

LEISA

revista de agroecología

24

2

setiembre 2008 volumen 24 número 2



Suelos
vivos



LEISA revista de agroecología setiembre 2008 - volumen 24 no. 2

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

Direcciones

Asociación ETC Andes

Apartado Postal 18-0745. Lima 18, Perú
Teléfono: +51 1 4415541, Fax: +51 1 4225769
www.latinoamerica.leisa.info

Fundación ILEIA

PO Box 2067, 3800 CB Amersfoort, Países Bajos
Teléfono: +31 33 4673870, Fax: +31 33 4632410
www.leisa.info

Suscripciones a LEISA revista de agroecología

- correo postal: A.P. 18-0745, Lima 18, Perú
- internet: WWW.latinoamerica.leisa.info

Equipo editorial de LEISA-América Latina

Teresa Gianella, Teobaldo Pinzás, Roberto Ugás

Editores invitados

Rolando Bunch, Gabino López

Página web de LEISA-América Latina

Rafael Nova

Apoyo documental

Doris Romero

Diagramación

Herta Colonia

Edición de cierre

Valentino Gianuzzi

Suscripciones

Cecilia Jurado

Portada

Diseño: Gaby Matsumoto

Fotos: archivos LEISA revista de agroecología

Impresión

Tarea Asociación Gráfica Educativa
Pasaje María Auxiliadora 156, Breña
Lima 5, Perú

Financiamiento

La edición de **LEISA revista de agroecología 24-2** ha sido posible gracias al apoyo de DGIS, Países Bajos.

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

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

ISSN: 1729-7419

Biblioteca Nacional del Perú

Depósito Legal: 2000-2944

Tiraje: 9.000 ejemplares

CONTENIDO

- 4 Editorial
- 5 El manejo del suelo vivo
Rolando Bunch
- 6 Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica
Clara I. Nicholls y Miguel A. Altieri
- 9 Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos
Fernando Funes-Monzote, Alberto Hernández, Rasiel Bello y Aurelio Álvarez
- 13 Calidad del suelo y rentabilidad de la finca: una situación en la que todos ganan
Mirjam Pulleman, Jon Hellin, Dagoberto Flores Velázquez y Walter López Báez
- 17 Recuperación del suelo: prácticas agroecológicas en sistemas agrícolas extensivos de Córdoba, Argentina
Héctor Leguía, Esteban Alessandria, J. V. Sánchez, J. L. Zamar, L. Pietrarelli y M. Arborno
- 20 Ana Primavesi, colega y amiga de gran calidad humana
Carmen Felipe-Morales B.
- 21 El mejoramiento de los agroecosistemas comienza por el suelo: un caso de iniciativa local
Nelson Valdés Rodríguez, Dunieski Pérez Costa, Maikel Márquez Serrano
- 24 Los cultivos de cobertura lo hacen todo
Máximo Ochoa y Pedro J. Oyarzun
- 27 Árboles y los ciclos de nutrientes en pastizales
Karl North
- 29 Produciendo hortalizas en pendiente
Mario Salsavilca Salazar
- 30 Mejoramiento del suelo en la milpa intercalada con árboles frutales (MIAF)
Dionicio Juárez Ramón, Carlos Fragoso G., Antonio Turrent F., Juventino Ocampo M., Engelberto Sandoval C., Ignacio Ocampo F., Ronald Ferrera C., Ernesto Hernández R.
- 32 Conservación de los suelos y biodiversidad: el caso de los mañay en Pitumarca
Javier Llacsá Tacuri
- 36 Comentario
- 37 Trabajando en red
- 38 Fuentes
- 40 Ana Primavesi: la profesora de todos nosotros
Manoel Baltasar Baptista da Costa

Masanobu Fukuoka (1913-2008)

Al cierre de esta edición hemos conocido la triste noticia de la partida del maestro Masanobu Fukuoka. Entrenado como microbiólogo del suelo, a los 25 años empezó a dudar de las técnicas agrícolas modernas y regresó a la finca familiar en el sur del Japón donde, luego de muchos años de prueba y error, desarrolló lo que hoy se conoce como el método de agricultura natural. Su libro, "La revolución de una brizna de paja", ha sido enormemente influyente en todo el mundo. Si bien su método presenta especificidades apropiadas para Asia, Fukuoka supo combinar una gran capacidad de observación con su formación profesional, promoviendo el trabajo con los ciclos naturales y el cuidado de un suelo permanentemente cubierto con material orgánico.

LEISA revista de agroecología trata de las opciones técnicas que se abren para los agricultores que buscan mejorar su productividad e ingresos. La agricultura sostenible y de bajos insumos externos o agricultura ecológica propicia el uso óptimo de los recursos locales y de los procesos naturales, y si fuere necesario, el uso eficiente de insumos externos. Trata del empoderamiento de los agricultores, hombres y mujeres, y de las comunidades que buscan construir su futuro basándose en sus propios conocimientos, habilidades, valores, cultura e instituciones. LEISA también trata sobre metodologías participativas para fortalecer la capacidad de los agricultores y de otros actores, y para mejorar la agricultura y adaptarla a nuevas necesidades y condiciones. LEISA busca influir en la formulación de políticas para crear un ambiente propicio para su mayor desarrollo. LEISA es, simultáneamente, un concepto, un enfoque y un mensaje político.

24 Los cultivos de cobertura lo hacen todo

Máximo Ochoa y Pedro J. Oyarzun

Integrar cultivos de cobertura y abono verde ayuda a los agricultores a rehabilitar suelos degradados en zonas montañosas. En Ecuador algunos agricultores experimentaron con esta práctica de conservación. Se dieron cuenta de que sus sistemas agrícolas mejoraron de diversas maneras: aumentando la productividad de su cultivo principal, proporcionándoles un cultivo extra (para alimento, forraje, venta), además de rehabilitar sus suelos.

27 Árboles y los ciclos de nutrientes en pastizales

Karl North



La principal debilidad del cultivo sostenible de pastizales en ecosistemas húmedos es la infiltración de los nutrientes del suelo debajo de la zona radicular de la mayoría de especies utilizadas como forraje. La solución de la naturaleza es una sabana salpicada de árboles, un sistema en el que las raíces más profundas de los árboles devuelven los minerales infiltrados a través de la materia orgánica del suelo, compuesta principalmente por las hojas y frutos caídos de los mismos árboles. Es posible rediseñar las fincas de pastizales de manera que imiten tales sistemas naturales, tal como lo demuestra este ejemplo del noreste de los Estados Unidos.

30 Mejoramiento del suelo en la milpa intercalada con árboles frutales (MIAF)

Dionicio Juárez Ramón, Carlos Fragoso G., Antonio Turrent F., Juventino Ocampo M., Engelberto Sandoval C., Ignacio Ocampo F., Ronald Ferrera C., Ernesto Hernández R.

Interesante experiencia de agroforestería basada en la asociación de cultivos de corto plazo, con cultivos de especies perennes. En el artículo se explican las interrelaciones que suceden en los suelos manejados de manera adecuada, intentando replicar la fertilización orgánica natural que se produce en los sistemas forestales. La variación de las barreras vivas (con franjas más gruesas de árboles) contribuye a controlar la erosión por escorrentía superficial e incrementa la materia orgánica y la cobertura del suelo, lo que favorece el aumento de los macro y microorganismos del suelo. Es una alternativa aplicada con éxito en algunas regiones de México.



La convocatoria para este número, dedicado a relevar la importancia del suelo como sistema vivo, ha tenido gran acogida entre los lectores de LEISA en América Latina. Son numerosas y de mucho interés las varias colaboraciones recibidas, pero esta vez no podíamos sobrepasar las 40 páginas (36 interiores y 4 de carátula) por los elevados costos de envío postal, razón por la cual no hemos incluido algunos de los interesantes artículos recibidos. Algunos artículos no publicados los difundiremos en nuestro sitio en Internet.

En este número hemos contado con la valiosa colaboración de Rolando Bunch y Gabino López como editores invitados. Ambos son conocedores a profundidad de la problemática del suelo en América Latina, y más que ello con gran experiencia de campo y trabajo con los campesinos de América Central. Estamos seguros de que muchos de nuestros lectores conocen ya de sus valiosas trayectorias.

Durante el proceso editorial de este número hemos 'dialogado' mucho y fluidamente con los autores de los artículos publicados; una y otra vez les hemos enviado comunicaciones de los comentarios, de los recortes obligados y sobre sus ilustraciones. Les agradecemos por su tiempo y porque así convierten cada edición en un taller de aprendizaje de la realidad de la agricultura en América Latina, región que alberga tanta diversidad cultural y biológica.

Al cierre de esta edición nuestra responsable de suscripciones, a quienes muchos conocen bien, Cecilia Jurado, me informa que para este número LEISA 24-2, el registro de nuevas suscripciones es mayor a 720. No damos la cifra exacta pues el registro de suscripciones para el envío de la revista se cierra solo dos días antes de que la imprenta entregue la revista impresa, y es ahora mismo, al terminar esta carta, que la revista entra en prensa.

Es muy importante que nuestros suscriptores tomen la responsabilidad de confirmar la recepción de la revista. Cuando iniciemos el volumen 25, tendremos que adoptar una nueva estrategia económica para su distribución. En la última de este año, LEISA 24-3, les comunicaremos cuál será esta estrategia que haga posible el seguir difundiendo esta información sobre experiencias concretas de agricultura sostenible y de bajos insumos externos, una alternativa posible que beneficia al agricultor que produce en pequeña escala, tanto porque preserva sus recursos como porque es una propuesta eficiente y rentable.

La próxima revista, LEISA volumen 24 número 3, tratará un tema social: Inclusión participativa: gestión de la propuesta propia (véase la convocatoria en LEISA 24-1 de junio 2008, página 29).

Los editores

Suelo, un concepto evidente para todos los que cotidianamente desarrollamos nuestra vida sobre él y que nos alimentamos de lo que produce la agricultura en esta delgada capa que cubre la superficie de la Tierra, que sustenta la vida vegetal y animal del planeta. Varias veces, en los doce años que LEISA revista de agroecología se publica en América Latina, hemos abordado el tema del suelo desde varios enfoques: recuperación de la fertilidad del suelo, recuperación de tierras degradadas, recuperación de la vida en el suelo. Ahora, más allá de la función del suelo como sustrato de los cultivos agrícolas y forestales, se pensó en abordar el tema desde el concepto del suelo como ente vivo – nace, crece, muere – cuya existencia y funcionamiento depende de la vida que alberga y de las

Suelos vivos

Editorial

funciones físicas, químicas y biológicas que cumple para la sostenibilidad de los ecosistemas, si es manejado con un enfoque no meramente físico y químico, sino entendiendo su biología y la importancia de las múltiples relaciones dinámicas que se establecen entre los organismos de ‘arriba y debajo del suelo’ (Nicholls y Altieri, páginas 6-8) a lo ancho y largo del planeta. Un gramo de suelo contiene millones de organismos de gran diversidad, que cumplen la función de reciclar la materia, haciendo del suelo un recurso natural capaz de mantener vida y, a la vez, de mantenerse vivo.

Mucho tiempo ha prevalecido la tendencia de considerar al suelo solo como un sustrato receptor de insumos para que las plantas que en él se cultivan nos proporcionen una buena cosecha. Pero, aunque el proceso natural de su formación toma varios años, un inadecuado manejo y la contaminación pueden perderlo en menor tiempo del que tomó formarlo. En el proceso de la conservación de un suelo vivo, varios autores de este número destacan el papel de la materia orgánica y la importancia para ello de propiciar la mayor producción de biomasa, como lo menciona R. Bunch (página 6) en las cinco reglas para cumplir con la alimentación del suelo, que no son más que un intento de reproducir lo que ha sucedido por milenios en los bosques tropicales. Otros autores enfatizan la importancia de mantener un suelo saludable por su alto contenido de materia orgánica que permite una alta actividad entre los diferentes organismos como garantía de fertilidad y, por ende, de plantas saludables (Nicholls y Altieri, páginas 6-8).

Otros autores han destacado la eficiencia económica que se logra al mantener un suelo manejado con principios ecológicos. Cabe destacar aquí la importancia de la relación entre cultivo y ganadería para la fertilización de los campos de cultivos y pastos, así como para la producción de hortalizas (Funes, página 9). También los cultivos de cobertura se señalan como importante medio para conservar las condiciones de humedad y protección necesarias para garantizar la eficiencia productiva, además de ser fuente de forraje, hospedaje de insectos benéficos y abono para los cultivos (Pulleman y otros, páginas 13-16). A pesar de que nuestros lectores se encuentran en regiones subtropicales y tropicales, hemos considerado importante incluir un artículo basado en una experiencia de clima templado del hemisferio norte, donde el uso de árboles de raíces profundas para lograr la extracción de nutrientes hacia la superficie, junto con el pastoreo controlado, logran un sistema productivo y eficiente de la finca (North, páginas 27-29).

El manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas de estrés por su ubicación en alta montaña andina pone en evidencia la importancia del conocimiento campesino para el manejo eficiente de los recursos suelo y agua, y así evitar la erosión (J. Llacsá, páginas 32-35).

El objetivo de esta edición de LEISA ha sido resaltar la importancia del suelo agrícola como recurso natural que hay que cuidar y no contaminar, alertar sobre su permanente depredación por erróneas políticas territoriales y, concretamente, de uso del suelo.

Finalmente, en esta edición hemos considerado importante publicar unas notas de homenaje a la doctora Ana Primavesi, maestra de muchos edafólogos y agroecólogos latinoamericanos, a quienes hizo comprender que la fertilidad del suelo no se limita a la fertilidad química sino que integra a la fertilidad física y biológica, un concepto del suelo como sistema vivo que ha sido pionero en tiempos en que no se le daba importancia a su dimensión biológica (Felipe-Morales, página 20, y Baptista, página 40).

El manejo del suelo vivo

Rolando Bunch

La mayoría de los agrónomos ya hemos oído que cada cucharadita de suelo fértil contiene millones de microorganismos. También sabemos que el impacto de esta vida subterránea sobre nuestra productividad agrícola es asombroso. Casi no tendríamos ni bosques ni pastizales naturales si no fuera por esta vida del suelo, porque prácticamente todo el nitrógeno de nuestros suelos naturales viene de la descomposición de la materia orgánica o de la fijación del nitrógeno, pues los dos son procesos que dependen totalmente de los microorganismos. Sin embargo, hay también organismos del suelo que hacen mucho daño a los cultivos y son los causantes de la pérdida de miles de millones de toneladas de cultivos, cada año. Pero están los otros micro y macroorganismos que atacan a los organismos dañinos y los controlan, evitando así la propagación de enfermedades y plagas que dañan a los cultivos.

La interacción entre la vida del suelo y nuestros cultivos es aún poco comprendida, pero conocemos lo suficiente para saber que es sumamente complicada e importante. Por ejemplo, se ha observado que el uso como abono verde de los frijoles mucuna (*Mucuna spp.*) y dólicos (*Dolichos lablab*) intercalados con el maíz, reducen el ataque de nematodos a las hortalizas que se siembran posteriormente como cultivo de rotación. Pero ¿por qué? ¿Será que estos dos cultivos tienen sustancias que matan a los nematodos?, ¿será que casi cualquier materia orgánica verde, durante su proceso de pudrición, crea sustancias que controlan a los nematodos?, ¿será que la materia orgánica podrida provee espacios de diferentes tamaños que ayudan a que los enemigos de los nematodos se escondan, protejan y proliferen? Experimentos científicos nos dan evidencia de que todos estos tres procesos están contribuyendo al control de las plagas observadas. ¿Cuál de estos procesos es más importante en dicho control? No tenemos idea.

Entonces, dos preguntas importantes son: ¿cómo podemos manejar el suelo de tal forma que se mantenga vivo? y ¿cómo podemos manejar la vida de este suelo de tal forma que beneficie a nuestra productividad agrícola? Obviamente, para mantener la vida en el suelo, las tres tareas más importantes son: 1) alimentar a los micro y macroorganismos; 2) proveerles de humedad y 3) disminuir la cantidad de químicos que aplicamos al suelo, incluyendo los llamados no tóxicos. Aun el fertilizante químico, considerado generalmente como no tóxico, puede matar a ciertos organismos del suelo (tales como, por ejemplo, las lombrices).

Pero, lo que es fácil decir en teoría puede volverse muy complicado en la práctica. En el caso de los químicos, por ejemplo, no debíamos solo predicar en su contra, sino investigar e introducir alternativas que son igualmente efectivas pero más baratas. En el tema de la alimentación, la práctica se vuelve igual de complicada, aunque estamos encontrando cada día nuevas formas de hacerla, las cuales pueden aumentar significativamente los ingresos netos de nuestros productores.

La doctora Ana Primavesi, la experta en suelos más influyente de América Latina, nos ha iluminado el camino con su principio de que la cantidad o concentración de nutrientes no es el factor que favorece el buen crecimiento de los cultivos, sino que es el *acceso constante de las raíces de los cultivos a una cantidad balanceada de nutrientes* el factor que realmente favorece. Es decir, si una planta tiene acceso constante a una pequeña cantidad de cada uno de los nutrientes que necesita, va a crecer igual que si tuviera acceso a fuertes concentraciones de los mismos nutrientes. No necesitamos las concentraciones de nutrientes en el suelo que los científicos convencionales nos han señalado. Una buena cobertura orgánica muerta, que proporciona al suelo una cantidad pequeña pero constante y balanceada de nutrientes o, aun mejor, una cobertura muerta balanceada, nos dará como resultado un crecimiento de nuestros cultivos igual al que obtendríamos con una aplicación de gran cantidad de fertilizante. Este principio abre la puerta a toda una serie de tecnologías que producen cosechas de primera calidad a un costo mínimo.

La materia orgánica cumple una función valiosa en la conservación de la humedad (retención de agua). Juntas –materia orgánica y humedad– propician que millones de organismos vivan en el suelo: un indicador de que está vivo. En la zona de trópico seco donde trabaja COSECHA en Honduras, la materia orgánica y la cobertura para la conservación de humedad desempeñan un papel fundamental porque con un suelo vivo los árboles frutales necesitan menos riego y las plantas se desarrollan muy bien (cita de Gabino López; COSECHA, Honduras, agosto 2008).

Hoy, hemos encontrado que para cumplir con la alimentación del suelo y, por ende, de los cultivos en el trópico bajo, nos ayudan más que nada cinco principios: 1) maximizar la producción de biomasa a través de la asociación de cultivos, los árboles dispersos y los abonos verdes/cultivos de cobertura, 2) maximizar la biodiversidad de esta biomasa, evitando el monocultivo y el cultivo ‘en limpio’, 3) mantener cubierto el suelo, para no dejar que el sol quemara la materia orgánica, 4) a través de la cobertura muerta alimentar a las plantas y no tanto al suelo, y 5) utilizar la labranza cero. Respetando estos cinco principios, toda vez que la materia orgánica haya tenido el tiempo suficiente para suavizar el suelo, podemos sacar buenas cosechas de los suelos tropicales calificados como los más “infértiles”. Y si agregamos lo de reponer los nutrientes que exportamos dentro de las cosechas, sabemos que estos sistemas serán sumamente sostenibles. ¿Por qué? Porque estas cinco reglas describen exactamente el sistema que los bosques tropicales han utilizado para producir grandes cantidades de biomasa durante milenios. ■

Rolando Bunch

Consultor

Correo electrónico: rolandobunch@hotmail.com

Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica

Clara I. Nicholls y Miguel A. Altieri

En este artículo se sostiene que las prácticas para mejorar la fertilidad de suelos pueden impactar directamente la susceptibilidad fisiológica del cultivo a los insectos plaga, ya sea al afectar la resistencia al ataque de las plantas individuales o al alterar la aceptabilidad de algunas plantas hacia ciertos herbívoros (Altieri y Nicholls, 2003). Varias investigaciones demuestran que la capacidad de un cultivo de resistir o tolerar el ataque de insectos plaga y enfermedades está ligada a las propiedades físicas, químicas y particularmente biológicas del suelo. Suelos con alto contenido de materia orgánica y una alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad, así como cadenas tróficas complejas y organismos benéficos abundantes que previenen la infección. Por otro lado, las prácticas agrícolas que causan desbalances nutricionales, como la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados sintéticos, bajan la resistencia de las plantas a las plagas.

Fertilidad de suelos y susceptibilidad de cultivos a los insectos plaga

Cualquier factor que afecte la fisiología de la planta (por ejemplo, la fertilización) puede potencialmente cambiar la resistencia a insectos plaga. Las respuestas de los cultivos a los fertilizantes, tales como cambios en las tasas de crecimiento, madurez acelerada o retardada, tamaño de algunas partes de la planta y dureza o debilidad de la cutícula, pueden también influir indirectamente en el éxito de los insectos plaga para utilizar las plantas hospederas. Los efectos de las prácticas de fertilización sobre la resistencia de plantas al ataque de insectos pueden estar mediados por cambios en los contenidos nutricionales de los cultivos. En un estudio comparativo de largo plazo de los efectos de la fertilización orgánica y sintética en el contenido nutricional de cuatro hortalizas: espinaca, papa, zanahoria y col de Milán o repollo crespo (*Brassica oleracea* var. *sabauda*), Schuphan (1974) encontró que, comparadas con cultivos convencionales, las hortalizas orgánicas contenían, consistentemente, bajos niveles de nitratos y altos niveles de potasio, fósforo y hierro, lo que se relacionaba con una menor incidencia de plagas.

La mayoría de los estudios reportan incrementos dramáticos en el número de áfidos (pulgones) y ácaros en respuesta al incremento de las tasas de fertilización nitrogenada. Casi sin excepción, todos los insectos herbívoros asociados a cultivos del género *Brassica* exhiben un incremento en sus poblaciones como respuesta a los incrementos en los niveles de nitrógeno en el suelo (Altieri y otros 1998). En dos años de estudio, Brodbeck y otros (2001) encontraron que las poblaciones de tisanópteros (*Frankliniella occidentalis*), comúnmente también llamados *trips*, fueron significativamente mayores en los tomates que recibieron altas tasas de fertilización nitrogenada.

