del suelo, a la alta calidad del suelo y a la profundidad que alcanzan las raíces, lo que hace que sean más resistentes a los ataques de plagas y a las enfermedades, y también a las sequías. Otras prácticas tradicionales, orgánicas y de Manejo Integrado de Plagas (MIP) podrían ayudar a que el arroz producido sea aún más resistente a las plagas y a las enfermedades.

**Diversificación, de monocultivos a una agricultura integrada basada en el arroz.** Los agricultores del SIA que han descubierto que pueden producir la misma cantidad de arroz en menos tierra, han comenzado a diversificar sus sistemas agrícolas de arroz mediante el cultivo de abono verde o cultivos y árboles alto valor, en la tierra que ya no necesitan para la producción de arroz. Esto les da mayores ingresos y es ventajoso para el control de plagas y malezas y para el manejo de la fertilidad del suelo. El siguiente paso podría ser la integración de forraje y el mejoramiento pecuario. En realidad, el SIA puede constituir un importante punto de partida para desarrollar sistemas integrados basados en arroz, que combinen una alta producción y rentabilidad con una alta capacidad de recuperación y de sostenibilidad ecológica.

## Adaptación y difusión

El SIA es un sistema complejo que implica cambios drásticos de las prácticas corrientes de los agricultores. No es tan difícil capacitar a los agricultores en SIA, pero podrían haber varias dificultades en su práctica. No es solamente cuestión de difundir ciertas prácticas estándares, sino más bien de propagar una comprensión más holística de cómo se pueden cultivar las plantas de arroz de manera más efectiva. Ya que se necesita una adaptación a las condiciones locales, en cualquier estrategia de difusión del SIA es esencial la **experimentación de los agricultores.**

Desde una perspectiva científica, se necesitan comparaciones precisas y bien documentadas, tanto para convencer a los propios científicos como para comprender mejor los potenciales y las limitaciones del SIA. Para la credibilidad científica es necesario tener sistemas estandarizados de evaluación y análisis estadísticos. Ya que no siempre esto combina bien con el proceso de experimentación de un grupo de agricultores, podría ser muy útil tener a mano **metodologías participativas para el desarrollo tecnológico y para la evaluación** (ver, por ejemplo, LEISA Vol 15, No. 1 / 2).

La adaptación y la difusión del SIA es un proceso muy estratégico. Es importante convencer a **funcionarios gubernamentales de primer nivel** de la eficiencia de estos nuevos métodos, y si es posible, lograr su promoción a nivel político. Probablemente se logre con mayor rapidez un fuerte **respaldo político** para el SIA si es que hay agricultores que apoyan estos métodos con entusiasmo, basándose en sus propias experiencias, y que puedan y quieran participar en cabildeo ('lobby') para promoverlos. Los agricultores que tienen éxito son por cierto más efectivos que los científicos si de lo que se trata es de hablar con los políticos.

Deberían haber estrategias especiales para convencer a los **profesionales** de la agricultura, a los que con frecuencia les es difícil aceptar esta nueva metodología. Pocas veces los científicos creen en las cifras de los súper rendimientos con el SIA (es decir, 21 toneladas por hectárea, en Madagascar), aún cuando se les proporciona información de los componentes del rendimiento, por eso, es mejor **recalcar los rendimientos promedio**, y no aquellos que se pueden lograr con las mejores prácticas del SIA.

Mientras los gobiernos no acepten al SIA, hay necesidad de **estrategias alternativas** de difusión. Aún con la aceptación del gobierno, hay muchos caminos de la evaluación y de la difusión que son complementarios. Hasta ahora, las **ONGs** han sido las más activas en aprovechar el potencial del SIA, que es particularmente atractivo

debido a sus características a favor de los pobres, y por ser un sistema amistoso para el medio ambiente. Es frecuente que **grupos de agricultores** estén muy interesados en experimentar con SIA, y en proporcionar una capacitación de agricultor a agricultor a sus colegas.

Se puede combinar SIA con programas de arroz de **Manejo Integrado de Plagas de la Comunidad**, y con las **Escuelas de Campo de los Agricultores**, ya que la filosofía de la experimentación y el desarrollo de los recursos humanos son elementos comunes.

Podría ser necesario tener **facilidades crediticias** para comprar herramientas, en particular los desmalezadores. Estos pueden ser muy baratos, pero para agricultores pobres, aún gastos tan pequeños como estos pueden ser barreras infranqueables. Esta, en realidad es la única área donde se necesitaría crédito para el SIA.