Revisando 50 años de trabajos de investigación sobre la relación entre nutrición de cultivos y el ataque de insectos, Scriber (1984) encontró 135 estudios que mostraban un incremento en el daño, así como en el crecimiento poblacional de insectos masticadores de hoja o ácaros en sistemas de cultivos fertilizados con nitrógeno, y menos de 50 estudios en los cuales el daño de herbívoros se redujo. Estos estudios sugieren una hipótesis con implicaciones para el patrón de uso de fertilizantes en agricultura: altas dosis de nitrógeno pueden resultar en altos niveles de daño por herbívoros en los cultivos. Como corolario, podría esperarse que cultivos bajo fertilización orgánica serían menos propensos a los insectos plaga y enfermedades dada las menores concentraciones de nitrógeno en el tejido de estas plantas.

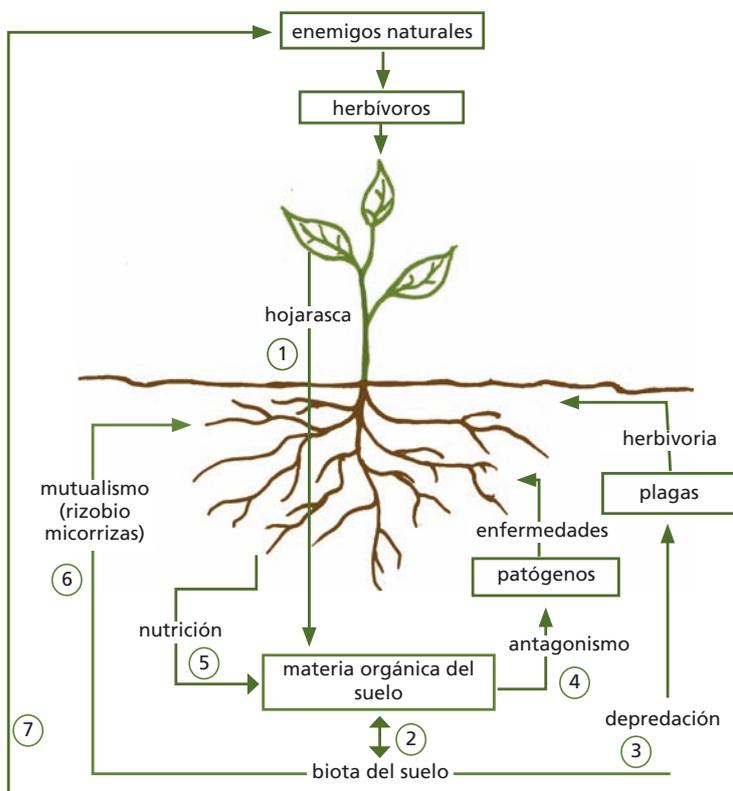


Figura 1. Vías complejas en las cuales la biodiversidad sobre el suelo interactúa en el agroecosistema: (1) residuos del cultivo incrementan el contenido de materia orgánica (SOM); (2) SOM provee el sustrato para la micro, meso y macro fauna del suelo; (3) predadores edáficos reducen las plagas del suelo; (4) SOM incrementa los antagonistas que suprimen patógenos del suelo; (5) mineralización lenta de C y N que activa los genes que promueven la tolerancia de cultivos a enfermedades; (6) mutualistas incrementan la fijación de N, toma de P, eficiencia del uso del agua, etc; (7) ciertos invertebrados (colémbolos y detritívoros) sirven de alimento alternativo a enemigos naturales en épocas de menor incidencia de plagas.

Dinámica de los insectos plaga en sistemas fertilizados orgánicamente

La menor abundancia de varios insectos herbívoros en sistemas de cultivo orgánico ha sido particularmente atribuida al bajo contenido de nitrógeno de las plantas bajo manejo orgánico. Lo que sugiere que la reducción de las poblaciones de plagas en sistemas orgánicos es, en parte, una consecuencia de los cambios nutricionales inducidos en el cultivo por la fertilización orgánica. Existen muchos ejemplos en los cuales se han registrado bajas poblaciones de insectos herbívoros en sistemas de bajos insumos, con una variedad de propuestas de mecanismos posibles. En Japón, la densidad del cicadélido *Sogatella furcifera* en campos de arroz, la tasa reproductiva de las hembras adultas y la tasa de supervivencia de los estadios inmaduros fueron generalmente menores en sistemas orgánicos que en sistemas convencionales. Consecuentemente la densidad de ninfas y adultos del cicadélido de las generaciones siguientes era menor en los campos de arroz orgánico (Kajimura, 1995). En Inglaterra, los sistemas de trigo convencional presentaron altas infestaciones del áfido *Metopolophium dirhodum*, en comparación con sistemas de trigo orgánico. Los sistemas de trigo fertilizados convencionalmente también presentaron altos niveles de aminoácidos libres en las hojas durante junio, lo que se atribuyó a la aplicación muy temprana de nitrógeno (en abril, al inicio de la estación). Sin embargo, la diferencia en las infestaciones de áfidos o pulgones entre los dos tipos de sistemas fue atribuida a la respuesta de los áfidos a las proporciones relativas de ciertas sustancias no proteicas versus proteicas, presentes en las hojas en el momento de la colonización de áfidos (Kowalski y Visser, 1979). Los autores concluyeron que la fertilización química hizo al trigo más palatable, por lo que se presentaban altos niveles de infestación.

En experimentos bajo invernadero, comparando maíz cultivado en suelos orgánicos con maíz cultivado en suelo fertilizado químicamente se observó que, cuando en el invernadero se liberaban las hembras del barrenador del tallo del maíz (*Ostrinia nubilalis*) para depositar sus huevos, colocaban significativamente más huevos en las plantas fertilizadas químicamente que en aquellas en suelo orgánico (Phelan y otros, 1995). Pero esta variación significativa en la postura de huevos entre los tratamientos fertilizados química y orgánicamente se manifestó solamente cuando el maíz crecía en potes con suelos recolectados de fincas manejadas convencionalmente. En contraste, la postura de huevos fue uniformemente baja en plantas que crecían en potes con suelos colectados de fincas manejadas orgánicamente. Los resultados obtenidos en las fincas mostraron que la varianza en la postura de huevos fue aproximadamente 18 veces mayor entre las plantas bajo suelo manejado convencionalmente que entre las plantas bajo un régimen orgánico. Los autores sugieren que esta diferencia es evidencia de una característica biológica amortiguante que se manifiesta más comúnmente en suelos manejados orgánicamente.

Altieri y otros (1998) encontraron que monocultivos de brócoli fertilizados convencionalmente desarrollaron mayores infestaciones de la pulguilla *Phyllotreta cruciferae* y del áfido *Brevicoryne brassicae* que los sistemas

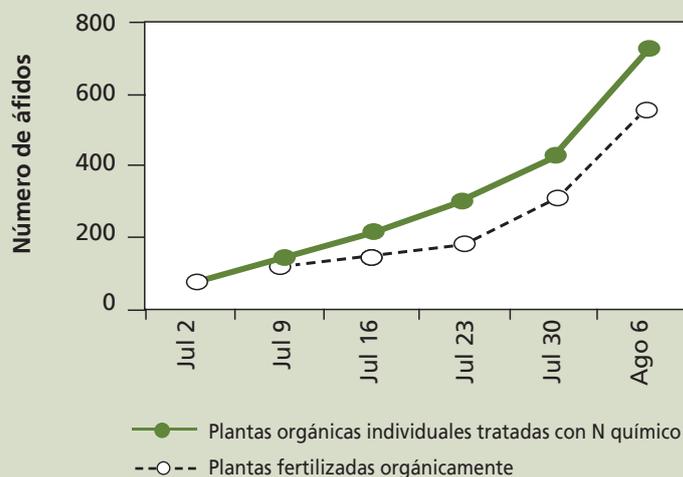


Figura 2. Respuesta de la población de áfidos al tratamiento de plantas individuales de brócoli con fertilizante nitrogenado en un campo manejado orgánicamente en Albany, California (Altieri, datos inéditos)

de brócoli fertilizados orgánicamente. Esta reducción en las infestaciones se atribuyó a los bajos niveles de nitrógeno libre en el follaje de estas plantas. Aplicaciones de nitrógeno químico a plantas individuales de brócoli seleccionadas al azar en un campo orgánico incrementaron las poblaciones de áfidos en estas plantas pero no en las plantas vecinas que habían sido fertilizadas orgánicamente (figura 2). El hecho de que estos insectos sean capaces de discriminar unas pocas plantas fertilizadas químicamente en un campo orgánico apoya la idea de que la preferencia de los insectos plaga puede ser modificada por las alteraciones en el tipo y cantidad de fertilizante usado que, a su vez, altera el balance nutricional de las plantas.

Interacciones entre la biodiversidad de arriba y abajo del suelo

Las plantas funcionan en un ambiente complejo multitrófico, donde generalmente la flora y fauna del suelo y los organismos de arriba del suelo (cultivos, insectos, etc.) interactúan en redes tróficas complejas, con una serie de interacciones que pueden favorecer o desfavorecer la menor incidencia de plagas (figura 1). Las comunidades arriba del suelo se ven afectadas directa e indirectamente por interacciones con los organismos de la red trófica del suelo (Wardle y otros, 2004). Las actividades de alimentación de los descomponedores o detritívoros (básicamente bacterias y hongos) en la red trófica estimulan el movimiento de nutrientes, la adición de nutrientes por las plantas, y el funcionamiento de las plantas, y es así como indirectamente influyen sobre los insectos que se alimentan de cultivos. Estudios en arroz de regadío en Asia mostraron que la adición de materia orgánica incrementó las poblaciones de detritívoros, los cuales a su vez fomentaban la abundancia de predadores generalistas arriba del suelo (Settle y otros, 1996). Ciertos insectos del suelo como los colémbolos (*Collembola*) son conocidos como presa alternativa para carábidos o escarabajos depredadores cuando las plagas son escasas.

Otros estudios sugieren que la presencia de organismos en el suelo puede inducir mecanismos de defensa contra plagas en las plantas. Por ejemplo, se ha demostrado una

disminución del 82% de las plantas infectadas por nematodos cuando estaban presentes las lombrices de tierra. Aunque las lombrices de tierra no tenían un efecto directo sobre la población de nematodos, con su presencia la biomasa de raíces no se vio afectada por nematodos y la esperada inhibición de la fotosíntesis no ocurrió. Esta es la primera vez que se observa cómo la presencia de lombrices de tierra puede reducir la infestación de nematodos en plantas. Aparentemente, la presencia de lombrices en la rizósfera induce cambios sistémicos en la expresión de ciertos genes de la planta, conllevando a un incremento en la actividad fotosintética y a una mayor concentración de clorofila en las hojas (Blouin y otros, 2005).

Conclusiones

El manejo de la fertilidad del suelo puede influenciar la calidad de las plantas, la cual a su vez, puede afectar la abundancia de insectos plaga y los consiguientes niveles de daño por herbívoros.

La aplicación de enmiendas minerales u orgánicas en cultivos puede influir de diferente forma sobre la colocación de huevos, las tasas de crecimiento, la supervivencia y la reproducción de insectos que usan estas plantas como hospederas. El incremento de los niveles de nitrógeno soluble en el tejido de las plantas tiende a reducir la resistencia a las plagas, aunque esto puede que no sea un fenómeno universal (Phelan y otros, 1995).

Los fertilizantes químicos pueden influenciar dramáticamente el balance de elementos nutricionales en las plantas, y es probable que su uso excesivo incremente los desbalances nutricionales, lo cual a su vez reduce la resistencia a insectos plaga. En contraste, las prácticas de fertilización orgánica promueven el incremento de la materia orgánica del suelo y la actividad microbiana y una liberación gradual de nutrientes a la planta, permitiendo teóricamente a las plantas derivar una nutrición más balanceada. Así, mientras que la cantidad de nitrógeno inmediatamente disponible para el cultivo pueda ser menor bajo fertilización orgánica, el estado total de la nutrición del cultivo puede que sea mejor.

Phelan y otros (1995) enfatizan la necesidad de considerar otros mecanismos cuando se examinan los vínculos entre el manejo de la fertilidad y la susceptibilidad de los cultivos a los insectos plaga. Sus estudios demuestran que las preferencias en la postura de huevos de los insectos desfoliadores pueden estar influenciadas por las diferencias en el manejo de la fertilidad del suelo. Por lo tanto, los bajos niveles de plaga reportados extensamente en los sistemas orgánicos se deben en parte a la resistencia de las plantas a las plagas, mediada por diferencias bioquímicas o de nutrientes minerales en los cultivos bajo tales prácticas de manejo. En efecto, estos resultados proporcionan una evidencia interesante para apoyar la idea de que el manejo prolongado de la materia orgánica del suelo puede inducir una mayor resistencia de las plantas a los insectos plaga.

Esta visión está corroborada por investigaciones recientes sobre la relación entre los componentes del ecosistema arriba y abajo del suelo, que sugieren que la actividad biológica del suelo es probablemente más importante de lo que hasta ahora se ha reconocido en determinar la respuesta de plantas individuales al estrés (Blouin y otros, 2005), y que esta respuesta al estrés está mediada por una serie de interacciones descritas en la figura 1. Estos hallazgos están mejorando nuestro entendimiento del papel de la biodiversidad en la agricultura, y las relaciones ecológicas entre componentes biológicos arriba y abajo del suelo. Tal entendimiento constituye un paso clave hacia la construcción de una estrategia innovadora de manejo ecológico de plagas que combine la diversificación de cultivos y el manejo orgánico del suelo. ■

Clara I. Nicholls y Miguel A. Altieri

Department of Environmental Science, Policy and Management. Division of Insect Biology. University of California, Berkeley. 137 Mulford Hall-3114. Berkeley, CA 94720-3114. USA.

Correos electrónicos: nicholls@berkeley.edu, agroeco3@nature.berkeley.edu

Referencias

- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., 2003. **Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems.** *Soil and Tillage Research*, 72, 203.
- Altieri, M.A., Schmidt, L.L., Montalba, R., 1998. **Assessing the effects of agroecological soil management practices on broccoli insect pest populations.** *Biodynamics*, 23-26.
- Blouin, M., Zuily-Fodil, Y., Pham-Thi, A.-T., Laffray, D., Reversat, G., Pando, A., Tondoh, J., Lavelle, P., 2005. **Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites.** *Ecology Letters*, 8, 202-208.
- Kajimura, T., 1995. **Effect of organic rice farming on planthoppers: Reproduction of white backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae).** *Res. Popul. Ecol.*, 37, 219-224.
- Kowalski, R., Visser, P.E., 1979. **Nitrogen in a crop-pest interaction: cereal aphids.** En: J.A. Lee (ed.). **Nitrogen as an ecological parameter.** Blackwell Scientific Pub., Oxford, Reino Unido.
- Kumar, V., Mills, D.J., Anderson, J.D., Mattoo, A.K., (2004). **An alternative agriculture system is defined by a distinct expression profile of select gene transcripts and proteins.** *PNAS*, 101:1, 10535-10540.
- Phelan, P.L., Mason, J.F., Stinner, B.R., 1995. **Soil fertility management and host preference by European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on *Zea mays*: a comparison of organic and conventional chemical farming.** *Agric. Ecosyst. and Env.*, 56: 1-8.
- Schuphan, W., 1974. **Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments: results of 12 years' experiments with vegetables (1960-1972).** *Qual. Plant Plant Foods Human Nutr.*, 23: 333-358.
- Scriber, J.M., 1984. **Nitrogen nutrition of plants and insect invasion.** En: R. D. Hauck (ed.). **Nitrogen in crop production.** American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Settle, W.H., Ariawan, H., Astuti, E.T., Cahyana, W., Hakim, A.L., Hindayana, D., Lestari, A.S., 1996. **Managing Tropical Rice Pests Through Conservation of Generalist Natural Enemies and Alternative Prey.** *Ecology*, 77: 1975-1988.
- Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., van der Putten, W.H., Wall, D.H., 2004. **Ecological linkages between aboveground and belowground biota.** *Science*, 304: 1629-33.

Suelos con alto contenido de materia orgánica y una alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad

Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos

Fernando Funes-Monzote, Alberto Hernández,
Rasiel Bello y Aurelio Álvarez



Mejorar y mantener la fertilidad de los suelos son prioridades para los sistemas agroecológicos. Junto a la preservación de la agrobiodiversidad, el uso eficiente del agua, la energía y otros recursos disponibles, un adecuado balance de nutrientes y vida en el suelo son condiciones importantes para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Sin embargo, en la práctica no existe un entendimiento integral de cómo funcionan las interacciones a nivel del sistema que las favorece. La diversificación e integración de la actividad agrícola con la ganadería es una estrategia eficiente para lograr un manejo adecuado de los nutrientes y la fertilidad de los suelos en conjunto, así como para aprovechar los recursos naturales disponibles de manera eficiente.

Este estudio de caso tuvo lugar en el municipio San Antonio de Los Baños, Habana, Cuba, y en él se documentan aspectos sobre el manejo y el diseño de dos fincas integradas, basados en un uso eficiente de los recursos locales. Se realizó entre 2000 y 2004, y su objetivo final fue entender las prácticas de manejo y diseño agroecológico que permitían un manejo eficiente y sostenible, para transmitirlos a otros productores de la región.

Durante cuatro años se monitoreó el comportamiento de diferentes indicadores de sostenibilidad relacionados con la diversidad biológica de los sistemas, su productividad, eficiencia energética, manejo de nutrientes y economía de la finca. Los resultados del estudio de las propiedades de los suelos muestran que, a pesar de que estos sistemas han sido sometidos a un alto nivel de intensidad, las principales características de la fertilidad de estos suelos se mantienen en rangos considerados medios a altos. Altas tasas de reciclaje de nutrientes vía reutilización de estiércoles, incorporación al suelo de residuos de cosecha, prácticas de laboreo adecuadas, rotaciones de cultivos con leguminosas y el manejo del suelo con cultivos y pastos por más de 70 años muestran que es posible alcanzar altos rendimientos sobre la base de una utilización eficiente de la energía y los nutrientes disponibles, donde la biodiversidad establecida juega un papel importante.

El estudio tuvo seis pasos: se comenzó por la identificación participativa –agricultores e investigadores– de los puntos críticos en la región (prácticas de manejo no sostenibles), los objetivos (soluciones sostenibles) para la producción ganadera en la región, así como la

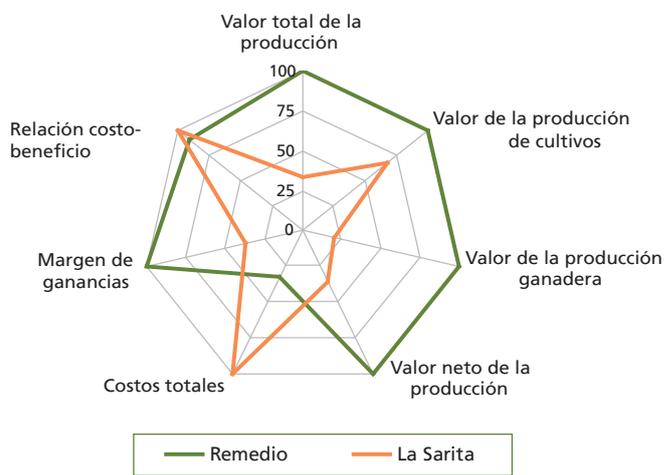
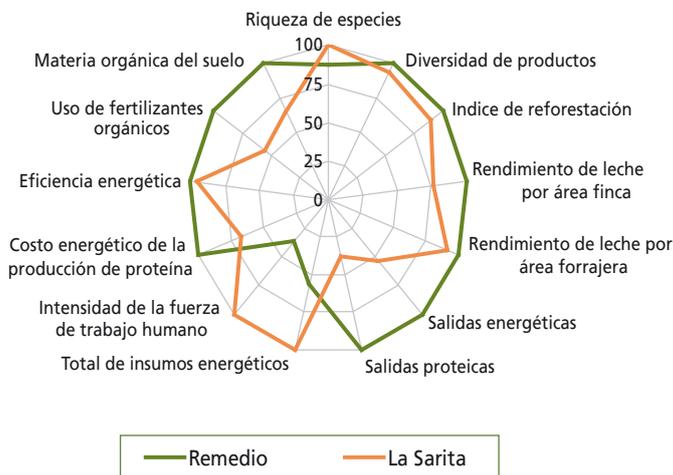
selección de fincas de ‘referencia’ (paso 1). Como parte de un diagnóstico más detallado se diseñaron mapas de biorecursos e infraestructura de las fincas seleccionadas que permitieron conocer en detalle los sistemas de manejo empleados (paso 2). Seguidamente, se caracterizaron las fincas, y se definieron los puntos críticos que limitaban o favorecían la sostenibilidad económica, ecológica y social del sistema (paso 3). En el paso 4 se seleccionaron indicadores que fueron monitoreados y la información reunida fue procesada en períodos anuales (paso 5). Finalmente, se realizó un análisis integrado y participativo de los sistemas de producción (Pretty, 1995; Checkland y Holwell, 1998) y se recomendaron prácticas beneficiosas para los sistemas agrícolas locales (paso 6).

Todos los indicadores fueron expresados como promedio de cuatro años de evaluación. Los valores de productividad se midieron en términos de rendimiento de leche por hectárea y en términos de energía y proteína producida en el sistema (se puede solicitar a los autores mayor detalle sobre la metodología y el manejo integrado de estos sistemas vía correo electrónico).

El uso de policultivos permitió incrementar la productividad, la eficiencia energética y biológica del sistema (policultivo maíz/maní)



Foto: autores



Indicador agroecológico	Unidad	Mejor valor	Indicador financiero (en miles de pesos cubanos)	Mejor valor
Riqueza de especies	Índice Margalef*	7.5	Valor total de la producción	24.17
Diversidad de la producción	Índice Shannon*	2.4	Valor de la producción de cultivos	6.59
Índice de reforestación	Índice Shannon*	1.8	Valor de la producción ganadera	17.58
Producción de leche (sistema)	ton ha ⁻¹ año ⁻¹	1.7	Valor neto de la producción	15.23
Producción de leche (área forrajera)	ton ha ⁻¹ año ⁻¹	2.2	Costos totales	1.78
Salidas energéticas**	GJ ha ⁻¹ año ⁻¹	22.8	Margen de ganancias	9.79
Salidas proteicas **	kg ha ⁻¹ año ⁻¹	273.0	Relación beneficio/costo	3.04
Intensidad de la fuerza de trabajo	hr ha ⁻¹ día ⁻¹	1.1		
Insumos energéticos totales	GJ ha ⁻¹ año ⁻¹	6.1		
Costo energético (proteína producida)	MJ kg ⁻¹	40.0		
Eficiencia energética	GJ salida GJ ⁻¹ entrada	2.1		
Uso de fertilizantes orgánicos	ton ha ⁻¹ año ⁻¹	4.5		
Materia orgánica del suelo (SOM)	%	5.8		

Figura 1. Análisis de los indicadores agroecológicos y financieros en las dos fincas estudiadas (resultados promedio de 4 años)

* Para mayor información sobre los cálculos de los índices de Margalef y Shanon, consulte Gliessman (2001).

** Las salidas energéticas y proteicas expresan la energía y proteína contenida en los productos comestibles producidos en la finca, incluyendo aquellos que son consumidos internamente.

Características de las fincas seleccionadas

En el municipio San Antonio de Los Baños y de acuerdo con los criterios empíricos de los extensionistas y otros actores locales, se seleccionaron como referencia dos fincas integradas tradicionales: una de pequeña escala, Remedio (9,4 hectáreas) y otra a mediana escala, La Sarita (47 hectáreas). Ambas fincas tienen altos niveles de productividad por área y un manejo eficiente de los recursos disponibles en la localidad. El estiércol vacuno disponible ha sido utilizado regularmente en las áreas de cultivo y las áreas agrícolas y ganaderas rotadas en períodos variables. Remedio dedicó el 73% de su área total a la producción ganadera, mientras que La Sarita dispuso del 65%. El resto del área, en las dos fincas, fue destinada a cultivos y la cubierta forestal fue baja (5-6% del área total). La primera finca, de menor tamaño, tuvo un uso más intensivo de la fuerza de trabajo y una mayor biodiversidad de cultivos y animales, mientras que la segunda, unas cinco veces mayor, se dedicó mayormente a la ganadería vacuna (producción de leche y carne), además de la producción agrícola en correspondencia con su mayor área destinada a pastos y forrajes.

Agrobiodiversidad, heterogeneidad y complejidad

Alta agrobiodiversidad (expresada como el número de especies manejadas), alta heterogeneidad (en términos del número de los componentes de la finca) y alta complejidad (referida al intercambio de energía, nutrientes, así como en las relaciones socioeconómicas), son las características de las fincas estudiadas. En el momento del diagnóstico, la finca Remedio producía 26 productos comercializables (8 de procedencia animal y 18 cultivos), mientras que La Sarita producía 24 en total (5 y 19 respectivamente), incluyendo cinco especies de flores. Si adicionamos las especies de pastos y forrajes, los frutales, forestales y postes vivos (sin contar otra vegetación espontánea o plantas y animales silvestres), 38 especies fueron manejadas en la primera y 49 en la segunda. A esta alta biodiversidad se le atribuyeron funciones ecosistémicas importantes como su contribución a un reciclaje de nutrientes, con un impacto directo sobre el incremento de la productividad y eficiencia de la producción.

Las dos fincas mantuvieron un manejo integrado de alta eficiencia durante más de 70 años y, a partir del análisis

de los indicadores evaluados, los resultados muestran rendimientos agrícolas y pecuarios razonablemente altos que no comprometen la propia capacidad del sistema para seguir lográndolo en el futuro. Esto también significa producir altos niveles de energía y proteína por unidad de superficie cultivada, lo cual garantiza la autosuficiencia alimentaria de la familia e influye positivamente en los indicadores financieros y energéticos. Ambas fincas produjeron mayor cantidad de energía y proteína por unidad de superficie para el consumo humano, que la obtenida por la producción ganadera típica de la zona.

Los valores más altos de productividad se lograron en particular en la finca Remedio, que tuvo un sistema de manejo a menor escala y más dinámico en términos de rotaciones de cultivo y uso de fertilizantes orgánicos, mientras que la eficiencia energética lograda en ambos sistemas fue similar (figura 1).

Prácticas de manejo de los nutrientes y fertilidad del suelo empleadas

Ambas fincas aplicaron prácticas similares para el manejo de los nutrientes.

- Los vacunos, equinos, ovinos y caprinos tuvieron acceso al pastoreo mediante sistemas rotativos de pasturas, donde depositaban el estiércol directamente.
- Todo el estiércol colectado en los corrales y corraletas fue compostado y luego aplicado a las áreas de forrajes o a los campos de cultivo antes de la siembra, generalmente antes de la época de lluvias.
- El laboreo del suelo fue realizado combinando el empleo de tractores y bueyes, para evitar la compactación.
- El uso de rotaciones de cultivos permitió combinar cultivos con alto desarrollo del sistema radicular con otros menos profusos, incorporar especies de leguminosas alternadas con otras más extractivas, así como el uso extendido del policultivo.
- Para la alimentación animal se importaron residuos de cítricos de un centro de colecta cercano, subproductos de centrales azucareros y otros alimentos concentrados en menor cuantía, los cuales representaron fuentes de nutrientes al suelo.

Características de la fertilidad del suelo

Los nutrientes reciclados por los animales, las cantidades introducidas a través de los alimentos importados y los fijados por plantas leguminosas parecen ser suficientes para compensar la alta exportación de nutrientes de estos sistemas biointensivos. En el estudio detallado de las características de los suelos representativos de ambas fincas, no se observaron señales de deterioro de su fertilidad.

Entre los puntos críticos de la ganadería especializada en la región se identificó la extracción continua de nutrientes, que trajo como consecuencia la disminución de la materia orgánica en los suelos. Inclusive los productores ganaderos especializados de la región consideraban la acumulación de estiércol como un problema. Además, su uso en áreas de la propia finca era limitado debido a

la falta de mano de obra o al descuido. Otras dificultades de orden práctico, como la falta de aperos de labranza y otros insumos, así como de regulaciones sobre el uso de la tierra (objeto social), limitaron el establecimiento de cultivos en áreas ganaderas especializadas. En cambio, en las fincas integradas estudiadas, Remedios y La Sarita, la producción de leche por hectárea fue más de dos veces superior (1,7 toneladas por hectárea [t/ha] respecto al área total de la finca y 2,2 t/ha si consideramos solamente el área destinada a pastos y forrajes) que en las fincas especializadas típicas de la región, a pesar de haber ocupado hasta un 35% de las tierras con cultivos. De hecho, el incremento de la eficiencia y la productividad del sistema son atribuidos, en mayor medida, a la siembra de cultivos en áreas ganaderas, algo que es posible gracias a los excelentes indicadores de suelo que mostraron ambas fincas, sobre todo si consideramos la materia orgánica como indicador de altos niveles de vida en el suelo.

La diversificación de los sistemas integrados permitió producir mayores cantidades de biomasa distribuida a través del año, lo que amortiguó las fluctuaciones estacionales en el clima e incorporó mayores cantidades de biomasa al suelo. Por ejemplo, las reservas de carbono en el suelo de la finca Remedio fueron de 89 t/ha en los primeros 50 cm de suelo y 26 t/ha de 50 a 100 cm. Los niveles de materia orgánica excedieron 5% en todos los subsistemas, excepto en el subsistema de cultivos que no fue rotado con ganadería, donde fue de 4,8%, aún alto para el suelo ferralítico en el que las fincas están situadas. Los valores observados sugieren una reducción de solo 30-40% comparado con lo esperado en condiciones naturales de referencia (Hernández y otros, 2006). Ello representó un mínimo de pérdida de carbono en áreas de cultivo.

Consideraciones finales

Los sistemas integrados estudiados sirven de referencia para un manejo o son una guía para la conversión hacia un uso más sostenible del suelo a partir de una concepción integrada de producción agrícola y ganadera. La metodología desarrollada permitió la identificación, en consulta con los actores locales, de puntos críticos que limitan la producción agropecuaria y los objetivos que se deben seguir para el desarrollo de los sistemas integrados en la región. Los resultados de este estudio muestran que es posible alcanzar altos rendimientos con el bajo uso de insumos externos y sin deteriorar la fertilidad del suelo a partir de la implementación de sistemas integrados ganadería-agricultura, lo cual crea condiciones favorables para un manejo eficiente de los recursos disponibles.

Los sistemas agroecológicos, generalmente con una alta agrobiodiversidad e integración, permiten un uso adecuado del suelo, optimizan los flujos de nutrientes y energía,

Las dos fincas mantuvieron un manejo integrado de alta eficiencia durante más de 70 años

y cumplen funciones múltiples que comprenden objetivos ecológicos, económicos y sociales. Sin embargo, aún es necesario continuar documentando este tipo de interacciones que garantizan la sostenibilidad a nivel de sistema.

Agradecemos a Héctor, Hilda y familia, y a Bernardo, Bernardito y familia, quienes con paciencia e interés participaron en este estudio. También a todas las personas que colaboraron y participaron en el estudio, en especial a Wilfredo y familia, Cari, Molina, Carlos y Camué. Un estudio más amplio que incluye los resultados de este artículo estuvo financiado por la Fundación Internacional para la Ciencia (IFS) bajo el proyecto No. B/3213-1. ■

Fernando R. Funes-Monzote

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey",
Universidad de Matanzas
Central España Republicana, Matanzas.
Apartado 4029, C.P. 10400
Ciudad de La Habana, Cuba
Correo electrónico: mgahonam@enet.cu

Alberto Hernández

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
San José de Las Lajas, La Habana, Cuba.
Correo electrónico: ahjga@yahoo.com.mx

Rasiel Bello

Instituto de Investigaciones Porcinas del Ministerio de la
Agricultura
Carretera al Guatao, Punta Brava, Ciudad de La Habana, Cuba
Correo electrónico: iip@enet.cu

Aurelio Álvarez

Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes del Ministerio
de la Agricultura
Carretera 43, km 1 ½, Cangrejeras, Bauta, Ciudad de La
Habana, Cuba
Correo electrónico: auralva@cima-minag.cu

Referencias

- Altieri, M.A., 2002. **Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments.** *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93, 1-24.
- Checkland, P., Holwell, S., 1998. **Action research: Its nature and validity.** *Systemic Practice and Action Research* 11 (1), 9-21.
- Funes-Monzote, 2008. **Farming like we're here to stay: The mixed farming alternative for Cuba.** PhD thesis Wageningen University. Países Bajos.
- Gliessman, S.R., 2001. **Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture.** CRC Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- Hernández, A., Morell, F., Ascanio, M.O., Borges, Y., Morales, M., Yong, A., 2006. **Cambios globales de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (Nitisoles ródicos éutricos) de la provincia Habana.** *Cultivos Tropicales* 27 (2), 41-50.
- Lal, R., Follett, R.F., Stewart, B.A., Kimble, J.M., 2007. **Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security.** *Soil Science* 172, 943-956.
- Pretty, J.N., 1995. **Participatory learning for sustainable agriculture.** *World Development* 23, 1247-1263.

convocatoria

LEISA 24-4 (marzo 2009)

Cambio climático y resiliencia

A lo largo de la historia, los campesinos han adaptado sus sistemas agrícolas para responder a situaciones de crisis como las sequías, las inundaciones, la degradación del suelo y los conflictos sociales. También han respondido a oportunidades positivas como son los nuevos cultivos y los mercados emergentes. El no haber podido responder o adaptarse a una nueva situación ha significado muchas veces el desastre: la gente ha tenido que abandonar su tierra y algunos sistemas agrícolas han desaparecido.

Existe ahora un amplio consenso científico de que el clima global está cambiando, afectando los regímenes de lluvia y aumentando la temperatura alrededor del mundo. En algunas áreas podría llevar a una mayor desertificación y a un declive en la producción de alimentos. Irónicamente, la agricultura es uno de los factores más importantes en el cambio climático. La producción de fertilizantes emite una gran cantidad de gases de efecto invernadero y su aplicación acidifica los suelos. Debido a prácticas como la deforestación y la agricultura desmesurada, los suelos están perdiendo su contenido de carbono y emitiéndolo a la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global.

El cambio climático ha sido descrito como "una amenaza para la humanidad", y no hay duda de que las áreas más pobres sufrirán más. Probablemente las zonas tropicales recibirán un mayor impacto del cambio climático, y es precisamente ahí donde se encuentran los países más pobres. La agricultura sostenible puede ayudar a reducir las amenazas del cambio climático. Por un lado, puede reducir el impacto de la agricultura en el clima por medio de métodos sostenibles (por ejemplo, integración de cultivos diversos, manejo de suelos, comercialización local). Por otro lado, los cambios drásticos significan una nueva situación que plantean nuevos retos para las sociedades rurales. Si los agricultores se adaptan a ellos y responden a nuevas oportunidades construyendo sistemas agrícolas más resilientes, es posible que el impacto del cambio climático sea menor.

El próximo número sobre el cambio climático busca ejemplos concretos sobre cómo la agricultura sostenible y la agroecología pueden ayudar a construir resiliencia. ¿Cómo perciben los campesinos los cambios de su ambiente, y cómo se enfrentan a ellos? ¿Cómo se anticipan? ¿Cómo han estado enfrentando estos impactos y problemas en el pasado? ¿Cómo podemos hacer para que estas estrategias sean más importantes en el futuro?

Fecha límite para la recepción de contribuciones: 3 de enero de 2009



Cortando canavalia antes de plantar. Aparte de fijar el nitrógeno, las leguminosas como la canavalia o la mucuna proveen una fuente adicional de forraje de calidad

Foto: Mirjam Pulleman

Calidad del suelo y rentabilidad de la finca: una situación en la que todos ganan

Mirjam Pulleman, Jon Hellin, Dagoberto Flores Velázquez y Walter López Báez

Muchos pequeños agricultores de Centroamérica y otros lugares cultivan maíz en laderas empinadas, propensas a la erosión y degradación del suelo. A pesar del uso de grandes cantidades de agroquímicos, la menor productividad del suelo ha resultado en un menor rendimiento de los cultivos. Además, si se toma en cuenta el aumento en los costos de producción, el resultado es que cultivar maíz ya no es rentable para muchos pequeños productores. El reto para estos agricultores es cómo adaptar su sistema agrícola de manera que puedan conservar sus suelos, logrando al mismo tiempo que su trabajo sea más rentable.

Hacia un suelo viviente

Lo que se necesita para superar este reto es fácilmente comprendido por investigadores, elaboradores de políticas, profesionales dedicados al desarrollo y, cada día más, por los mismos agricultores: restaurar y preservar la productividad y resiliencia de los suelos con respecto al equilibrio de funciones físicas y biológicas interrelacionadas y al balance de nutrientes. El concepto limitado que se tiene del “suelo” como un sustrato inerte que puede ser “mejorado” al añadirle fertilizantes se está reemplazando gradualmente por uno que ve el suelo como lo que es: un

recurso viviente y autorrenovador. En una situación ideal, las prácticas de manejo se dirigen hacia el logro de un sistema autosostenible mediante la protección del suelo, alimentándolo con materia orgánica, y estimulando las funciones beneficiosas de sus organismos. El objetivo es lograr y mantener las condiciones óptimas del suelo –en términos físicos, químicos, biológicos e hidrológicos– para el crecimiento de las raíces, la retención y el uso eficiente del agua y nutrientes, así como el control biológico de plagas y enfermedades.

Sin embargo, lo más probable es que las estrategias mejoradas de manejo de cultivos solamente sean adoptadas y adaptadas por los agricultores si sus esfuerzos resultan en beneficios económicos inmediatos. Además, las decisiones de los agricultores deben estar ubicadas en un contexto más amplio. En muchas áreas rurales los cambios en la economía agrícola, así como en las políticas gubernamentales, con frecuencia resultan en la migración a gran escala, la falta de mano de obra rural y el aumento en los costos de producción. Estos cambios pueden minar el entusiasmo y los recursos de los agricultores para adoptar y adaptar prácticas que mantienen y realzan la

calidad del suelo. A pesar de estas dificultades, este estudio ilustra cómo agricultores e investigadores de Chiapas, en el sureste mexicano, han logrado obtener mayores ganancias y, a la vez, la conservación natural de los recursos a partir de la adaptación de sus sistemas de cultivo basados en el maíz.

Centro de biodiversidad

El municipio de Villaflores, en el sudoeste del estado de Chiapas, se caracteriza por su clima cálido semihúmedo y su paisaje montañoso. Es considerado un centro de biodiversidad. Durante las décadas de 1970 y 1980, las tierras bajas se convirtieron en una de las regiones productoras de maíz más importantes de México. La crianza de ganado también ha aumentado durante los últimos años. La producción de maíz con altos insumos invadió los sistemas de corte y quema de los pequeños agricultores en los estrechos valles y las laderas de los cerros, donde los suelos son de origen granítico y tienen un pH bajo. La productividad es más baja aquí que en las planicies.

Como resultado, los sistemas tradicionales de maíz se vieron afectados de manera negativa y los periodos de barbecho se acortaron. Las laderas se convirtieron en un mosaico de campos de maíz y terrenos boscosos de sucesión temprana. Esto llevó a altos niveles de erosión, degradación de los suelos y pérdida de la biodiversidad

local, todo ello causado por prácticas no sostenibles (incluidas la deforestación, el pastoreo excesivo y prácticas tradicionales tales como la quema de rastrojos). Estos mismos problemas también se dan en otras regiones de México y en Centroamérica. El resultado es la continuación de la pobreza rural y la migración, y los altos costos para la sociedad como un todo, debido a daños en la infraestructura y el enturbiamiento de los recursos de agua para consumo humano.

Los sistemas de maíz en Villaflores son, por lo general, de dos tipos. Los campos en laderas empinadas no se prestan a la mecanización, y la preparación tradicional de la tierra consiste en la roza y quema de los rastrojos de maíz. Por contraste, los agricultores de las planicies y las terrazas usan la preparación mecanizada de la tierra en la forma del arado convencional.

En ambos sistemas el maíz se siembra manualmente con un palo, después de que empiezan las lluvias en mayo. La cosecha manual del maíz se lleva a cabo en diciembre o enero. Los agricultores que tienen acceso a tierras en las planicies pueden en ocasiones cultivar una segunda cosecha de maíz ("chahuite") o frijoles como cultivo secuencial en humedad residual. El uso de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes nitrogenados es generalizado. Alrededor del 30% de los agricultores de la región tiene ganado, registrándose desde solo una vaca hasta por lo menos 30 animales. Entre enero y mayo estos agricultores dependen de los rastrojos para forraje. El pastoreo libre es comunal y los agricultores que no tienen ganado

pueden vender sus derechos de pastoreo a quienes sí lo tienen. Se establece por lo tanto un compromiso entre la necesidad de mantener los rastrojos sobre el suelo –para ayudar a mantener la calidad de este– y la necesidad de forraje para los animales.

Manejo de sistemas mixtos de maíz y ganado

La combinación de las prácticas tradicionales de preparación de la tierra con el pastoreo a base de rastrojos ha dado como resultado una productividad cada vez menor, a pesar de un aumento en el uso de agroquímicos. La intensificación del cultivo de maíz significa que los periodos de barbecho no son lo suficientemente largos como para que el suelo se recupere. En un intento por conservar bosques y reducir la erosión del suelo, el gobierno del estado implementó medidas a inicios de los años noventa para restringir la quema de los rastrojos, recomendando que se les dejara sobre el suelo. También se proporcionó herbicidas y aspersores a los agricultores para facilitar la transición al dejar la quema.

Casi al mismo tiempo, una entidad del gobierno llamada Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA) comenzó a introducir la labranza reducida y la labranza cero como parte de un paquete técnico que también incluía el suministro de créditos a tasas de interés subsidiadas. Aunque muchos agricultores de la región continuaban quemando sus campos, la mayoría ha abandonado esta práctica. Sin embargo, actualmente el tipo de rastrojos que se deja en el campo está restringido a las partes menos sabrosas de los tallos ya que el ganado depende de estos residuos para su alimentación durante la temporada seca. Los agricultores aún dependen, en gran medida, de los herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos, el costo de los cuales representa una parte importante y cada vez más alta del total de los costos de producción.

Adaptándose a las prácticas agrícolas de conservación

Aunque los cambios en las políticas mencionados anteriormente sí resultaron en una disminución de la cantidad de residuos quemados y en un aumento en la cantidad que se deja sobre las laderas, al inicio del proceso todos los agricultores con acceso a tierras en las planicies o en las terrazas, continuaron arando sus suelos. Por lo tanto, a la vez que se retornaba materia orgánica al suelo a través de los rastrojos de los cultivos de maíz, el mismo suelo se mantenía descubierto durante la mayor parte del año y era susceptible, por lo tanto, a la erosión y a la pérdida de agua por la escorrentía y la evaporación. En 1999, FIRA invitó a agricultores del distrito de Villaflores a formar un grupo de personas interesadas en la agricultura de conservación. Tavin Gómez Hernández y otros seis agricultores respondieron a la invitación y formaron el Club de Labradores de Conservación de Villaflores, que eligió al señor Gómez como su presidente. La primera razón que tuvieron los agricultores para abandonar o reducir las operaciones de labranza fueron el beneficio que significaba la inmediata reducción de costos (tiempo de uso del tractor y combustible). Sin embargo, por medio de la experiencia y de información obtenida a través del club, los agricultores se convencieron de otras ventajas importantes, tales como la reducción en la erosión del suelo,

El reto para estos agricultores es cómo adaptar su sistema agrícola de manera que puedan conservar sus suelos



Foto: Mirjam Pullleman

Leguminosas como cultivo de relevo entre los tallos de maíz. Los beneficios económicos y la protección del suelo y el agua van de la mano

la conservación de la humedad y la restauración de la fertilidad y la productividad del suelo. Aunque estas ventajas no las han medido los agricultores, son claramente visibles: al comparar sus campos con los de aquellos que practican la labranza convencional, los miembros del club pueden notar claras diferencias en las características de la erosión, hasta el punto que la capa arable del suelo de parcelas convencionales situadas más arriba en la ladera es depositada en los campos donde se dejan residuos agrícolas en la superficie. También mencionaron que el maíz está mejor “anclado” en el suelo. Desde que se inició el club, otros agricultores se han convencido de los beneficios de la labranza para la conservación y su número llegó a más de treinta miembros en 2007, mientras que muchos agricultores siguen sus avances muy de cerca aunque todavía no se animen a hacerse socios.