## Conclusiones aún provisionales, mayor información en Internet

Ya que la mayor parte del conocimiento sobre SIA es bastante reciente, las conclusiones aún deben ser provisionales por ahora, porque se necesitan más años de experiencia y de uso del SIA en una gama más amplia de circunstancias. Todavía se necesita bastante investigación para comprender los procesos ecológicos involucrados y para desarrollar una variedad de buenas prácticas. También se necesita más información interna acerca de la aplicabilidad y de las limitaciones del enfoque y sobre los posibles riesgos que hay. Sin embargo, los resultados iniciales son en su mayoría muy positivos y dan pie a sugerir que más países y más agricultores deben tener la oportunidad de evaluar SIA por sí mismos.

Las Actas de la Primera Conferencia Internacional sobre el SIA, y todos los trabajos presentados, direcciones de contactos, materiales de capacitación e ilustraciones están disponibles en una página Web de SIA en Internet: <http://www.ciifad.cornell.edu/sri>. También existen copias impresas y CD-ROM, a solicitud. Internet también será el medio para la información de seguimiento y para las futuras discusiones. Por favor, envíe sus experiencias, buenas o malas. Y ¡también sus comentarios!

**Norman Uphoff y Erick Fernandes**, CIIFAD, 31 Warren Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853. Correo electrónico: [ntu1@cornell.edu](mailto:ntu1@cornell.edu)

## Referencias

- Uphoff, N, E Fernandes, LP Yuan, J Peng, S Rafaralahy y J Rabenandrasana (editores), 2002. **Assessment of the System of Rice Intensifications (SRI): Proceedings of an International Conference in Sanya, China.** 1-4 de abril del 2002. CIIFAD, 2002, disponible en la página Web.
- Stoop AW, N Uphoff y A Kassam, 2002. **A review of agricultural research issues raised by the System of Rice Intensifications (SRI) from Madagascar: Opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers.** *Agricultural Systems*, 71, 249-274.
- Uphoff N, 1999. **How to help rice plants grow better and produce more: teach yourself and others.** (Borradores disponibles CIIFAD en idioma inglés, francés y malgache).
- Uphoff N, 1999. **Agroecological implications of the System of Rice Intensification (SRI) from Madagascar.** *Environment, Development and Sustainability*, 1, 297-313.
- Uphoff N, 2002. **Opportunities for raising yields by changing management practices: The system of rice intensification in Madagascar.** En: *Agroecological Innovations, increasing Food Production with Participatory Development*, N. Uphoff, editor, 145-161, Londres: Earthscan.

### Recuadro 4. Experiencias en la difusión del SIA

Varios participantes informaron sobre cómo se ha llevado a cabo el proceso de difusión en varios países. Las experiencias variaban mucho de un país a otro.

- En **Madagascar**, el SIA fue introducido por primera vez por una ONG, la Asociación Tefy Saina, a través de capacitación y de una extensión de agricultora a agricultor, complementada por folletos y por programas de radio. Después, también hubo cierta participación de la universidad y del gobierno. Sin embargo, la mayor parte de los agricultores han estado reacios a ensayar estos nuevos métodos de producción, radicalmente nuevos, y la difusión ha sido lenta. No existen datos estadísticos exactos sobre el número de agricultores que usan métodos SIA. Son por lo menos 20 000 pero el Ministerio de Agricultura estima que el número puede llegar a ser tan alto como 100 000 (lo que representa el 10% de todos los que cultivan arroz). Ahora, su uso se está acelerando porque una ONG de mayor tamaño y mejor equipada, Catholic Relief Services, está participando en la difusión del SIA, con apoyo de donantes.
- En **Indonesia** está recién comenzando la difusión, después de tres años de evaluación por parte de los investigadores gubernamentales. Los métodos de SIA han sido incorporados en una nueva estrategia oficial para elevar la producción de arroz (Manejo Integrado de Cultivos) que está siendo promovida en el ámbito nacional, y se espera que se puedan lograr adaptaciones locales apropiadas. Este programa de Manejo Integrado de Plagas del país también está comenzando a trabajar con SIA y esto es consistente con el enfoque agro-ecológico y la estrategia de disseminación usada en las Escuelas de Campo de los Agricultores.
- En **Sri Lanka** se informa que el SIA se está difundiendo rápidamente. La difusión comenzó con un artículo sobre las experiencias del SIA en Madagascar publicado en la revista de extensión del Ministerio de Agricultura en el año 2 000 (con una distribución de 30 000 copias). Un investigador de Madagascar, Joeli Barison, había visitado Sri Lanka para compartir sus conocimientos en SIA en enero de ese año. Los funcionarios del agricultura y los trabajadores de extensión que intentaron SIA por su propia iniciativa obtuvieron buenos resultados. Hubo interés en la televisión y en la radio y se creó un proceso de difusión que ya no pudo ser detenido. Los deshierbadores giratorios, largamente olvidados, fueron reintroducidos nuevamente, y las instrucciones para su fabricación fueron pasadas a los herreros locales. Un agricultor que producía arroz ecológico, el Sr. H.M. Premaratna, se convirtió en el abanderado del SIA, y fue a la vez capacitador y promotor, transformando su finca en un lugar de entrenamiento (Centro de Agricultura Natural), donde se han capacitado más de 4 000 agricultores. Desafortunadamente, muchos investigadores de Sri Lanka siguen oponiéndose al SIA, y todavía no se ha logrado un auspicio oficial del Ministerio de Agricultura para la difusión. El Vice Ministro anterior apoyó mucho este enfoque y ha usado el SIA con mucho éxito en su propia finca (con un rendimiento de hasta 17 toneladas por hectárea). El Ministro actual ha declarado que el SIA es una importante práctica agrícola, especialmente apropiada para pequeños agricultores. Se espera luz verde por parte del gobierno una vez que se obtengan más resultados de investigación que confirmen los hallazgos existentes. Las