El club de agricultura para la conservación juega un papel crucial al hacer posible que sus miembros intercambien conocimientos y experiencias, y también que compartan ideas con profesionales que no son miembros o con agricultores interesados. El club organiza reuniones para demostraciones en el campo, y los socios hablan de sus experiencias en eventos fuera de su propia región, usando palabras y conceptos que son cercanos a las realidades de los agricultores. El club no solamente ha elevado el nivel de conocimientos conceptuales y prácticos sobre la labranza de conservación, el recubrimiento del suelo con residuos o las medidas adicionales para la mejora del suelo y los cultivos, también proporciona una red para la experimentación con nuevas tecnologías y un punto focal para la interacción con investigadores e instituciones gubernamentales.

Rentabilidad de la finca y conservación de los recursos naturales

Los agricultores miembros del club confirman que el incentivo más importante para adoptar la labranza de con-

servación en las planicies y las terrazas ha sido la reducción en los costos (además de la prohibición de quemar residuos). Sin embargo, también hay otros incentivos “secundarios”. Los agricultores informan que la conservación de la humedad y la restauración de la fertilidad son beneficios clave, y aquellos que trabajaban con los suelos más degradados reportan un aumento en el rendimiento de hasta 100% en unos cuantos años. La conservación de la humedad ha sido de tal magnitud que campos situados en las partes más bajas de la cuenca hidrográfica pueden sostener un segundo cultivo (generalmente de sorgo para forraje o alguna leguminosa), lo que antes no era posible. Muchos agricultores están experimentando con la intensificación y diversificación de sus cultivos en colaboración con investigadores de universidades locales y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se han hecho pruebas con leguminosas tales como mucuna o canavalia que crecen bien, reduciendo de ese modo la necesidad de añadir fertilizantes nitrogenados, controlando las malas hierbas y proporcionando una fuente adicional de forraje de buena calidad para sus propios animales (sin disminuir los residuos de cultivos para cobertura) o para la venta. Aunque los agricultores informan que hay más problemas por plagas en los primeros años en que se dejan los residuos en el campo, su experiencia es que al tercer año estos problemas disminuyen, probablemente como resultado de la restauración de la biodiversidad del suelo, lo que lleva a un mejor control biológico de plagas. Los agricultores que se unieron al club desde el inicio hoy mencionan la reducción del uso de herbicidas y plaguicidas como una de las mayores ventajas de su sistema.

Un número cada vez mayor de agricultores están convencidos de los beneficios de dejar los rastrojos de los cultivos sobre sus tierras y están buscando maneras de proteger este importante recurso. Un desarrollo importante es

el programa PROCEDE, implementado por el gobierno nacional, que regula el uso de las tierras de propiedad comunitaria y promueve la propiedad individual. Los agricultores que han asegurado el acceso a tierras tienen un mayor interés en invertir, poniendo vallas alrededor de sus campos, por ejemplo, para proteger los rastrojos del ganado que pudiese invadir las tierras. Los miembros del club también se han organizado como cuerpo de bomberos, con el apoyo de la Secretaría de Estado de Agricultura. En la actualidad están equipados y tienen el entrenamiento necesario para prevenir y extinguir cualquier incendio que amenace sus tierras y cuyo origen esté en las prácticas de agricultores vecinos que continúan quemando sus campos.

Aunque muchos agricultores de la región continúan quemando sus campos, la mayoría ha abandonado esta práctica

Los cambios en las prácticas de manejo de los cultivos de los agricultores son de crucial importancia para la conservación de los suelos y para la provisión de servicios ambientales tales como la

cantidad y calidad del agua, y la biodiversidad tanto sobre la tierra como bajo ella. Todos los miembros del Club de Labranza de Conservación de Villaflores reconocen los muchos beneficios de la agricultura de conservación, y por ello alientan a otros agricultores a unírseles. Pero también reconocen la magnitud del reto y la necesidad de adaptar sus sistemas continuamente.

Retos futuros y aumento en la escala del proyecto

El ejemplo de Chiapas demuestra que los beneficios económicos inmediatos y la protección del suelo y el agua pueden ir de la mano, especialmente cuando están complementados por la acción colectiva, en este caso un grupo de agricultores organizados alrededor de un club. La combinación de prácticas de manejo de residuos que propician la conservación del suelo y el agua a través de la diversificación de los cultivos y las opciones de intensificación resulta en una mejora de la producción y rentabilidad de las fincas. La biodiversidad –sobre y bajo terreno– se estimula, lo que permite un mayor nivel de control biológico de las malas hierbas, plagas y enfermedades. También hay ventajas para la producción de fuentes alternativas de forraje de mayor calidad, aunque aún se necesita perfeccionar la calidad del forraje y su uso eficiente. A pesar de haber adoptado un mejor sistema que los sistemas tradicionales, la competencia por los rastrojos (incluyendo el pastoreo libre) y la mala calidad del forraje continúan siendo un problema, así como la aún relativamente alta dependencia de agroquímicos.

El uso de herbicidas, en particular, plantea un reto. Los agricultores han estado utilizando herbicidas por un buen tiempo (especialmente en las laderas de los cerros, que los agricultores nunca araban). Aunque esto ha sido una ventaja para la rápida adopción de los métodos de la agricultura de conservación, a largo plazo el uso de herbicidas debe reducirse. Los mayores niveles de retención de residuos, la rotación de cultivos y los cultivos de cobertu-

ra harán que los agricultores sean menos dependientes de los herbicidas debido a la supresión natural inmediata de malas hierbas y de sus semillas, en el caso de no labranza. El agotamiento del banco de semillas puede tomar varios años pero depende de cuán eficiente sea el agricultor controlando las malas hierbas. Lo que es alentador es que algunos de los agricultores más avanzados ya están reportando una reducción en el uso de herbicidas.

Otro reto es lograr que los beneficios sean visibles y accesibles a un grupo más amplio de agricultores. Muchos agricultores de Villaflores todavía no tienen acceso a estas nuevas ideas o a ningún tipo de apoyo técnico o financiero, y por lo tanto no se benefician de los resultados apreciados por los miembros del club. Mayores mejoras y un aumento en la escala del proyecto dependen, por lo tanto, no solo de las acciones de los agricultores y los investigadores, sino también del entorno político, la disponibilidad y coordinación de apoyo técnico y económico para los agricultores y una organización de agricultores que sea eficaz. Un desarrollo promisorio en la región del estudio es una iniciativa multiinstitucional entre INIFAP y otras instituciones locales. Este programa, enfocado en el manejo sostenible integrado de las cuencas hidrográficas de Chiapas, incluye la centralización y coordinación de la financiación, planeamiento rural, investigación, capacitación y extensión, y la organización de todos los interesados. Los pagos por servicios al ecosistema para aquellos agricultores que protejan los recursos naturales constituyen una de las estrategias que se están explorando. Las tecnologías que se promuevan se basarán en las experiencias ya descritas, combinadas con otras tecnologías para conservar recursos, tales como cercos vivos y agroforestería. Todas estas iniciativas se sustentan en un enfoque integrado, considerando la cuenca en su totalidad como un grupo de agrosistemas interrelacionados. ■

Mirjam Pulleman

International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) y Wageningen University, Holanda.
Wageningen University, Department of Soil Quality, P.O. Box 47, 6700 AK Wageningen, Holanda.
Correo electrónico: mirjam.pulleman@wur.nl

Jon Hellin y Dagoberto Flores Velázquez

Centro Internacional para el Manejo de Maíz y Trigo (CIMMYT) P.O. Box 6-641, CP 06600 Mexico.
Correos electrónicos: j.hellin@cgiar.org; d.flores@ciar.org

Walter López Báez

INIFAP Centro de Chiapas, México.
Correo electrónico: waloba10@hotmail.com

Referencias

- Erenstein, O., 2003. **Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: A guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops.** *Agriculture Ecosystems and Environment* 100: 17-37.
- Hellin, J., 2006. **Better land husbandry: From soil conservation to holistic land management.** Science Publishers Inc, Enfield, New Hampshire, Estados Unidos.

Recuperación del suelo:

prácticas agroecológicas en sistemas agrícolas extensivos de Córdoba, Argentina

Héctor Leguía, Esteban Alessandria, J. V. Sánchez, J. L. Zamar, L. Pietrarelli y M. Arbornó

En los últimos 15 años, Argentina ha tenido fuertes transformaciones en las características de sus sistemas agropecuarios. El comercio internacional siempre influyó la estructura productiva nacional; un claro ejemplo es la intensa agriculturización iniciada en los años 70, que se acelera inusitadamente en el último decenio (1997-2007), lapso en que la superficie agrícola pasa de seis a más de 14 millones de hectáreas. La expansión de la soja jugó un importante papel en este proceso. Antes de 1975 este cultivo no tenía una superficie significativa, pero en 1995 igualó en superficie al resto de cultivos agrícolas y, durante el período 2002-2003 ocupó el 95% de la superficie agrícola del país.

El cambio tecnológico emblemático y catalizador fue la siembra directa (SD). Esta propuesta conservacionista de suelos y agua, sinónimo de “labranza cero”, se impuso como la propuesta más contundente para revertir la degradación provocada por más de 50 años de laboreo convencional. La SD, pese a que exigía una drástica y onerosa reconversión tecnológica, tuvo una vertiginosa difusión. Desde 1990 a 2005, más del 85% de las superficies cultivadas adoptaron la SD y su uso estuvo principalmente relacionado con la expansión de la soja.

La conservación del agua –que permite la SD–, la plasticidad de la soja para adaptarse a condiciones ambientales diversas, y los precios internacionales favorables, determinaron un avance masivo de este cultivo, especialmente en las regiones subhúmedas y semiáridas. El impulso final de estos cambios ocurre alrededor de 1997, cuando el modelo incorpora las variedades transgénicas (sojas RR) con el uso de glifosato. Esta modalidad necesitó solo seis años para difundirse a toda la superficie sojera argentina (Bisang y Sztulwark, 2006).

El éxito inmediato del paquete Agricultura/SD/Soja RR se debió no solo al ahorro de agua y la reducción de la erosión de suelos, sino también a los menores costos necesarios para la producción, debido a la disminución de combustibles, la simplificación de equipos y tareas, tiempos operativos más cortos y menor empleo de mano de obra, así como a la posibilidad de aplicarse a gran escala.

Esta propuesta desplazó a las actividades agropecuarias tradicionales en la región (ganadería extensiva, sistemas de producción de leche bovina y cultivos tradicionales) y tuvo impactos negativos en los ecosistemas nativos (especialmente por los desmontes) y los sistemas pastoriles con vegetación nativa, por lo que se perdió la vegetación

Foto: autores



Cultivo de cobertura: *Vicia sativa* y triticale

originaria y disminuyó la biodiversidad de los agroecosistemas agrícolas. La reducción de los productos tradicionales para el consumo nacional debilitó la seguridad alimentaria del país.

Sin embargo, las mayores críticas al nuevo modelo se relacionan con la disminución del empleo rural y el costo social de la desaparición de cerca de 200.000 productores que no pudieron acceder a esta reconversión. Este fenómeno, es la ‘contracara’ de un proceso de concentración de tierras y capitales, aprovechado especialmente por nuevos actores sociales corporativos: *pool* de siembra, fideicomisos y grandes empresas (Teubal, 2003). Los sistemas agrícolas se reorientaron para la producción intensiva de granos exportables, incorporando importantes inversiones de capital y una dependencia creciente de insumos industriales y biotecnológicos. La conversión provocó profundas transformaciones en la estructura social agropecuaria y un importante costo social y ambiental.

Situación en el área de estudio

En la localidad de Lozada (20 km al sur de Córdoba) los sistemas agrícolas de productores familiares, pequeños y medianos, tienen generalmente de 150 a 200 hectáreas. Estas unidades productivas familiares tienen, por razones económicas, una fuerte tendencia al monocultivo de soja. En estos establecimientos se detecta una seria

degradación del medio biofísico que se expresa principalmente en la baja calidad de los suelos: agotamiento de nutrientes y de la fertilidad potencial, densificación y compactación, y escaso contenido de materia orgánica. A la fragilidad del esquema productivo y tecnológico actual, se suman las limitaciones edáficas y climáticas propias de regiones semiáridas (De Paw y otros, 2000).

Los productores familiares pueden verse muy afectados por la variación inesperada de precios o costos; pero además de ello, la degradación de sus recursos disminuye su capacidad para hacer frente a las adversidades climáticas y bióticas. El fuerte descenso de la productividad puede conducirlos a procesos de endeudamiento, erosión del capital de explotación e incluso al abandono de la actividad.

Estas unidades productivas familiares tienen, por razones económicas, una fuerte tendencia al monocultivo de soja

Las correcciones propuestas desde el modelo productivista se remiten al incremento de insumos externos (plaguicidas y fertilizantes sintéticos, genotipos exógenos) o costosas inversiones (riego, tecnología satelital, etc.) que, en muchos

casos, solamente agravan los problemas o resultan inviables para los productores de limitados recursos.

Junto con estos productores, nuestro equipo decidió explorar propuestas alternativas con viabilidad cultural y técnica, que permitan revertir la degradación de los recursos sin afectar los actuales niveles productivos, ni requerir onerosas inversiones.

La vida del suelo en relación con el modelo actual

La dimensión biológica del suelo está regulada por condiciones edáficas fundamentales para la vida (temperatura, humedad, salinidad, oxígeno, coloides orgánicos, exudados y otros), que resultan de la interacción entre las condiciones propias del suelo con las características climáticas estacionales y la vida vegetal y animal presente en el ecosistema (Primavesi, 1984).

El paquete: Agricultura continua/SD/Soja RR/Glifosato tiene, en relación al suelo, varios puntos críticos:

- La agricultura continua (o sin interrupción) explora un espesor de suelo más reducido que las pasturas o la vegetación natural. Los aportes de residuos son comparativamente más bajos, especialmente en las variedades más nuevas (baja relación rastrojo/grano). Se pierde el valor restaurador de la rotación mixta y hay una elevada exportación de nutrientes en cada campaña.
- La siembra directa (SD) establece el no perturbar la estructura del suelo y, al mantener la cobertura en superficie, reduce la erosión y conserva mejor el agua. Sin embargo, la SD hace que la materia orgánica se concentre en un espesor muy superficial del suelo y el resto del perfil solamente recibe el aporte de raíces. Además, el tránsito de las maquinarias usadas en

la SD compactan superficialmente el suelo; los discos abresurcos de las sembradoras tienen un efecto compactador subsuperficial. La disminución de poros determina una lenta infiltración y menor retención de humedad en el suelo, situación que se agrava por la alta evaporación cuando hay escasa cobertura.

- La soja aporta escasos rastrojos, especialmente en regiones semiáridas de menor productividad. Además, según nuestras mediciones, más de un 25% de los residuos (hojas) desaparece rápidamente, antes del nuevo periodo de siembra, exponiendo el suelo. La soja tiene un sistema radicular pivotante, que genera conductos verticales pero poca densidad de poros. Consume nutrientes en cantidad similar a otros cultivos y, pese a ser una leguminosa, su fijación de nitrógeno solo abastece entre 50 y 70% de sus necesidades. No deja un excedente que pueda enriquecer el suelo (González, N., 2006).
- La repetición del control de malezas con glifosato, e incluso de insectos y enfermedades, induce resistencia genética, aumentando las dosis, los costos y la contaminación.

Cuando todos estos factores se reúnen, en un esquema de monocultivo continuo de soja RR en siembra directa, se producen efectos negativos que resultan en una franca degradación del equilibrio físico-biológico del suelo, y con ello la reducción de la biodiversidad del suelo. La menor biodiversidad del suelo debilita los controles interplacionales, por lo que los organismos plaga pueden tener mayor incidencia.

¿Cómo enfrentar el problema?

Desde las vertientes de la agroecología, y otras concepciones 'alternativas' existen propuestas para remediar esta situación que enfrentan los productores familiares en Córdoba. Pero estas propuestas están concebidas para otros contextos y escalas, por lo que su implementación real en un sistema productivo sometido a las contingencias ambientales y económicas comentadas es difícil.

Cualquier propuesta que reduzca la productividad de estos sistemas o demande grandes inversiones o equipamiento resulta inviable. Las alternativas más interesantes se enmarcan en lo que Carballo (2002) define como "tecnologías de proceso" (técnicas de manejo de bajo costo y alto contenido cognitivo, pero de respuesta lenta y gradual).

Acciones y resultados

En 2005, nuestro equipo inició un trabajo en cooperación con productores de la zona para la evaluación de distintas prácticas de naturaleza agroecológica, centradas en el manejo de la biodiversidad y el abonamiento orgánico. Los ensayos se conducen en áreas experimentales, de un tercio de hectárea, localizadas en tres establecimientos familiares. Con fines estadísticos, los ensayos se repiten tres veces.

Como en toda la zona semiárida, los cultivos principales son estivales. En el invierno los lotes quedan en descanso y se controlan las malezas químicamente (barbecho químico, BQ). En dos tratamientos se emplea el periodo invernal para implantar el cultivo de cobertura (CC).

Tratamientos	Invierno 2005	campaña 2005/2006	Invierno.2 2006	campaña 2006/2007	Invierno.2 2007	campaña 2007/2008
(testigo)						
a. Monocultivo de soja con BQ		soja		soja		soja
b. Rotación clásica con BQ		maíz		soja		maíz
c. Monocultivo de soja con CC	CC	soja	CC	soja	CC	soja
c. Rotación alternativa con CC	CC	maíz	CC	poroto	CC	maíz

Cuadro 1. Tratamientos en periodo invernal para implantar cultivo de cobertura

Los tratamientos se describen en el cuadro 1. El “a” es testigo de la experiencia y corresponde al esquema productivo dominante.

Los productores ejecutan los ensayos con sus propios equipos y según el manejo habitual. La única diferencia es que no se hace fertilización química en los maizales.

El cultivo de cobertura (CC) se planta entre abril y mayo, con una mezcla de *vicia sativa* (para la fijación de nitrógeno) y triticale (para material lignificado) con sembradoras de SD en una proporción de 100 kg/hectárea. El CC se interrumpe a fines de invierno con herbicida, antes de que comience a consumir agua en forma importante y comprometa las escasas reservas del suelo (alrededor de floración en vicia o encañazón del triticale). Si bien se emplea un control ecológicamente cuestionable, es la práctica más barata y común en estos sistemas. Existen alternativas de control mecánico que gradualmente se piensan incorporar.

Los resultados parciales son alentadores

La rotación y el cultivo de cobertura aumentan significativamente los aportes de biomasa. Ambas prácticas mejoran gradualmente la condición física de los suelos, especialmente su estructura, densidad e infiltración. Técnicamente estas contribuyen a un gradual incremento en el contenido de materia orgánica del suelo, mostrando también una tendencia a mantener el nivel de nitratos. Sin embargo, el efecto observado más negativo del CC es el de inducir la disminución de los rendimientos en los dos primeros años. En la tercera campaña este efecto desaparece, e incluso hay una tendencia al aumento de rendimientos.

La inclusión del cultivo de poroto en la rotación tiene efecto en la biodiversidad general del sistema y la fijación de nitrógeno. El cultivo alterno es un maíz que debería abastecerse de la fijación realizada por la vicia y el poroto, diferenciándose de los maíces alternados con soja. La inclusión de maíz de polinización abierta parece promisorio porque alcanza rendimientos interesantes y tienen mayor plasticidad genética que los híbridos, adaptándose mejor a la variabilidad climática de la zona, con el beneficio adicional de recuperar la autonomía del productor para la provisión de semillas.

El abonamiento con lombricompost (humus de lombriz) merece una discusión especial. De las prácticas imple-

mentadas es la de menor antecedente cultural en la zona. Se decidió abordarlo porque es habitual que los agricultores familiares tengan animales domésticos para autoconsumo, cuyo estiércol se podría utilizar en la producción de vermicompost. Hay poquísima información sobre su uso en cultivos extensivos, pero sí la hay para el cultivo orgánico de hortalizas, flores y frutales. En la mayoría de los casos, se proponen dosis entre dos y 30 toneladas por hectárea (Ferruzzi, 1994).

Nosotros hemos empleado una dosis mínima –casi “homeopática”– de unos 60-80 kg/hectárea. Para aplicarla, se utilizó el cajón fertilizador de la sembradora de SD. Previamente fue necesario deshidratar el material a la sombra, llevándolo a un 40% de humedad para darle mayor fluidez y evitar atascamientos. Este abono está formulado para que proporcione sustancias húmicas, estimuladores del crecimiento, micronutrientes y microorganismos.

Los principales efectos logrados con el lombricompost son la mejora de la condición radicular del cultivo y un incremento en los rendimientos, muy notable en una campaña difícil como fue la de 2006-2007 y menos evidente en una buena campaña como la del 2007-2008, donde el efecto sobre el rendimiento no es tan acentuado aunque se mantiene su influencia en la producción de rastrojos (cuadro 2).

Como solo tenemos los datos de dos campañas, invitamos a los lectores interesados a consultar los resultados de la próxima campaña (2008-2009) solicitándolos al correo especificado al pie del artículo.

Conclusiones

El esquema dominante actual está asociado a una progresiva degradación del medio físico que mantiene sus resultados físicos y económicos a expensas de un incremento de insumos. A nuestro criterio, las condiciones de degradación aumentan riesgos porque los mecanismos amortiguadores de adversidades climáticas y bióticas dejan de actuar.

La participación del productor es un elemento clave. No solo facilitando el predio y ejecutando tareas, sino en su papel de proponer ideas, evaluar y adaptar las técnicas y contribuir a su difusión. En este esfuerzo conjunto de investigación participativa, hemos notado un cambio notable en su capacitación, compromiso y valoración de la

Variable	Campaña Sin abono	2006/ 2007 Con abono	Campaña 2007/ Sin abono	2008 Con abono
Rendim. grano (kg/ha)	1015,7	1434,9 (+41,3%)	2360,0	2514,8 (+ 6,6%)
Rastrojos (kg/ha)	3077,9	4167,0 (+35,4%)	2930,1	3288,6 (+ 12,2%)

Cuadro 2. Efectos de la aplicación de lombricompost en soja

agrodiversidad, que se refleja en la incorporación de nuevos cultivos, la inclusión de maíz de polinización abierta y el uso del cultivo de cobertura invernal.

Las técnicas experimentadas aparecen como promisorias para recuperar la degradación del suelo y permitirían, en el mediano plazo, mantener y aun mejorar los niveles de productividad económica y ecológica habituales de estos sistemas.

Las prácticas basadas en la biodiversidad muestran efectos graduales y acumulativos. El abonamiento, en cambio, tiene un efecto instantáneo y, posiblemente, más efímero. Entre sí son compatibles e incluso complementarios. ■

Esteban Alessandria (Director del Proyecto), **Héctor Leguía**, **J. V. Sánchez**, **J. L. Zamar**, **L. Pietrarelli** y **M. Arborno**
Correos electrónicos: ealessan@agro.uncor.edu; hectorleguia@gmail.com

Referencias

- Alessandria y otros, 2002. **La diversidad agrícola y la incidencia de plagas en sistemas de producción extensivos de Córdoba.** *Revista Biodiversidad, Sustento y Culturas*, julio.
- Bisang R. y Sztulwark, S., 2006. **Tramas productivas de alta tecnología y ocupación. El caso de la soja transgénica en Argentina.** Instituto de la Industria de la Universidad Nacional de San Martín, Argentina.
- Carballo, Carlos, 2002. **Conocimiento y Cambio Tecnológico.** En: *Extensión y Transferencia de Tecnología en el Sector Agrario Argentino.* Facultad de Agronomía de la UBA, Buenos Aires, Argentina.
- De Paw y otros, 2000. **Agrometeorological aspects of agriculture and forestry in the arid zones.** *Agricultural and Forest Meteorology*, 103: 43-58.
- Ferruzi, Carlo, 1994. **Manual de Lombricultura.** Mundi-Prensa, Madrid, España.
- González, Norma, 2006. **Fijación de Nitrógeno en Soja.** Conferencia Plenaria del III Congreso de Soja del MERCOSUR. Rosario. Junio 2006.
- Primavesi, Ana, 1984. **Manejo ecológico del suelo.** Buenos Aires, Ateneo.
- Teubal, Miguel, 2003. **Soja Transgénica y Crisis del Modelo Agroalimentario Argentino.** *Revista Realidad Económica*, 196.

Ana Primavesi, colega y amiga de gran calidad humana

Mi primer contacto con la obra de Ana Primavesi fue en 1991 al regresar de una reunión de Decanos de Facultades de Agronomía convocada por la Asociación Latinoamericana de Educación Agrícola Superior (ALEAS) que se llevó a cabo en la Universidad de La Plata en Argentina. Como suele ocurrir entre la gente vinculada a la Academia, me sumergí en aquellas fabulosas librerías que existen en Buenos Aires a buscar obras relacionadas con mi tema de especialidad, en este caso los suelos. Y es allí donde encontré, traducido al español, ese valioso libro de Ana Primavesi: "Manejo Ecológico del Suelo", libro de consulta obligada de los agroecólogos que trabajamos en regiones tropicales y en donde no siempre se pueden aplicar aquellos resultados de investigaciones propios de los climas templados.

Al año siguiente, en 1992, gracias al apoyo logrado por Miguel Altieri, se realizó en Cajamarca, Perú, un Seminario de Agroecología organizado por el Círculo de Agroecología de la Universidad Nacional Agraria-La Molina. Y allí asistió como invitada especial Ana Primavesi. Después del seminario se realizó un recorrido de campo en San Marcos a chacras de agricultores que trabajaban con el Centro IDEAS y había que caminar por terrenos empinados. Para admiración de todos apreciamos el esfuerzo y entusiasmo de Ana de subir esas laderas, a pesar de tener una dolencia en una de sus piernas, la que superó apoyada en un bastón. Y es que si alguna característica distingue a esta maravillosa mujer es su coraje, además por supuesto de su sabiduría en el tema que tan bien domina como especialista en suelos.

A partir de esa fecha estrechamos vínculos no solo profesionales sino también de amistad y tuve la alegría de encontrarnos en otras oportunidades, en Sao Paulo y en Lima.

Si hay algo que comparto por convicción con Ana y que en numerosas ocasiones he defendido con energía, es el concepto de la agricultura ecológica como alternativa productiva para los países de América Latina, y sobre todo aplicable en las zonas andinas y en las tropicales.

Finalmente, una reflexión profunda que Ana nos hace a los edafólogos es entender que la fertilidad del suelo no debe restringirse solo a su fertilidad química sino que debe integrar a la fertilidad física y biológica, ya que es esta última la que le da al suelo su carácter dinámico y de vida.

Carmen Felipe-Morales B.

BioAgricultura Casa Blanca, Pachacamac, Lima, Perú

Correo electrónico: carmenfm@terra.com.pe



Foto: autores



Vista de la finca de Mario conservada y las fincas circundantes degradadas

El mejoramiento de los agroecosistemas comienza por el suelo: un caso de iniciativa local

Nelson Valdés Rodríguez, Dunieski Pérez Costa, Maikel Márquez Serrano

Un poco de historia

En la provincia cubana de Pinar del Río, las pequeñas propiedades rurales de la región de San Andrés utilizan principalmente los suelos de las laderas para la agricultura. A lo largo de muchos años de prácticas inadecuadas de labranza, como es arar a favor de la pendiente y usar implementos que invierten completamente el prisma, han acelerado los procesos de degradación por erosión.

Dos productores de la zona, Mario García y Zoila Placencia tienen pendientes medias en sus fincas, de 20% y 12% respectivamente. Mario se asentó en su propiedad actual a principios de 1960. En aquel entonces la agricultura cubana se encontraba en fase de transición con muy buenas relaciones con el campo socialista europeo que abastecía al país con más del 90% de insumos para la producción agrícola, lo que significó la aplicación de modelos de producción derivados de la “Revolución Verde”; el monocultivo, el uso intensivo de agroquímicos y maquinaria fueron la única alternativa para mantener o elevar los rendimientos. Por esta razón los productores se convertían en monoprodutores y dejaron de realizar las prácticas tradicionales de conservación de suelos y del

ecosistema en general. Mario sembraba tabaco en el 80% del área cultivable y el resto lo distribuía entre algunas especies de granos y viandas.

Cuando el suegro de Zoila dejó de trabajar la tierra, desalentado al ver que los rendimientos disminuían año tras año, ella tomó el control de la finca.

Los suelos de la finca de Mario se fueron degradando visiblemente con la formación de surcos y, más tarde, de cárcavas. Lograba atenuar la caída de los rendimientos de los cultivos incrementando las dosis de insumos químicos. Durante la década de 1980 llegó a emplear 250 kg de urea, 2.300 kg de fórmula completa NPK, cinco litros de pesticidas, y entre 120 y 130 litros de petróleo para el riego de una extensión de tierra menor a cinco hectáreas, todo esto para cada cosecha. Además utilizaba maquinaria hasta donde se lo permitía la inclinación del terreno.

Desde 1990, al comienzo de la crisis económica, Mario se vio súbitamente privado de todos los insumos externos; una carencia que pronto demostró la vulnerabilidad del modelo de producción adoptado. A estas alturas, con los suelos

altamente degradados por la erosión y transformados química y biológicamente (mineralización de microelementos y pérdida de biodiversidad de microorganismos), los rendimientos de los cultivos cayeron al punto de transformarse en agricultura de supervivencia. Durante estos años mantuvo el tabaco como renglón fundamental, por los precios estatales, y los cultivos –en cantidades muy reducidas y con escasa diversidad varietal– de tomate, yuca y frijoles para autoconsumo y no para comercialización.

A Zoila no le fue mejor: los suelos de su finca, que por sus propiedades no eran adecuados para el cultivo del tabaco, igualmente se degradaron. Al final tuvo que renunciar a este cultivo y pasar a una agricultura de subsistencia, basada casi en cero insumos y reducida a unas pocas variedades de algunas especies de cultivos.

¡Todo esto ocurría sin que se realizaran medidas de conservación para contrarrestar los procesos de degradación!



Foto: autores

Los suelos mejorados permiten diversificar cultivos

El cambio de paradigma

A partir de 1999, Mario tuvo que abandonar el cultivo del tabaco por la exigencia de insumos externos que planteaba, fundamentalmente para el control de plagas y porque el tabaco esquilma considerablemente el suelo cuando no se aplica una fertilización intensiva. En esta época tenía que acarrear grandes volúmenes de suelo hacia las zonas más altas; estos volúmenes habían sido arrastrados por las lluvias hacia las zonas bajas. Este era un trabajo que demandaba mucho tiempo y gran esfuerzo de hombres y animales de tiro. Al cabo de algún tiempo se repetía el arrastre, y luego de nuevo el acarreo.

En 2000, un grupo de profesores e investigadores de la Facultad de Agronomía de Montaña San Andrés (FAMSA), le propusieron a Mario implementar algunas medidas de conservación de suelos en su finca. Toda gestión de recuperación en la finca serviría de faro para más de 30 campesinos que se encontraban en semejantes condiciones, lo que convertiría a Mario en líder y promotor de estas medidas.

Era difícil que un campesino cambiase sus procedimientos de manejo de la finca sabiendo que los resultados no se verían sino después de algunos años. Pero el ecosistema estaba tan degradado que casi había perdido su ca-

pacidad productiva y Mario estaba evaluando mudarse a otro lugar en busca de mejores condiciones.

Las medidas implementadas consistieron en:

- Trazado de curvas de nivel e instalación de barreras vivas (pastos y otras herbáceas) a lo largo de ellas. Las especies utilizadas fueron caña de azúcar, *king grass* y vetiver. Estas barreras empezaron pronto a cumplir varios propósitos: proteger el suelo de la erosión, suministrar forraje fresco al ganado y actuar como repelente de plagas. También las barreras vivas guían la labranza en la dirección de aradura y disminuyen la velocidad y fuerza de arrastre de partículas de suelo generadas por las lluvias.
- La utilización de los residuos de cosechas para elaborar compost, que luego se incorpora al suelo en forma de abono orgánico. El abono orgánico es mucho más eficaz debido a que ya la materia está lista para ser utilizada por las plantas, mientras que la utilización directa de los residuos de cosechas se demoran más en ser utilizadas y pueden afectar la relación carbono/nitrógeno.
- El incremento de la diversidad de especies cultivadas y de las variedades de estas permite el rotar los cultivos y contribuye a la reducción del impacto de las plagas, lo cual contribuye a conservar y enriquecer el suelo. También la diversidad de cultivos es un indicador de la variedad de platos a los que tienen acceso la familia campesina y la comunidad en general, un factor importante para la seguridad alimentaria.

Desde 2003 y 2004 la situación de degradación comenzó a revertirse. Los cultivos existentes habían duplicado sus rendimientos respecto a 1999. En 2004 se introducen nuevos cultivos, que pasan a ser 13 especies en lugar de las cuatro de 1999. En este mismo año, en las zonas de labranza altas, se había medido el grosor del horizonte A (horizonte de cultivo) arrojando entre tres y cinco centímetros de espesor, y la ausencia del horizonte en algunos lugares. En los muestreos realizados en 2007 se encontraron valores alrededor de los ocho centímetros. El contenido de materia orgánica arrojó 0,93% en 2007, un valor todavía muy bajo pero que no se pudo calcular en 1999 porque los valores estaban en el orden del error de los ensayos químicos.

El uso de alternativas a los agroquímicos redujo la dependencia de insumos externos, cuyos precios estaban en ascenso. Esta reducción de la dependencia de insumos externos redujo también los costos, con un balance energético positivo (relación entre energía insumida y producida).

La experiencia en la finca de Mario está teniendo un efecto positivo sobre las propiedades individuales y las cooperativas de la región. A través del Proyecto “Fitomejoramiento participativo” (años 2001-2006, coordinado por el Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias, INCA) y actualmente del Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL, también bajo la coordinación del INCA), se busca en primer lugar divulgar experiencias como la de Mario, promover y apoyar la aplicación de prácticas agroecológicas a nivel local, y recoger evidencias de los resultados para ponerlos en manos de los decisores de políticas agrarias.

Zoila está entre los campesinos que, impulsados por los resultados de Mario, ha decidido aplicar medidas para mejorar su agroecosistema, comenzando por el recurso suelo y extendiéndolo a los demás recursos como biodiversidad y funcionamiento energético. Ella se incorporó espontáneamente, y algunas cosas no salieron del todo bien, como las curvas de nivel, que no quedaron bien trazadas. Con la ayuda del personal de FAMSA (principalmente estudiantes) se rectificaron el año pasado. Tanto ella como Mario han comenzado a recibir ingresos provenientes del plan gubernamental para la protección de los suelos agrícolas y forestales (pagos por servicios ambientales).

En su finca utiliza el compost, fabricado a partir de los residuos de cosechas, para sostener un pequeño huerto orgánico donde produce hortalizas con altos rendimientos, las que luego procesa para venderlas en forma de conservas. Actualmente esta actividad es su principal fuente de ingresos.

La diversidad de la finca de Zoila ha aumentado –de tres especies de cultivo pasó a más de una docena– impulsada por la posibilidad de su comercialización fresca, así como para su procesamiento en pequeña escala para la producción de hortalizas envasadas y la producción de vinos y vinagres. En la medida que han mejorado los suelos, los rendimientos se han ido elevando hasta un promedio superior al 50%, así como la calidad de la producción para la venta.

Propagación de la experiencia

Un grupo numeroso de pequeños productores individuales y organizados en cooperativas está observando los resultados logrados por Mario y Zoila: las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus suelos mejoraron; disminuyó la dependencia de productos químicos caros, y sus ingresos económicos se han incrementado.

23 pequeños propietarios y dos cooperativas de productores han ido incorporando poco a poco distintas medidas de conservación. Las medidas incluyen la implementación de barreras vivas y muertas, el uso de residuos de cosechas para la producción del compost usado en la fertilización orgánica, la aplicación directa de abonos verdes, el uso de la lombricultura y la rotación de cultivos. El área beneficiada por la combinación de estas prácticas se estima en más de 300 hectáreas.

A modo de conclusión

Los propietarios deciden qué medidas necesitan adoptar de acuerdo con las condiciones de sus ecosistemas. El papel de los investigadores es de diagnóstico y facilitación. No intentan imponer decisiones, es un proceso participativo basado en la voluntad y la negociación.

Las evidencias positivas han llamado la atención de los productores de la región, que están siendo impulsados a adoptar estas prácticas, para lo cual piden asistencia a los investigadores.

Con los resultados que han obtenido, productores como Mario y Zoila, se han convertido en propagandistas de

buenas prácticas de manejo del suelo. Esto es lo más importante, porque garantiza que el proceso será sostenible y se irá replicando en nuevas áreas, sin necesidad de presiones externas.

Las nuevas formas de manejo que se están introduciendo en numerosas fincas tienen un doble efecto: ambiental y económico.

Desde el punto de vista ambiental contribuyen a:

- Reducir la degradación de los suelos por efectos de erosión.
- Disminuir los volúmenes aplicados de sustancias químicas como fertilizantes y plaguicidas, que resultan perjudiciales para la salud humana.
- Mitigar los efectos del cambio climático por conceptos de reducción de emisiones de óxido nítrico (por fertilización nitrogenada), metano (fermentación aeróbica de residuos animales por aplicación directa como abonos), y al secuestro de carbono mediante el aumento del contenido de materia orgánica de los suelos (sumideros de carbono).

Foto: autores



“Rectificando” las curvas de nivel en la finca de Zoila

Desde el punto de vista económico contribuyen a:

- Incrementar ingresos por la diversificación y aumento de las producciones, y el valor agregado de algunas medidas (barreras vivas).
- Recibir pagos por servicios ambientales.
- Reducir del número de labores necesarias para la preparación de los suelos y la atención de los cultivos, y por tanto de las horas de trabajo diario. ■

Nelson Valdés Rodríguez

Universidad de Pinar del Río, Cuba.
Correo electrónico: nvaldes@af.upr.edu.cu

Dunieski Pérez Costa

Universidad de Pinar del Río, Cuba
Correo electrónico: dperez@af.upr.edu.cu

Maikel Márquez Serrano

Universidad de Pinar del Río, Cuba
Correo electrónico: maikelm@famsa.upr.edu.cu



Las personas que admiran la producción de mangos de don Ramón han oído que él no hizo mucho:
"Los cultivos de cobertura lo hacen todo"

Foto: Horacio Narváez, MACRENA

Los cultivos de cobertura lo hacen todo

Máximo Ochoa y Pedro J. Oyarzun

Los suelos agrícolas de Ecuador están altamente degradados. La deforestación, aunada a prácticas tales como el monocultivo y el cultivo en pendientes empinadas, ha contribuido a la desaparición de los suelos fértiles. El subsuelo, en su mayoría compuesto de arenas volcánicas endurecidas, está en gran parte visible. Otro indicador de esta degradación puede verse en los niveles decrecientes de los contenidos de materia orgánica en el suelo, y por lo tanto en la estabilidad de su estructura y el contenido de nutrientes. El uso de agroquímicos ha empeorado la situación. Por lo tanto es más apropiado hablar de la "rehabilitación" que de la "conservación" de este recurso.

Naturalmente, el primer paso por tomar en cuenta en un proceso tal de rehabilitación es observar los cambios necesarios en las prácticas locales. Tomando en cuenta lo que se sabe sobre los buenos efectos de la materia orgánica, la Red de Manejo Comunitario de Recursos Naturales de Ecuador (MACRENA) en alianza con Vecinos Mundiales y la Fundación McKnight, decidió enfocar sus esfuerzos en buscar la mejor manera de asegurar que haya

una cantidad suficiente de materia orgánica en los suelos, especialmente en las fincas pequeñas. Como parte de nuestra búsqueda de alternativas a las prácticas actuales, visitamos muchas experiencias exitosas en México, Centroamérica y Brasil, reconociendo los usos y beneficios de los cultivos de cobertura y los abonos verdes. Como el uso de cultivos de cobertura no es común en las montañas de los Andes, comenzamos trabajando con una red de agricultores innovadores de las partes bajas, medias y altas de la sierra del norte del país.

Las ventajas de los cultivos de cobertura

Por "cultivos de cobertura" nos referimos a cultivos adicionales que se integran junto con el cultivo principal, o para cubrir la tierra cuando se la deja en barbecho, a fin de proteger al suelo de los efectos erosivos del viento, la lluvia y las altas temperaturas. De manera similar, los "abonos verdes" son cultivos de cobertura cuyo fin es mantener o incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y elevar su nivel general de fertilidad. Estas son especies de crecimiento rápido que se cortan y entierran en el mismo lugar en el que crecen, antes de

florecer, lo que desviaría la concentración de nutrientes a las semillas o el fruto. Los cultivos de cobertura y los abonos verdes tienen ventajas similares y complementarias, incluyendo:

- proteger el suelo de la erosión y de que se seque, mejorando los niveles de humedad y la circulación del agua;
- impedir el desarrollo de malas hierbas, ya sea directamente (al bloquear la luz) o indirectamente (se sabe que algunas especies actúan como herbicidas);
- enriquecer el suelo con nitrógeno (abonos verdes de plantas leguminosas) y otros nutrientes;
- crear nuevos hábitats para los enemigos naturales de plagas y otros organismos que causan enfermedades;
- contribuir a mejorar la estructura del suelo como resultado de su mayor actividad biológica y de la acción mecánica de las raíces;
- contribuir a acrecentar el contenido orgánico y el humus del suelo, activando su fauna y microorganismos; y
- proporcionar un entorno más húmedo que contribuya a degradar los rastrojos resistentes tales como la paja en los cultivos de cereales, balanceando la proporción entre carbón y nitrógeno.

Las especies más comúnmente usadas como cultivos de cobertura o abonos verdes son generalmente los frijoles u otras leguminosas, los pastos y también cultivos de la familia de las cucurbitáceas. Estas especies deben poder crecer en suelos de mala calidad, producir grandes volúmenes de biomasa verde en corto tiempo, necesitar poca agua y tener un denso sistema de raíces. Por otro lado, también deben ser de erradicación fácil, para que no se conviertan en plantas invasivas. Su uso está sujeto a diversas restricciones y demandas, que no solo están vinculadas a la especie, sino también a las particulares condiciones agrícolas. Los cultivos de cobertura, por ejemplo, no deben detener el adecuado calentamiento del suelo en las zonas montañosas más frías; la siembra y el crecimiento deben ser baratos; no pueden ser una fuente de plagas o enfermedades para el cultivo principal; y la liberación de nutrientes debe coincidir con las necesidades del cultivo principal. De preferencia, no deben competir en términos de trabajo y tiempo con los cultivos comerciales o de subsistencia. Finalmente, es importante comparar ambos sistemas en términos económicos.

Abono verde y cultivos de cobertura promisorios

La sierra del Ecuador, con alturas entre los 1.500 y los 3.400 metros sobre el nivel del mar, presenta una diversidad de ecosistemas que van desde valles andinos a pendientes empinadas y mesetas en las tierras altas. Muchos agricultores, apoyados por MACRENA y Vecinos Mundiales, han experimentado con cultivos de cobertura y abonos verdes en diferentes zonas ecológicas, tratando de probar sus beneficios sobre el suelo y sus efectos positivos sobre los cultivos en estas regiones. El trabajar en diferentes ecosistemas está generando experiencias e información que podrán adaptarse luego en otras regiones andinas. Hasta hoy, los agricultores de los valles más bajos han estado utilizando mucuna (*Stizolobium* sp. o

Mucuna pruriens), *Canavalia ensiformis*, dolichos o dólico o zarandaja (*Lablab purpureus*), guandul o frijol de palo (*Cajanus cajan*) y otras leguminosas (tales como *Phaseolus vulgaris* o *Arachis pintoi*). Los agricultores de zonas más altas han utilizado frijoles comunes, al igual que arvejas, avena, alfalfa, habas (*Vicia* spp.) lupino o chocho (*Lupinus* spp.) y el pallar (*Phaseolus lunatus*).

Aunque el proceso de rehabilitación del suelo puede tomar muchos años, los efectos de utilizar cultivos de cobertura y abonos verdes se notan de manera inmediata. Podemos tomar un ejemplo de los resultados obtenidos por don Ramón Alcívar y su familia. Él es uno de los agricultores experimentadores de EcoAmbuquí, una organización de agricultores. Su granja está en el distrito de Ambuquí, en un valle conocido como Chota, a una altitud entre 1.500 y 2.000 msnm. Se trata de una región semiárida, donde casi no llueve. Hace dos años don Ramón comenzó a experimentar con los cultivos de cobertura; sembró seis tipos diferentes de frijol entre sus árboles de mango.