oportunidades de exportación para el arroz cultivado orgánicamente con prácticas del SIA también han ayudado a promover el interés de los agricultores en el SIA.

- En **Camboya**, desde 1999, la ONG CEDAC ha estado trabajando con agricultores para difundir e innovar el enfoque del SIA. CEDAC ayuda a que los agricultores comprendan los principios del SIA y que analicen las prácticas que posibiliten que el arroz logre todo su potencial. Ahora hay cerca de 2 000 agricultores experimentando activamente con el SIA.
- En **Laos**, una ONG, junto con los agricultores han comenzado cierta experimentación y evaluación a pequeña escala. En Laos, el programa del Instituto Internacional de Investigación del Arroz IRRI decidió lanzar una evaluación a nivel nacional, que se inició en junio del 2002. Se pensó poder efectuar ensayos durante tres temporadas antes de hacer recomendaciones, pero algunos agricultores podrían comenzar a aplicar el SIA antes, si es que los primeros resultados eran buenos.
- En **Cuba**, algunas altas autoridades están convencidas de las bondades del SIA en una primera etapa ya que satisface las necesidades de elevar la producción del arroz en el país, sin depender de insumos petroquímicos. Allí la difusión puede hacerse con bastante rapidez debido al nivel de alfabetización de los agricultores y a su necesidad de elevar la producción sin insumos caros. La primera cooperativa azucarera que ensayó métodos del SIA en una hectárea de tierra, obtuvo un rendimiento de 9,5 toneladas por hectárea, a comparación del rendimiento usual de 6,6 toneladas por hectárea. En la siguiente temporada se obtuvo 11,2 toneladas por hectárea en un campo con métodos SIA, y esto terminó de convencer de los méritos del SIA, aún cuando no se usan todavía plántulas muy jóvenes ni se deshierba para airear el suelo. La diferencia se debió solamente al cambio del régimen del manejo de agua y al mayor espaciamiento entre plantas aisladas. En esta temporada, se han ensayado plántulas de 12 días en pequeñas parcelas, y su mayor crecimiento después de 40 días ha convencido a los agricultores a comenzar a usar todo el sistema en la próxima temporada.
- En **China**, se han realizado evaluaciones de SIA en diferentes estaciones de investigación de arroz. Los científicos chinos especializados en arroz están muy interesados en los métodos del SIA ya que pueden incrementar los rendimientos, que ya son muy altos, de sus súper variedades híbridas. Han llegado a la conclusión de que el SIA es una buena manera de mejorar la producción de arroz en China, especialmente dada la necesidad de reducir la demanda de agua. Pero se necesitan ciertas adaptaciones para adecuarse a las condiciones de este país, donde los costos de mano de obra son altos y donde el material orgánico fertilizante es escaso. Un siguiente paso sería alentar a los agricultores a que ensayen métodos SIA por sí mismos. En la provincia de Sichuan, los investigadores han llevado el SIA a seis diferentes sitios (zonas agro-ecológicas). También podrían ser útiles en China las innovaciones que se están haciendo para la producción de arroz, por ejemplo, sistemas triangulares para las plantas, para el control de plagas, y el uso de papel para el transplante, y sistemas continuos para el control de plagas.