La experiencia de don Ramón

Los cultivos de cobertura crecieron bien. Fue necesario quitar la mala hierba del campo una sola vez después de la siembra. Al mismo tiempo, sin embargo, apareció el primer problema: don Ramón y su familia comenzaron a entrar en pánico cuando vieron cómo los frijoles subían por los crecientes árboles de mango: “¿Sofocarán los frijoles a los mangos?”. La solución fue controlar la manera en que crecían las enredaderas, cortándolas con tijeras. No hubo más dificultades y don Ramón continuó con sus cultivos. Ahora, luego de dos temporadas, afirma:

“Los cultivos de cobertura son maravillosos. Solo necesito sembrarlos una sola vez. Lo primero que notas es que las malas hierbas dejan de aparecer, así que no tengo que gastar dinero en deshierbar. Luego me di cuenta de que estos frijoles producen un montón de semillas. Coseché muchos frijoles que compartí con mis vecinos y también con otros miembros de EcoAmbuquí. Mantuve parte de los cultivos de cobertura sobre la tierra y continúan creciendo por su cuenta, así que no necesito volver a sembrar. Ahora tengo un cojín de veinte centímetros de materia orgánica y un montón de lombrices y animales del suelo, todos los cuales descomponen la materia orgánica. Lo más increíble es que el suelo se mantiene húmedo por más tiempo, de manera que la frecuencia de riego también ha cambiado. ¡Ahora no necesito regar mi campo todas las semanas, sino cada tres a cuatro semanas!”

Luego de haber tenido cultivos de cobertura y abono verde durante dos años, los cambios que se están dando en el suelo son visibles a simple vista: hay una nueva capa

Aunque el proceso de rehabilitación del suelo puede tomar muchos años, los efectos de utilizar cultivos de cobertura y abonos verdes son notorios de manera inmediata

formada por la materia orgánica en descomposición. La capa arable en la granja de don Ramón ahora tiene un color diferente. Y también hay una clara diferencia en el contenido de nutrientes del suelo. Durante estos últimos dos años, don Ramón y sus colegas tomaron una serie de muestras del suelo. Comparando los campos donde cultivaban dos tipos de mucuna, de dólico y de canavalia encontraron un cambio importante en la proporción de nitrógeno del suelo: hasta de 35%. Ninguna de las otras propiedades medidas mostraba diferencias importantes.

Rendimiento y desempeño de los cultivos

Don Ramón tiene más que decir en relación con el rendimiento y el desempeño de los cultivos, respaldando trabajos similares hechos previamente con cultivos de cobertura y abonos verdes:

“Ahora tengo más tiempo para dedicarlo a otras cosas, como es a mi propia familia. Lo que más me sorprendió fue que las plantas que crecen al lado de los abonos verdes son más grandes y más verdes que aquellas que crecen sin ellos. Comencé a cosechar y encontré que estos cultivos producen casi el doble que aquellos sin los abonos verdes. Coseché mis mangos todas las semanas durante dos meses y el dinero llegó cada semana. Mi esposa está feliz y también reconoce ahora los beneficios de los abonos verdes y los cultivos de cobertura. Personas de otras comunidades vie-

nen a ver mi campo y hasta personas de otras provincias han venido. Cuando ven mis hermosos mangos me preguntan: ¿Qué hizo? Les contesto, ‘Nada, los cultivos de cobertura hicieron todo’”.

El proyecto COVERAGRI, implementado por Vecinos Mundiales, apoya a muchos agricultores como don Ramón, todos los cuales se ocupan en construir sistemas más productivos y sostenibles con base en mejores técnicas para el manejo del suelo y en la generación in situ de materia orgánica. Nuestro proyecto se inició con una pequeña finca y un banco de semillas de 2 kg para su multiplicación. Hoy, las diversas fincas pequeñas dedicadas al manejo de cultivos de cobertura y abonos verdes cubren casi 30 hectáreas. Planeamos continuar esta extensión utilizando un modelo de agricultor a agricultor. También planeamos comenzar a trabajar en diferentes zonas ecológicas en el futuro cercano, especialmente a mayores altitudes, donde anticipamos hacer una contribución importante en la reconstrucción de suelos degradados. Esto ayudará a aumentar la rentabilidad de la producción agroecológica local. ■

Máximo Ochoa y Pedro J. Oyarzun.

Programa de los Andes, Vecinos Mundiales/ World Neighbors
Avenida Florencia 203 y Bramante, La Primavera I, Cumbaya.
Casilla Postal 17-17-1797 Quito, Ecuador.
Correo electrónico: poyarzun@wnandes.org

sistematización-documentación en línea

Sistematizar experiencias que logran una mejor vida sostenible para las poblaciones rurales es importante. Las lecciones y conocimientos que extraigamos de estas experiencias servirán para analizar, medir los logros y reflexionar sobre los vacíos o debilidades que pudieran haber existido, y sobre la base de ellos podremos innovar y planificar estrategias futuras.

No siempre hay el tiempo o las posibilidades para capacitar presencialmente a aquellos interesados en sistematizar experiencias. Así, hemos iniciado el programa de *sistematización en línea* como una opción para los que tienen acceso a Internet.

Para participar en este programa se deben seguir dos pasos: leer el manual de sistematización (metodología) y registrarse como usuario (sistematización en línea) para poder acceder a la herramienta. Durante el proceso de sistematización solo tendrán acceso el sistematizador y el facilitador. Una vez finalizado, los participantes decidirán si lo quieren publicar en la web para recibir comentarios de otros visitantes a nuestra página.

Los invitamos a participar visitando
<http://www.etcandes.com.pe>

visite la red de revistas LEISA

www.latinoamerica.leisa.info (sitio de la edición latinoamericana)

www.leisa.info (sitio de la edición internacional)

www.agriculturas.leisa.info (sitio de la edición brasileña)

www.agridape.leisa.info (sitio de la edición africana occidental)

www.india.leisa.info (sitio de la edición india)

www.salam.leisa.info (sitio de la edición indonesia)

www.china.leisa.info (sitio de la edición china)



Árboles altos proporcionan sombra que varía a lo largo de los pastizales en el transcurso del día. El ganado tiende a seguir la sombra, de manera que el abono y el desgaste están mejor repartidos alrededor del campo

Árboles y los ciclos de nutrientes en pastizales

Karl North

La mayoría de insumos no agrícolas, tales como los fertilizantes inorgánicos, dependen de combustible fósil barato. Para los agricultores de Northland Sheep Dairy en Nueva York, Estados Unidos, la sostenibilidad significa depender de los recursos naturales propios de la finca más que de los insumos externos. Los requisitos básicos para la sostenibilidad de un sistema agrícola son:

- agua y ciclos minerales saludables, aparte de los minerales perdidos en la producción, que se reponen incorporando roca en polvo al suelo;
- buen uso y captura de la energía, por ejemplo en la forma de materia orgánica del suelo; y
- una biodiversidad óptima.

Los suelos ricos en materia orgánica son la base para establecer los ciclos del agua y de los minerales. Los suelos en zonas templadas húmedas son excepcionales en cuanto a su capacidad para acumular materia orgánica a lo largo de los años. Hace cincuenta años, el libro de André Voisin "Productividad de los pastos" declaraba que el pastoreo controlado (ver recuadro) en pasturas permanentes es la herramienta más rápida que tienen los agricultores para la formación de materia orgánica en el suelo, por lo menos en climas templados. Por ello intentamos diseñar todo nuestro agroecosistema para que fuese mejor y se adaptara a los ecosistemas naturales de los rumiantes en pastoreo. Estos animales son los que ayudaron a crear las

capas arables profundas, características de los suelos del medio oeste norteamericano.

En resumen, el diseño se basa en tres áreas cruciales:

1. el manejo de pastizales para una amplia variedad de forrajes productivos, palatables y perennes, mantenidos en estado vegetativo por medio del pastoreo controlado a lo largo de toda la temporada de crecimiento, para maximizar la producción de biomasa;
2. el almacenamiento de abono en un sistema de cama profunda bajo cubierta, que se refresca diariamente durante la temporada fría para maximizar la retención de nutrientes (es decir, para que el nitrógeno no se escape en forma de amoníaco) y la salud del ganado;
3. durante la temporada cálida, 'compostar' el contenido de la cama, para asegurar una proporción adecuada de carbono y nitrógeno y así maximizar la producción de materia orgánica y la estabilización y retención de nutrientes. Además, es también importante esparcir el compost durante la temporada cálida, para un óptimo y eficiente reciclaje de los nutrientes en el suelo.

Este diseño está funcionando bien en todas nuestras fincas y confirma la tesis de Voisin: en unos pocos años nuestra producción de forraje se triplicó, y la materia orgánica del suelo está aumentando poco a poco. El eslabón más

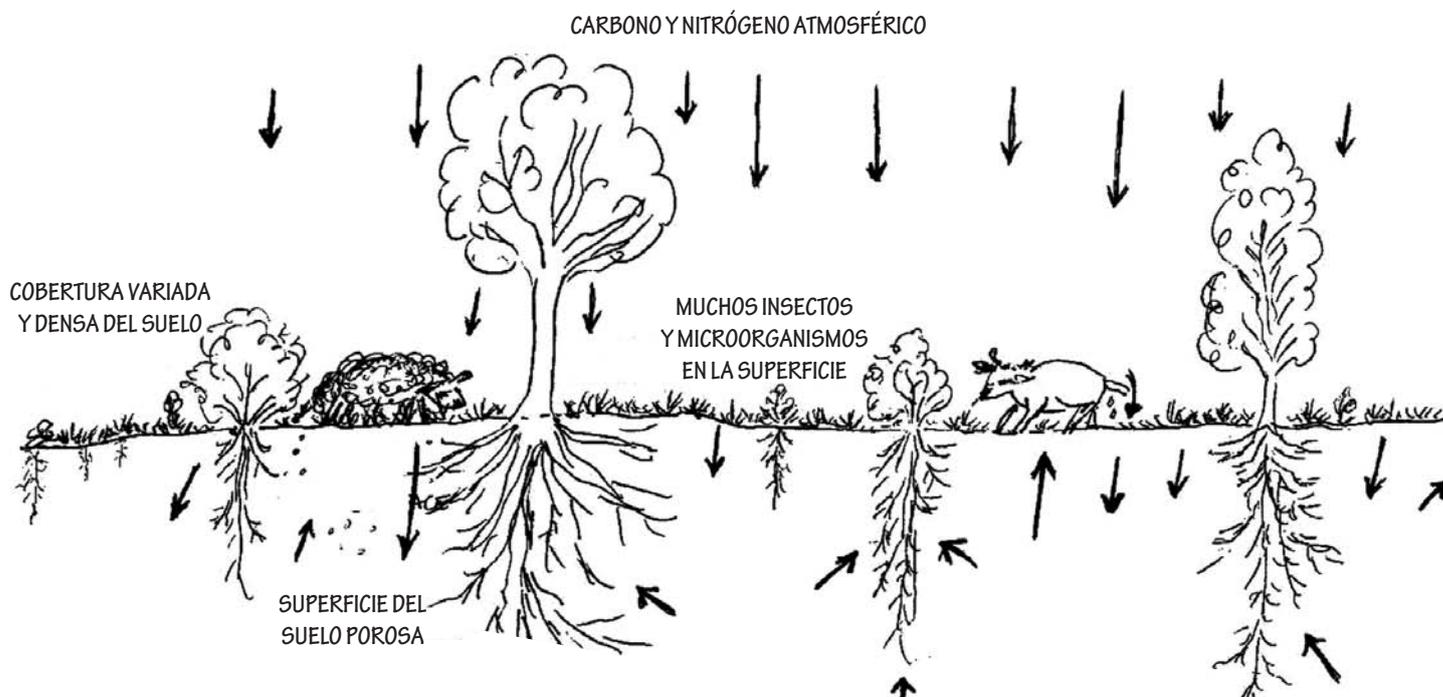


Figura 1. Los árboles se extienden hacia la profundidad del suelo, trayendo minerales hacia las capas superficiales del suelo, que de otro modo se habrían infiltrado hacia la capa freática

débil en el ciclo de los minerales en nuestro clima lluvioso es la pérdida de nutrientes por infiltración.

Integrando árboles de raíces profundas al sistema

Nuestra solución fue diseñar un modelo para nuestra región: campos forrajeros que incorporen árboles y otras plantas de raíces profundas para mejorar la ruptura en el ciclo de los minerales (figura 1). Los árboles pueden hacer que el sistema sea más productivo y saludable que cuando se tienen los bosques y pastizales por separado. Hemos visto estos sistemas en Cuba para la producción hortícola o de madera en pastizales rodeados por vallas de leguminosas vivas que se cortaban regularmente para utilizarse como forraje. Podemos tomar el ejemplo del modelo cubano, pero debemos adaptarlo al clima templado de nuestra región.

Para restituir el ciclo de los minerales que se ha roto debido a la infiltración, buscamos maximizar la can-

tidad de árboles por acre, junto con forrajes perennes de raíces profundas tales como la achicoria (*Cichorium intybus* L.) que añadimos a la mezcla de especies de heno y pastos. Pero debíamos espaciar los árboles para complementar y mejorar la producción de heno y pastos, y no competir con ella. Así que existían objetivos en conflicto y debíamos encontrar un balance entre ellos. Elegimos las especies de árboles y su distribución espacial para lograr:

- Sombra alta. Para ampliar la sombra y de esta manera lograr una distribución pareja del ganado que paca en el campo y, por lo tanto, del estiércol, así como el desgaste de la cubierta vegetal. Durante el día, los árboles altos y delgados proporcionan una sombra de arco amplio que cubre gran parte del terreno. La sombra de árboles cortos y robustos cubre menos superficie durante el día.
- Sombra óptima. Para la retención de la humedad del suelo, el crecimiento del forraje y la diversidad de las

¿Qué es el pastoreo controlado?

Es un método de pastoreo repetitivo de los potreros (partes de un campo separados por una cerca) en un pastizal. Controla la densidad del ganado y el tiempo de su movimiento para maximizar la producción de forraje a lo largo de la temporada de crecimiento. Ello, a su vez, optimiza la producción de estiércol para la acumulación de materia orgánica en el suelo. Las plantas forrajeras durante su crecimiento experimentan impulsos frecuentes de crecimiento y extracción de biomasa, tanto sobre la superficie del terreno como bajo ella. Los aspectos clave son:

- El ganado entra al potrero antes de que el forraje deje su estado vegetativo y el crecimiento se haga más lento.
- El ganado deja el potrero mientras hay todavía un área suficiente con plantas forrajeras con hojas para que sea posible su rebrote.
- Las raíces de las plantas forrajeras, muertas por acción del pastoreo, añaden materia orgánica al suelo.
- El ganado regresa al mismo corral cuando las hojas y las raíces se hayan recobrado completamente y tengan el vigor y la capacidad para soportar otro pastoreo y recuperarse.

especies de forraje. En los climas cálidos, para las especies forrajeras es beneficioso la cercanía entre plantas.

- Cosecha fácil del forraje con máquinas entre las filas de árboles. Para dimensionar el espacio, tomamos como referencia la máquina más ancha de las tres que utilizamos (segadora, henificadora/rastrillo y prensa de heno).

Al comienzo, debido a estos requisitos un tanto contradictorios, procedimos cautelosamente dejando un amplio espacio entre los árboles, para luego ir añadiendo más según lo que la experiencia demostraba como necesario. Comenzamos con una especie de árbol llamado “acacia de tres espinas” (*Gleditsia triacanthos*) debido a que sirve para múltiples funciones. Es una leguminosa arbórea que añade nitrógeno al suelo; es un tipo de forraje nutritivo y apetecible para cortar y llevar o para el ramoneo de animales grandes como nuestras mulas de trabajo; y su forma y hojas pequeñas proporcionan la luz y sombra alta que nuestro manejo de pastizales y ovejas necesita.

Más adelante planeamos añadir árboles que puedan producir alimentos tales como avellanas o castañas. Duran-

te varios años hemos estado raleando un viejo huerto de manzanos y usándolo de pastizal para ovejas y caballos. Estamos intentando encontrar la distancia óptima entre árboles para lograr la mejor combinación de sol/sombra para el crecimiento de la pastura. Sentimos que todavía hay mucho que aprender sobre cómo los árboles, los animales que pastan y las praderas pueden ser manejados para que trabajen juntos en maximizar la productividad del todo, más allá de que cada uno de ellos sea manejado por separado. Las fincas que practican sistemas similares son todavía escasas en la región. El interés en los sistemas de bajos insumos va en aumento conforme estos se van volviendo demasiado caros, pero el apoyo en cuanto a políticas es todavía muy pobre. ■

Karl North

Northland Sheep Dairy 3501 Hoxie Gorge Rd, Marathon, Nueva York, Estados Unidos

Correo electrónico: northsheep@juno.com

<http://www.geocities.com/northsheep/>

Referencias

- Voisin, André, 1959. (Traducción al inglés en 1988). **Grass productivity**. Island Publishers, Washington, D.C., Estados Unidos.

Produciendo hortalizas en pendiente

En la localidad de Langa, distrito de Langa, provincia de Huarochirí, departamento de Lima, en el Perú, a una altitud que va de 2300 a más de 3500 msnm, la mayor parte de la población de 200 familias se dedica a la agricultura y ganadería desde tiempos ancestrales.

Por una transmisión de conocimientos de generación a generación vienen cultivando una gran diversidad de plantas, con un patrón de cultivos que dura tres años. En el primer año abonan con una gran cantidad de estiércol, a razón de 30 toneladas por hectárea. En el segundo año para la siembra asociada de papas con habas, no se incorporan abonos de ninguna clase. Durante este año también se asocia el maíz choclo (elote) con arvejas en los bordes de las parcelas cultivadas con habas y papas. En el tercer año se siembra trigo, cebada, linaza o quinua. Luego se regresa nuevamente a sembrar como en el primer año. Esta forma de siembra asociada con rotación de cultivo e incorporación de materia orgánica (estiércol) permite mantener un ecosistema de control biológico natural. Ningún agricultor necesita hacer uso de agroquímicos para el control de plagas o enfermedades. El ecosistema se mantiene por sí solo en un equilibrio armónico insectil con un suelo que reúne una gran cantidad de organismos.

Con la asesoría del Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA) se han mejorado los conocimientos, para la preparación de composteras, bioles, bocashi, crianza de lombrices para la obtención del humus. Así muchos agricultores mantienen la fertilidad de sus suelos.

En Saja, una ladera empinada de 50% de pendiente, se viene conduciendo con éxito la siembra de una gran diversidad de hortalizas que se comercializan en la bioferia de Miraflores en la ciudad de Lima. Para lograr este cultivo, primero se diseñó el predio, dedicando un 70% del terreno para el cultivo de pastos naturales con alfalfares regados por aspersión para evitar la erosión de suelo; estos pastos sirven para la crianza de vacas, ovejas y cuyes; sus excrementos se usan como estiércol para la preparación de compost. Además, los pastos protegen y conservan el suelo.

El 30% del terreno se destina a la alta producción de hortalizas, manteniendo una capa de suelo superficial de 10 a 15 cm. Para lograr un suelo vivo fue necesario incrementar esta capa de suelo natural de 10 a 40 cm como mínimo, mediante la construcción de andenerías; hoy contamos con 14 andenes o terrazas. De esta manera se logró una profundidad de suelos de 40 a 100 cm y se reduce la pendiente a 5%. A estas terrazas se les incorpora el estiércol para la siembra de alcachofas y papas; los cultivos más sensibles se abonan con compost.

Esta combinación de tener un suelo profundo con incorporación de materia orgánica hace que el suelo tenga gran cantidad de organismos. Además, sembrando hortalizas asociadas y rotando de terraza a terraza se mantiene un equilibrio natural que no hace necesario el uso de agroquímicos ni fertilizantes sintéticos.



Mejoramiento del suelo en la milpa intercalada con árboles frutales (MIAF)

Dionicio Juárez Ramón, Carlos Fragoso G., Antonio Turrent F., Juventino Ocampo M., Engelberto Sandoval C., Ignacio Ocampo F., Ronald Ferrera C., Ernesto Hernández R.

En la región central de México, al oriente de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl, en Puebla, los agricultores de origen nahua han evolucionado un sistema de cultivo agroforestal que les permite cosechar diferentes tipos de alimentos y forrajes a lo largo del año. Para convertir el sistema existente, a uno de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) los agricultores contaron con el asesoramiento de los investigadores del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (CP) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), como parte del Proyecto Plan Puebla.

satisfacer las necesidades de las familias campesinas. En estos casos, el durazno es el cultivo que, al poder venderse directamente en el mercado, proporciona dinero a las familias.

Estas bondades han permitido la difusión del sistema MIAF en las regiones montañosas de México, como la Mazateca y Mixe en Oaxaca, a través del proyecto Manejo Sustentable de Laderas, y también a otras áreas como son Veracruz y el Estado de México, donde se cultivan otras especies que son propias de esas regiones. Actualmente los investigadores hacen ensayos con una gran diversidad de especies perennes y anuales, para definir otras estrategias y técnicas que permitan, dentro del enfoque MIAF, el mejor aprovechamiento de la radiación solar, la sombra, la humedad y los nutrientes del suelo.

En manejo del suelo, las experiencias MIAF están orientadas a la integración de las actividades que contribuyen al incremento de la fertilidad y al control de la erosión en terrenos de ladera.

Fertilidad del suelo

Para el incremento de la fertilidad del suelo se han implementado acolchados orgánicos (*mulch*), usando paja de frijol y rastrojos de maíz sobre la franja de suelo que ocupan las especies perennes, a razón de 10 cm de espesor por año, de modo que después de seis años se logró incrementar el contenido de la materia orgánica en el suelo de 0,71 a 1,74% en los primeros 30 cm del suelo. Este incremento es muy importante debido a que los suelos de Puebla han sufrido extracción constante de nutrientes a través de las cosechas de grano y forraje, provenientes de una agricultura practicada desde épocas prehispánicas (más de 500 años). Actualmente, los suelos agrícolas de Puebla tienen un pobre contenido de materia orgánica, pero en sus áreas de bosque los suelos tienen de 5 a 7,3%, algo importante a tomar en cuenta.

En Oaxaca, el contenido de materia orgánica registrado en la base de los árboles frutales oscila entre 5,3 y 12,6%, similar al contenido en los suelos de sus áreas de bosque, que es de 6,3 a 14,6%, mayor que el registrado en Puebla.

Control de la erosión

En Oaxaca, el control de la erosión del suelo se realiza en la parte alta de los terrenos en ladera mediante la colocación, junto al tronco de los árboles frutales y a lo largo de los surcos, de rastrojos de cosecha y otros residuos vegetales de modo que se forme un filtro de escurrimiento perpendicular a la pendiente.



Foto: Dionicio Juárez R.

Sistema de cultivo milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) en terrenos planos de Chiautzingo, Puebla

El sistema de cultivo MIAF

El MIAF contiene árboles de durazno (*Prunus persica*) plantados a cada dos metros, sobre surcos que ocupan una franja de terreno de 4,8 metros de ancho, intercalados con franjas dedicadas a cultivos anuales de 9,6 metros de ancho, donde caben 12 surcos de 80 centímetros, cultivados, según el interés de cada productor, con maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), chile poblano (*Capsicum annun*) y flores como la gladiola (*Gladiolus* sp.) o con alfalfa (*Medicago sativa*) para forraje, todos bajo sistema de riego o de temporal (secano).

En el sistema MIAF, que ha sido muy bien aceptado por los productores, se calcula que la producción puede ser, en promedio, 1,45% más que la de cualquiera de las especies producidas en forma de monocultivo. Además, si alguno de los cultivos MIAF fallara por cuestiones climatológicas, se tienen las otras especies en cultivo para

La colocación de estos materiales se hace de manera entrelazada para que efectivamente se detenga al suelo, que con el agua de las lluvias tiende a escurrirse hacia la parte baja de la ladera después de la remoción del suelo y otras labores que los productores realizan para preparar la siembra. Con estos filtros de escurrimiento se reduce la erosión por lo menos en 75% y, paulatinamente, se van formando terrazas donde los árboles frutales se convierten en muros vivos con una base enriquecida de materiales orgánicos mezclados con el suelo, algo muy apropiado para incrementar las actividades biológicas de esos terrenos.

Actividades de los insectos y otros animales que viven dentro suelo

El manejo de los materiales orgánicos, ya sea en forma de acolchados o como filtros de escurrimiento, ayuda mucho a incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo. Si se comparan los suelos planos de Puebla con los de ladera en Oaxaca, puede observarse que en Puebla contienen hasta seis veces menos materia orgánica. Esto es porque en donde hay materiales orgánicos depositados se incrementa el movimiento de varios organismos que podemos distinguir a simple vista y de otros, que sin poder ser vistos, comen y viven de esos materiales, enriqueciendo al suelo.

Cuando hay materia orgánica, hay alimento para que se incrementen las poblaciones de organismos que son descomponedores y a la vez se incrementan los que se comen a los descomponedores, de modo que entre todos ellos se forman cadenas alimenticias con efectos de una liberación masiva de nutrientes que las plantas absorben con facilidad. Reproducir los fenómenos que suceden en el suelo de los bosques permitirá una agricultura sostenible.

Perspectivas

En Puebla, se está investigando la relación de la actividad biológica del suelo con las prácticas de manejo de los materiales orgánicos, a fin de conocer cuál es la intensidad de actividad biológica necesaria para mantener o incrementar la fertilidad del suelo que permita la reducción del uso de fertilizantes, y las condiciones ambientales

Sistema de cultivo MIAF en terrenos de ladera en San Jerónimo Tecoaatl, Oaxaca



Foto: Dionicio Juárez R.

que favorezcan el uso y la conservación de la diversidad de organismos del suelo, considerando que el territorio de México es una de las áreas del mundo con mayor diversidad biológica (Olivares Alonso, 2008).

Se espera que en los próximos años se tengan mejores resultados de estas transformaciones en el suelo del MIAF, ya que como sistema de cultivo ha venido demostrando que es capaz de producir en bien del hombre, por lo que ha logrado respuestas positivas de parte no solo de organizaciones gubernamentales y otras instituciones que lo están difundiendo en el centro de México, sino también de particulares de la región Mazateca, que vinculan a otros productores de pueblos vecinos con el MIAF. ■

Dionicio Juárez Ramón

Programa EDAR, Colegio de Postgraduados (CP)-Campus Puebla, Km. 125.5 Carretera México-Puebla, Colonia La Libertad, Cholula, Puebla, México.
Correo electrónico: dijuarez@colpos.mx

Carlos Fragoso G.

Departamento de Biología de suelos, Instituto de Ecología, A.C., Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec 351, Congregación El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México

Antonio Turrent F.

INIFAP, El Horno, Chapingo, Estado de México, México.

Juventino Ocampo M., Engelberto Sandoval C., Ignacio Ocampo F.

CP- Campus Puebla, Km. 125.5 Carretera México-Puebla, Colonia La libertad, Cholula, Puebla, México

Ronald Ferrera C., Ernesto Hernández R.

CP- Campus Montecillo, Km. 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Estado de México, México

Referencias

- Barros, C. y M. Buenrostro, 2007. **Un buen trío.** *Itacate*. Periódico *La Jornada*, martes 6 de marzo de 2007.
- Cortés F., J. I., R. Mendoza R., E. Hernández R., E. Aceves R., A. Turrent F. y N. Estrella C., 2004. **El sistema agrícola "Milpa intercalada en árboles frutales (MIAF)" en terrenos planos.** Colegio de Postgraduados, Puebla, México.
- Cortés F., J. I., A. Turrent F., P. Díaz V., E. Hernández R., R. Mendoza R., E. Aceves R., 2005. **Manual para el establecimiento y manejo del sistema milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) en laderas.** Colegio de Postgraduados, México.
- Fragoso, C., G. G. Brown, J.C. Patrón, E. Blanchart, P. Lavelle, B. Pashanasi, B. Senapati y T. Kumar, 1997. **Agriculture intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms.** En: C.A. Edwards (ed.). *Applied Soil Ecology: A section of agriculture, ecosystems & environment.* Países Bajos.
- Lavelle, P., I. Barois, E. Blanchart, G. Brown, L. Brussaard, T. Decaëns, C. Fragoso, J.J. Jiménez, K. Kajondo, M.A. Martínez, A. Moreno, B. Pashanasi, B. Senapati, C. Villenave, 1998. **Las lombrices como recurso en los agroecosistemas tropicales.** *Naturaleza y recursos* 1 (34): 28-44.
- Olivares Alonso, E., 2008. **México ocupa el cuarto lugar entre los países del mundo.** *La Jornada*, México D.F., 27 de abril.

Conservación de los suelos y biodiversidad: el caso de los mañay en Pitumarca

Javier Llacsá Tacuri

Los suelos en los cuales los campesinos de los Andes crían la diversidad de sus cultivos se encuentran dentro del contexto de una concepción de “uso” o “manejo” en el que requieren ser regenerados –en ciclos agrícolas anuales– tanto en su fertilidad como en su textura y estructura. Así mismo, en la alta montaña andina los suelos se conservan a partir de un acervo de prácticas ancestrales, que más allá del “manejo” se evidencia en lo que expresan estas prácticas, las cuales también están orientadas con un sentido de crianza. Es decir, en la cosmovisión andina, los suelos también se crían.

Las características de los suelos en los Andes son diversas y varían de región a región, de ecosistema a ecosistema, así como de comunidad a comunidad. En este sentido, la diversidad biológica que existe en los Andes es intrínseca a la diversidad de los ecosistemas, los cuales presentan también una diversidad de tipos de suelos a partir de diferentes criterios locales de clasificación. En estos suelos la cultura andina continúa adaptando y regenerando una gran diversidad y variabilidad de cultivos a partir de prácticas agrícolas y pecuarias que tienden a conseguir el equilibrio entre la autonomía productiva y la conservación de los suelos, tanto a nivel de su fertilidad como de su integridad estructural y física.

Diversidad y variabilidad de cultivos en los mañay de Pitumarca

En comunidades altas de los Andes, como Hanchipacha, Ananiso y Labraco, ubicadas en el distrito de Pitumarca, Cusco, la variabilidad de cultivos productores de tubérculos comestibles, como papas (*Solanum spp.*), oca (*Oxalis tuberosa*), ñu (*Tropaeolum tuberosum*) y olluco (*Ullucus tuberosus*) se cultivan en terrenos de rotación sectorial, conocidos en estas comunidades quechuas como *mañay* y en otras como *muyuy*, *laymi*, o *aynoka* (en comunidades aymaras). Estos terrenos de cultivo se encuentran, por lo general, a una altitud mayor a los 3.900 metros sobre el nivel del mar, que puede llegar hasta los 4.300; en Pitumarca, llegan hasta los 4.600 msnm. Por lo general presentan suelos poco profundos, ubicados en laderas con pendiente pronunciada de 30 a 70 grados, en promedio.

Las comunidades andinas, independientemente de sus terrenos de cultivo anuales ubicados en las partes media y baja, tienen un cierto número de terrenos de rotación sectorial o *mañay*, en las partes altas, los cuales se cultivan en ciclos de rotación anuales. La comunidad de Labraco, que tiene 184 habitantes distribuidos en 38 familias, cuenta con cinco *mañay*, de los cuales en cada año agrícola solo se cultiva uno –el de turno– con papas nativas. Al año si-

La clasificación campesina de los suelos

En los *mañaykuna* e inclusive en un solo *mañay*, pueden existir diferentes tipos de suelos. Los tipos de suelos en los *mañaykuna* son determinantes en las decisiones que la comunidad toma cada año; por ejemplo, en las labores agrícolas apropiadas para el terreno así como en la proporción de variedades que se cultivarán. A estos aspectos vinculados al suelo se suman las condiciones ambientales e indicadores climáticos que determinan tanto las prácticas apropiadas como las variedades adecuadas.

En la clasificación andina de los diferentes tipos de suelos se tienen aquellos suelos en los que se producen mejor las papas nativas, conocidos como *yana allpakuna* o suelos negros fértiles, en estos prosperan las papas dulces. También existen los *chiri allpakuna* o suelos fríos, óptimos para las papas amargas. Otros suelos donde se cultivan las papas nativas son los *q'oñi allpakuna* o suelos calientes así como los *jatun allpakuna* o suelos franco arcillosos y los *chura allpakuna* o suelos húmedos. La familia o grupo de *ayni* (sistema de reciprocidad tradicional de las comunidades campesinas en los Andes del sur del Perú) siembra de acuerdo al mejor comportamiento de sus cultivos y variedades, en los diferentes tipos de suelos en los cuales se encuentran sus parcelas.

Para una diversidad de suelos existe una diversidad de variedades de papas nativas que –solas o en mezcla– prosperan mejor según el suelo donde hayan sido sembradas. Por ello, al ser cada año diferente en cuanto al terreno de cultivo, también cambian de manera relativa las variedades que cultiva cada familia. La ubicación de sus parcelas, la altura y la pendiente, permite distribuir espacialmente las variedades en las zonas donde prosperan mejor. Así se conocen tres zonas:

- **Q'eswa:** zona baja, ubicada aproximadamente entre los 3.300 y 3.600 msnm. Es una zona templada que presenta pendientes ligeras y suelos fértiles.
- **Q'hata:** zona media, ubicada aproximadamente entre los 3.600 y 3.900 msnm. Se caracteriza por las pendientes moderadas y pronunciadas de los suelos, los cuales ofrecen una fertilidad media; es una zona templada y también fría.
- **Loma:** zona alta, ubicada aproximadamente entre los 3.900 y 4.400 msnm. Sus suelos tienen una fertilidad media y características de puna (planicie altoandina con características de páramo). Tiene pendientes moderadas y es una zona fría.

En los variados suelos que disponen, las familias campesinas cultivan grupos de variedades o *takas* de papas, que producen mejor según el tipo de suelo. Sin embargo, ello no representa una situación definitiva; progresivamente se van creando mejores condiciones en los suelos a través del abonamiento con guano u otra materia orgánica, la incorporación de otros tipos de suelos, el descanso de suelos, la asociación de cultivos, así como con la rotación de cultivos o la adaptación de variedades. El conocimiento se va recreando y regenerando en relación con las condiciones cambiantes de los ecosistemas en los Andes.

guiente, en el mismo mañay se cultiva la asociación de oca, ñuño y olluco. Este terreno descansa durante los años agrícolas tercero, cuarto y quinto, para que en el sexto año se vuelvan a cultivar papas y así continuar con el ciclo.

La conservación de la fertilidad a partir de la diversidad y la variabilidad de cultivos

La variabilidad en torno a los diferentes tipos de suelos no está ligada solamente a una cuestión de estrategia de resistencia y tolerancia ante las adversidades climáticas y biológicas (plagas y enfermedades) que aseguran la cosecha, cualesquiera sean las condiciones del año agrícola. La rotación, el abonamiento y la variabilidad de los cultivos de papa, oca, ñuño y olluco están orientados también a conservar y regenerar la fertilidad del suelo.

Al rotar el terreno se permite que en los tres años de descanso (caso Labraco) el terreno se regenere naturalmente. En otras comunidades los años de descanso inclusive llegan a más de 10, por ejemplo en Hanchipacha y Ananiso.

El descanso no reemplaza la incorporación de guano de corral; en cada turno se abona con guano, principalmente de alpacas, llamas, ovinos y cuyes. La diversidad de cultivos y la variabilidad dentro de cada cultivo, en una sola parcela, en un solo año agrícola, son determinantes para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. En el caso de la asociación de cultivos, cada uno de ellos tiene un requerimiento diferente de nutrientes, tanto en el tipo como en la proporción requerida. En el caso de la variabilidad de papas nativas, sucede de igual manera, pues en un solo 'golpe' (enterramiento de la semilla o grupo de semillas) puede haber hasta tres variedades distintas, siempre sembradas junto con un puñado de guano de corral. Cada variedad tiene un requerimiento distinto para cada nutriente del suelo. Al final del año agrícola, el suelo de los terrenos cultivados 'en mezcla' no ha sufrido una extracción de nutrientes homogénea. Por ello al año siguiente, en ese mismo terreno de mañay general, la producción de oca, ñuño y olluco es casi siempre buena. Por otro lado, en los diferentes sectores pequeños ocupados por una determinada variedad se observa que esta extrajo del suelo el nutriente requerido y en la cantidad demandada por la planta. Unos cuantos centímetros a su alrededor el requerimiento de otra variedad fue distinto. En conjunto, el terreno cultivado con una gran variabilidad de papas nativas no sufrió una extracción homogénea de nutrientes, por lo que su capacidad fértil se mantiene para los siguientes cultivos y para los pastos naturales. Cuando se cultiva una sola especie y una sola variedad, consecutivamente, cada año y en una misma área de terreno, se produce el empobrecimiento del suelo, progresiva y homogéneamente, y es necesario incorporar mayor cantidad de fertilizantes químicos para poder seguir cultivando.

La diversidad y la variabilidad de cultivos propician la conservación de la fertilidad de los suelos, algo que no había sido tomado en cuenta con la importancia debida. Sin embargo, en las comunidades campesinas de Pitumarca, esta es una práctica que ahora se está vigorizando.

Los pastos como indicadores de la recuperación de la fertilidad de los suelos en los mañay

En los terrenos de rotación sectorial o mañay los pastos son indicadores de la fertilidad de los suelos. En el cua-

Foto: autor



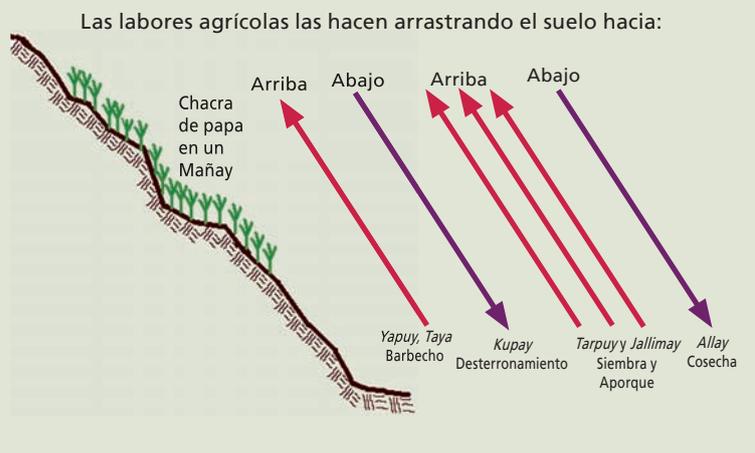
Cultivo de papas nativas en un mañay de Hanchipacha – Pitumarca

dro 1 (página 34) se aprecia que un año antes de que se siembren papas nativas en el mañay de turno, se practica el pastoreo. En un mañay, luego de sembrar papas y después la asociación de oca, ñuño y olluco, las familias observan la recuperación de los suelos, teniendo como referentes el vigor y la cantidad de los diferentes pastos nativos. Dos de estos pastos se toman como los indicadores principales, estos son el *chiqumu* (*Trifolium peruvianum*) y el *sillo sillo* (*Allchemilla pinnata*). Cuando el ciclo de descanso de un mañay está terminando, los pastos nativos como el *chiqumu* y el *sillo sillo*, que comienzan a brotar, son indicadores de que los suelos han regenerado su fertilidad. Así, para el pastoreo se destinan los brotados más vigorosamente, para luego dejarlos emitir semilla y empezar con las labores de preparación de los surcos.

Labores agrícolas para la conservación de suelos y control de la erosión

Las labores agrícolas son un componente importante en la conservación de los suelos. Entre los meses de febrero y abril (aproximadamente seis meses antes de la siembra), últimos de la época de lluvias, se inicia la preparación del suelo en el mañay de turno, con la preparación de los surcos bajo el sistema de *yapuy* (sistema tradicional de preparación del terreno, formando surcos aproximadamente seis meses antes de la siembra). El mañay que se sembrará comienza a prepararse cuando la chacra de papas del año anterior todavía está en pleno desarrollo, en otro mañay. El *yapuy* se realiza aprovechando el terreno húmedo, producto de las lluvias de esos meses. Consiste en la construcción de surcos cuya disposición y forma está en función a la pendiente del terreno, al tipo de suelo y a los indicadores del clima.

La única herramienta para el *yapuy* es la *chakitaqlla*. Con ella se voltean las champas (terrones de tierra mezclados con pasto y otra materia orgánica) de manera que la superficie inicial quede 'cara hacia abajo', enterradas,



Prácticas tradicionales de control de erosión en terrenos con pendiente

facilitando su descomposición y fertilización hasta el momento de la siembra. La conformación de las *wachus* o camellones se produce al voltearlos alternativamente a ambos costados sobre las franjas de terreno sin barbechar, dando lugar así a los surcos.

Luego de efectuar el yapuy se deja que las champas se descompongan por cinco o seis meses, hasta las fechas de siembra, que pueden comenzar a partir de octubre. El diseño y construcción de los surcos o *wachus* contempla el criterio de mitigación de los procesos erosivos, por ello cada diseño tiene un factor atenuante de erosión. Así, en la comunidad de Ananiso, desde la parte alta hasta la parte baja de las laderas se observa que los surcos diseñados en dirección hacia la pendiente no son continuos. Cada cierto tramo se hace un surco en sentido perpendicular a la pendiente. Del mismo modo la lomada del surco en el siguiente tramo hacia abajo es antecedida por el canal del surco del tramo anterior. Los surcos son interrumpidos en tramos muy cortos. Por otro lado la longitud de los tramos también es diferente: por lo general los surcos que van desde la parte alta hacia abajo disminuyen progresivamente en longitud, con la finalidad de que la velocidad del agua en tiempos de lluvia sea interrumpida de tramo en tramo, y se puede controlar así la velocidad del agua y el arrastre del suelo. Por ello la longitud de los surcos en la parte baja termina siendo muy corta, en comparación con la de los surcos de las partes altas. No todos los años los surcos tienen el sentido hacia la pendiente; estos se diseñan así cuando se predice un año con muchas lluvias. Este diseño tiene varios fines, uno de ellos es el evitar el



Terrazas de formación lenta o *patapatas* en un terreno de rotación sectorial o *mañay* en el distrito de Pitumarca

empozamiento de las aguas de lluvia y, con ello, la pudrición de las raíces o los tubérculos en formación.

Las labores agrícolas también están orientadas a conservar los suelos. Así, para que el suelo no sea arrastrado con el laboreo de las chacras ubicadas en laderas con mucha pendiente, este se practica arrastrando la tierra en dirección hacia abajo y en otras labores hacia arriba (en referencia a la pendiente). Para la preparación del terreno el yapuy se realiza, en otro momento, arrastrando la tierra en dirección hacia abajo. En el desterronado o *k'upay*, la labor se hace arrastrando el suelo hacia arriba. En la siembra y los aporques, el laboreo se hace arrastrando el suelo hacia abajo. Por último, cuando se cosecha papa en terrenos en pendiente el suelo es tirado hacia arriba, por lo que queda como estaba al inicio. Luego se deja descansar al suelo durante algunos años.

Estas prácticas son características de agricultores mayores, quienes enseñan a los jóvenes a labrar la tierra conservando su estado inicial o dando lugar, progresivamente, a las llamadas terrazas de formación lenta.

Construcción de *patapatas*

Las *patapatas* son sistemas de andenerías o terrazas formadas en cientos de años de prácticas agrícolas en superficies con pendientes pronunciadas con la finalidad de adecuar los terrenos en ladera para la producción agrícola. Su objetivo principal es conservar los terrenos de cultivo, mitigando los procesos erosivos, producto del arrastre de los suelos por el agua de las lluvias.

Cuadro 1. Terrenos de *mañay* o de rotación en la comunidad Labraco

Fuente: Registros CEPROSI – Bioandes Trabajo de campo, 2007

N°	Nombre del <i>mañay</i> o terreno de rotación	Área aproximada (hectáreas)	Año agrícola					
			2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 -2010	2010 -2011	2011 - 2012
1	Puka moqjo	25	papa nativa	oca, año, olluco	descanso	descanso	descanso – pastoreo	papa nativa
2	Huasqa huayq'ó	22	descanso - pastoreo	papa nativa	oca, año, olluco	descanso	descanso	descanso – pastoreo
3	Puq'uto	27	descanso	descanso - pastoreo	papa nativa	oca, año, olluco	descanso	descanso
4	Karhui	25	descanso	descanso	descanso - pastoreo	papa nativa	oca, año, olluco	descanso
5	Qj'ata th'uni	23	oca, año, olluco	descanso	descanso	descanso - pastoreo	papa nativa	oca, año, olluco

En Pitumarca, en la mayoría de los mañay se continúan formando *patapatas*. En ellos se cultiva una gran variedad de papas nativas, oca, ñuño y olluco. En cada año de turno de un mañay se van formando terrazas al arrastrarse en cada labor agrícola –pero principalmente en la cosecha– pequeñas cantidades de tierra hacia los bordes exteriores de las *patapatas*, cuya base está compactada con piedras y tierra.

El *chuki* y el *jispachisk'a*

El *chuki* consiste en la siembra directa sin la preparación previa del terreno. Los suelos de estas parcelas tienen que tener características de buena permeabilidad e infiltración, y además buena cantidad de materia orgánica. El *chuki* se realiza también en terrenos ubicados en pendientes muy pronunciadas. Básicamente es la apertura de hoyos en un terreno no preparado que está con la superficie cubierta con pastos nativos y otra materia orgánica. Con la *chakitaqlla* se hacen los hoyos, se coloca la semilla de papa y el guano, luego con los mismos terrones de los hoyos, mullidos ligeramente, se tapa la semilla y se da por concluida la siembra. A partir de diciembre se regresa a la chacra para realizar el aporque o *jallmay*.

El *chuki* es conocido técnicamente como la labranza mínima, y se realiza en terrenos sin preparar donde se tiene la certeza de que el terreno ha ‘descansado’ bien y la fertilidad es buena. Se realiza con la finalidad de no remover innecesariamente el terreno. Ancestralmente, era común que antes de realizar el *chuki*, se realice la práctica del *jispachisk'a*. Esta práctica consiste en acorrallar todo el hato de alpacas y llamas sobre el terreno que se cultivará con papas nativas unas semanas antes de la siembra de manera que el hato, en los casi diez días de acorrallamiento, fertilice directamente con sus deyecciones el terreno por cultivarse. El *chuki* constituye una de las técnicas más eficientes para aprovechar la condición fértil de los terrenos. En la actualidad estas prácticas no son frecuentes, sin embargo las familias se están organizando para la conservación de la vida de sus suelos mediante la recuperación de sus prácticas ancestrales.

El abonamiento con guano de corral es una práctica esencial que forma parte de la siembra y del aporque. Pero, cuando el suelo lo requiere, algunas familias suelen ciertas veces apoyar la fertilización, untando al momento de la siembra preparados como la *llut'a* y la *q'echincha* a las semillas de los tubérculos. Estos preparados tienen dos fines: fertilizar el suelo y repeler el ataque de los gusanos de tierra. La *llut'a* es un preparado a partir del guano de alpaca o de ovino, y la *q'echincha* se prepara a partir de cenizas. La ceniza, como otros insumos, forma parte eventual del abonamiento del suelo y también se utiliza para disminuir la presencia significativa de pulgones, larvas y la ranchara (*Phytophthora infestans*) en las chacras de papa.

Llut'a: preparado tradicional a partir de guano de ovino.

Q'echincha: preparado de ceniza y polvo del humo que se forma en las cocinas rurales.



El *chuki* en el cultivo de papas nativas

Estas son algunas manifestaciones de los conocimientos andinos relacionados con la conservación de los suelos que se pretenden fortalecer y regenerar. Sin embargo es importante exponerlo como un sistema de conservación, en el que están involucradas las prácticas de abonamiento con guano de corral, las prácticas de rotación de terrenos, las prácticas de rotación de cultivos, las prácticas de asociación de cultivos, las prácticas de pastoreo, las prácticas agrícolas, la formación de terrazas, el cultivo de la diversidad y variabilidad de cultivos, etc. Todos estos forman un sistema de conservación de suelos; cuando uno de estos componentes del sistema se quiebra, los suelos se ven afectados.

Este sistema de conservación de los suelos va de la mano con una racionalidad de suficiencia alimentaria. El término mañay literalmente significa ‘préstamo’. Las familias solo utilizan los terrenos con el sentido de préstamo de la Madre Tierra o *Pachamama*. En ese sentido, hay que devolverlos tan vigorosos como se los recibió. En los mañay se cultiva lo suficiente hasta la siguiente cosecha, pues tienen la certeza de que en el siguiente mañay y en el siguiente año, volverán a cosechar. A pesar de que es posible producir un poco más, ya sea ampliando áreas, dejando descansar por menos años los mañay o incorporando fertilización, en la racionalidad andina, implica ejercer presión sobre la capacidad de regeneración de los terrenos, tanto a nivel de su fertilidad como de su conservación estructural y física. El área de terreno disponible para los cultivos es un problema menos grave de lo que se cree; la racionalidad andina, en cuanto a la producción, está orientada también a priorizar la salud de la tierra y de los suelos, de los cuales se alimentan ellos y sus crianzas. Es importante enfatizar que en estos conocimientos tradicionales así como en la cosmovisión andina se sostiene la conservación de la agrobiodiversidad, de los suelos y de la vida en los Andes.

La experiencia proviene del Programa Bioandes que, a través del Centro de Promoción y Servicios Integrales (CEPROSI), orienta algunas acciones al fortalecimiento de la conservación de la agrobiodiversidad en el distrito de Pitumarca, Cusco, revitalizando prácticas ancestrales apropiadas como las que se han mencionado en el presente artículo. ■

Javier Llacsá Tacuri
Pitumarca, Cusco, Perú
Correo electrónico: jllacsat@yahoo.es

Enfoques biológicos para sistemas de suelos sostenibles

Uphoff N. y otros (eds.). 2006. Biological approaches to sustainable soil systems. CRC Taylor & Francis, Boca Raton, Estados Unidos. 764 p.

Es preciso insistir en la importancia central del suelo, sus agentes y sus procesos para la vida sobre la Tierra, en particular los ciclos del agua, la conservación de la biodiversidad, la producción y economía agrarias, y la alimentación de las personas. Uphoff y sus colaboradores lo hacen de una manera casi enciclopédica, en una obra con 50 capítulos desarrollados en más de 700 páginas. Los autores señalan que estudiar los agentes y procesos biológicos en el suelo es complejo, muchas veces ambiguo y siempre más difícil que evaluar factores químicos o físicos, pero que a pesar de ello este libro posiblemente no hubiese podido ser escrito hace 10 años. Son grandes los avances en el conocimiento de la vida en el suelo, pero las universidades y escuelas técnicas siguen formando jóvenes educados en una ciencia agraria que esencialmente esteriliza o desinfecta las muestras de suelo para poder estudiarlas sin *interferencias*, que presta escasa atención a los efectos de las prácticas de manejo en el suelo y el ecosistema o que separa conceptualmente a la agricultura de otras actividades agrarias como la ganadería, la forestería o el procesamiento primario.

Luego de una visión general del manejo de suelos en diferentes ecorregiones del planeta, la parte II sobre agentes y procesos del suelo proporciona revisiones generales de temas como la energía en el suelo, las micorrizas, la rizósfera, las fitohormonas, la alelopatía o la comunicación entre la parte aérea y la raíz de una planta. En la parte III, la más extensa y con un claro énfasis en la agricultura de los trópicos, hay capítulos dedicados a ejemplos prácticos de la Amazonía, el sudeste de Asia o África, muchos con temas de relevancia para los agroecosistemas de América Latina como el papel de los árboles, los sistemas de siembra directa, el uso de cultivos de cobertura, el sistema de intensificación del arroz o los cultivos múltiples. Algunos asuntos adicionales son tratados brevemente en la parte IV, como la interdependencia de suelo y clima, la revegetación de suelos inertes o la producción de agentes de control biológico y biofertilizantes a nivel comunal.

Es poco probable que este libro se traduzca alguna vez al castellano, por los costos involucrados. Pero, por otro lado, es una obra eminentemente académica que debe servir de guía para la preparación de material destinado a un público más amplio. Así, la maestra Ana Primavesi escribe sobre el manejo de suelos en los trópicos húmedos y subhúmedos, y nos recuerda los requisitos que considera que debe tener un sistema del suelo que funcione bien (páginas 7 y 8):

- una estructura con buenos agregados y suficiente materia orgánica,
- protección contra la acción directa del sol y la lluvia,
- población abundante y diversificada de microorganismos,
- sistema de raíces extenso y en buen funcionamiento,
- cultivos adaptados a las condiciones de suelo y clima, con las adaptaciones de manejo que se requieran,
- cortinas rompevientos o barreras forestales para reducir la evapotranspiración, y
- un uso cuidadoso de la maquinaria para minimizar la compactación del suelo.

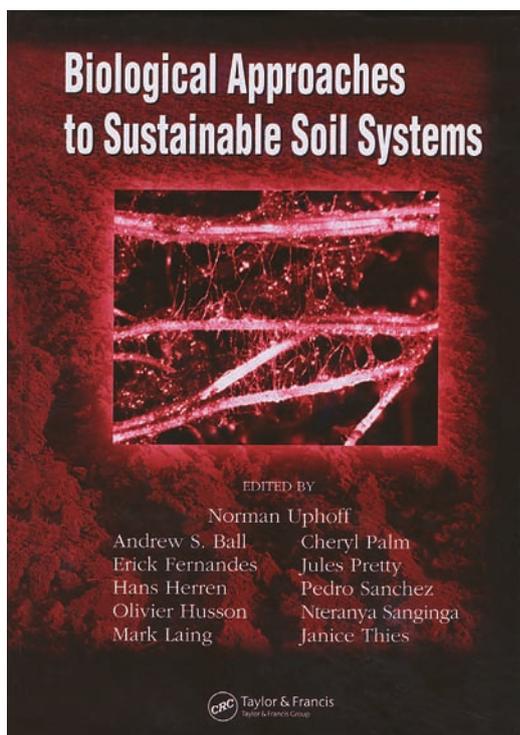
Si a lo anterior le agregamos un uso eficiente del agua de riego y analizamos los procesos sociales y económicos que influyen en el manejo del suelo y del agua para la pequeña agricultura,

tendremos un marco de análisis básico para evaluar la sostenibilidad de una agricultura más ecológica. De especial interés para los lectores de LEISA es el capítulo 35, en el que Rupela y sus colaboradores en el ICRISAT, India, informan sobre experimentos comparativos de largo plazo diseñando y comparando sistemas productivos basados en el uso de insumos biológicos disponibles localmente con sistemas productivos convencionales. Esta información es interesante, en particular porque en los últimos años se han publicado trabajos que resumen décadas de ensayos comparativos entre agricultura orgánica y convencional, pero todos centrados en agroecosistemas templados del hemisferio norte. Los autores concluyen, después de cinco años de ensayos, que los sistemas intensivos en insumos locales, internos, compiten favorablemente en productividad con los sistemas convencionales basados en insumos químicos importados a la finca. Aun con lo discutibles que pueden

ser, desde el punto de vista metodológico, este tipo de ensayos constituyen, por ejemplo, información valiosa en procesos de incidencia política descentralizada.

El libro no tiene un énfasis en la agricultura ecológica pero ciertamente comparte y aplica muchos de los postulados de la ciencia de la agroecología. Sin embargo, si bien existen continuas referencias a los sistemas de pequeña agricultura tradicional y su cuidado del suelo, no se da un tratamiento detallado de este tipo de sistemas, que son preponderantes en regiones de alta diversidad, como Mesoamérica o los Andes centrales. Esto no es de extrañar ya que las publicaciones científicas en inglés referidas a zonas tropicales y subtropicales muestran casi siempre un marcado énfasis en Asia y África, y porque el libro presenta información científica sistematizada, y una de las grandes necesidades de quienes trabajan en agricultura ecológica o de bajos insumos externos es la sistematización, etapa inicial de cualquier proceso de análisis y aprendizaje. Con todo, se trata de una obra académica extraordinaria en todo el sentido de la palabra.

Roberto Ugás
UNALM, Lima



Agricultura de conservación

<http://www.fao.org/ag/ca/es/10.html>

La FAO promueve activamente la Agricultura de Conservación (AC), sobre todo en economías en vías de desarrollo. La AC ofrece un potencial enorme para toda clase de tamaño de fincas y sistemas agroecológicos. Sin embargo, su adopción es más necesaria para los pequeños productores. Sobre todo aquellos que sufren una escasez aguda de mano de obra. Este tipo de agricultura ha sido percibida por profesionales como una herramienta válida para el manejo sostenible de la tierra. Este portal es posible gracias a la iniciativa de un grupo de trabajo informal compuesto por miembros de la Dirección de Producción y Protección Vegetal; Dirección de Tierras y Aguas y la Dirección de Infraestructura Rural y Agroindustrias de la FAO. La AC se presenta como una forma de lograr una agricultura sostenible y rentable y, en consecuencia, dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores mediante la aplicación de los tres principios: perturbación mínima del suelo; cobertura permanente del suelo; y la rotación de cultivos. El sitio proporciona gran cantidad de información técnica en inglés, francés y español, principalmente relacionados a aspectos económicos, importancia de cultivos de cobertura, uso de maquinaria, integración de cultivos, etc. También incluye enlaces a otras organizaciones, así como información sobre próximos eventos.

Portal mundial de Información sobre Salud de Suelos

<http://mulch.mannlib.cornell.edu/sp/index.html>

Este portal se presenta como un centro de intercambio de información y motor de búsqueda de recursos en Internet sobre el manejo del suelo e insumos orgánicos. Cuenta con una base extensa de datos de Referencias Elegidas y Anotadas del Website sobre el manejo y la ecología de suelos. Además ofrece servicios de referencia a recursos en línea y listados de recursos clasificados de productos, de servicios, de organizaciones, de bases de datos, de literatura y de grupos de discusión electrónica que tienen vínculos directos o indirectos con cuestiones sobre salud de suelos tropicales. Ofrece una amplia base de datos en inglés y español (documentos, eventos, enlaces a organizaciones, redes, revistas y publicaciones). También están disponibles archivos de diferentes debates electrónicos, así como una serie en línea de módulos de aprendizaje. Para mayor información escribir a: lhf2@cornell.edu.

Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

<http://www.fao.org/biodiversity/ecosystems/bio-soils/es/>

En el año 2000, la FAO a través del programa de biodiversidad, puso en marcha una serie de actividades de gestión biológica y biodiversidad de suelos. Este tiene como objetivos: primero, crear conciencia entre los diversos interesados de que el suelo es una entidad con vida, y de la importancia de la biodiversidad del suelo para los sistemas agrícolas; y, en segundo lugar, impulsar la adopción de prácticas de gestión y sistemas de producción mejorados para favorecer la biodiversidad del suelo y su actividad biológica. Este sitio cuenta con una sección de enlaces a noticias, eventos, documentos, estudios de caso y más. Además alberga una selección de documentos inherentes al tema, que pueden verse en formato PDF. "La biota del suelo y la biodiversidad" es un documento que relata en forma clara y sencilla la importancia de los organismos del suelo para el funcionamiento sostenible de todos los ecosistemas. Se puede acceder a este documento directamente a través de <http://www.fao.org/docrep/010/i0112s/i0112s00.htm>. El sitio se encuentra estructurado en inglés, francés y español. Para obtener mayor información se puede contactar con Sally Bunning (sally.bunning@fao.org) y Juan J. Jiménez (juan.jimenez@fao.org).

Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO)

<http://www.cidicco.hn/cidicco.htm>

CIDICCO es una organización no gubernamental creada con el objetivo de localizar, documentar, investigar y promover la investigación sobre el uso de abonos verdes y cultivos de cobertura para pequeños agricultores en las regiones tropicales. CIDICCO es la organización de referencia mundial en la promoción de los "suelos saludables" por medio de la utilización de los abonos verdes y suplir de esta manera la creciente demanda internacional

de semillas de distintas especies. En la sección de publicaciones, cuenta con una lista completa de materiales disponibles vinculados al tema de cultivos de cobertura y abonos verdes.

Plataforma de Conservación de Suelos

<http://www.agrecolandes.org/node/130>

Este portal pertenece a la Fundación AGRECOL Andes, una institución que presta servicios para la gestión del conocimiento en agroecología a través de la capacitación, sistematización de experiencias, difusión de información, orientación y acompañamiento a procesos de cambio para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida en las sociedades rurales andinas. La fundación promueve y participa de espacios de intercambio de experiencias, a través de plataformas que reúnen a organizaciones campesinas, ONGs, y otros importantes actores comprometidos con el manejo sostenible de recursos naturales. La Plataforma de Conservación de Suelos es un espacio importante creado para realizar intercambios de semillas, materiales de difusión y experiencias entre instituciones, técnicos, y campesinos y campesinas. Está integrada en su mayoría por proyectos financiados por Misereor, con excepción de PROLADE, PROMIC. En su sitio web podemos acceder a las memorias de los talleres de intercambio y de capacitación.

Manual de Lombricultura

<http://www.manualdelombricultura.com>

En este portal podemos acceder a una poderosa herramienta, el Manual de Lombricultura, que está dedicado a todas las personas interesadas en la cría intensiva de lombrices rojas californianas y el cuidado del medio ambiente. Quienes practican la lombricultura, directa o indirectamente están ayudando a mejorar la calidad de los suelos de nuestro planeta, aportando a la reposición del humus, elemento indispensable para la vida vegetal. Mediante el aporte de humus de lombriz, es posible restaurar tierras que han sido devastadas por la erosión continua producida por ciertas explotaciones agrícolas, el uso continuo de fertilizantes artificiales y muchos otros factores degradantes. En este sitio web encontramos datos y consejos básicos para llevar a cabo la cría de lombrices sin mayores inconvenientes. También se puede acceder al foro de discusión sobre lombricultura, para intercambiar experiencias con otros productores, para hacer consultas o para solicitar ayuda.

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo

<http://portal.chapingo.mx/terra/>

El Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, México, alberga en sus instalaciones a la sede de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, que agrupa de manera permanente a técnicos, estudiantes y profesionales interesados en el desarrollo de las diversas disciplinas de la Ciencia del Suelo y en el aprovechamiento, conservación y mejoramiento de los suelos de México. Las principales publicaciones de la Sociedad, es decir, los libros de Investigación Edafológica en México y la Revista TERRA, contienen información valiosa en torno al tema y se pueden encontrar artículos científicos, notas de investigación, ensayos o revisiones de literatura, cartas al editor y reseñas de libros.



El ABC de la agricultura orgánica y panes de piedra

Jairo Restrepo Rivera, 2007. Volúmenes I, II y III, más volumen IV (reedición adaptada de la versión original, escrita por Julius Hensel en 1898, Leipzig, Alemania). ISBN: 978-958-44-1261-4. Cali, Colombia.

Correo electrónico: jairoagroeco@gmail.com

Manual didáctico que presenta tres prácticas comunes que los campesinos han venido adoptando en los últimos años, con el fin de maximizar la disponibilidad del uso de los recursos que disponen al interior de sus fincas o en las comunidades rurales donde habitan, así como el rendimiento de sus cultivos. Las tres prácticas se encuentran condensadas en tres volúmenes: (vol. I) Los Abonos orgánicos fermentados aeróbicos tipo bocashi; (vol. II) Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca; (vol. III) Caldos minerales. A los tres temas se agrega un cuarto volumen: Panes de piedra, que es una reedición del libro clásico de Julius Hensel, escrito en Leipzig en 1898, y en el que se presenta el uso de harina de roca como otra práctica fundamental para la regeneración mineral de los suelos cultivados que se encuentran cansados. Tanto la presentación como la descripción de cada una de las cuatro prácticas se tratan de forma separada, con el objetivo de facilitar didácticamente su lectura.

El arado natural. Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia

Juan J. Jiménez y Richard J. Thomas (eds.), 2003. ISBN 958-694-059-4. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali, Colombia. (Traducción de la versión en inglés "Nature's plow: soil macroinvertebrate communities in the neotropical savannas of Colombia", CIAT. 2001). http://www.ciat.cgiar.org/tsbf_institute/pdf/arado_natural_contenido.pdf

Este libro reúne diversos estudios realizados sobre los macroinvertebrados, especialmente la lombriz, en las sabanas de Colombia. Presenta diversos estudios que contribuyen al conocimiento actual del papel que desempeña la macrofauna en los procesos funcionales del suelo y está estructurado en cuatro partes: i) describe las poblaciones de la macrofauna del suelo que se hallaron en diferentes sistemas de uso de la tierra en las sabanas de Colombia; ii) describe la ecología y biología de las lombrices en las sabanas, incluyendo su diversidad, densidad, biomasa, dinámica de sus poblaciones y las estrategias de adaptación de las diferentes especies frente a la estacionalidad ambiental; en la iii) y iv) se analizan los efectos que causa este "ingeniero del ecosistema" en los diversos procesos físicos, químicos y biológicos del suelo.

La importancia de la materia orgánica en los suelos

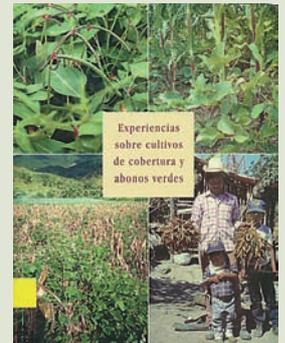
Andrea Brechelt (ed.), 2008. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). República Dominicana. <http://www.rap-al.org/index.php?seccion=3&f=publicaciones.php>

Aborda en forma clara y sencilla la importancia de la materia orgánica en el suelo, pues constituye uno de los factores más importantes que determinan la productividad del suelo en forma sostenida. Especialmente en las regiones tropicales, donde las temperaturas elevadas y la alta humedad aceleran la descomposición. El manejo adecuado de la materia orgánica en el suelo es sumamente importante, pues representa una estrategia básica para darle vida al suelo, porque sirve de alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a la microflora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio del crecimiento de las plantas. El manual se puede descargar en formato PDF en la sección Documentos del sitio web de la RAP-PAL. Para mayor información, dirigirse a: Fundación Agricultura y Medio Ambiente/RAP-AL, correo electrónico: fama_rapal@yahoo.com

Elementos de agroecología de suelos

Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO)/ proyecto PLAGSALUD, 2001, ISBN 9968-831-09-3. Serie: Agricultura orgánica, producción y vida sana. Ministerio de agricultura y Ganadería. Editorial del Norte, San José, Costa Rica. <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/SUELOS.pdf>

Aborda en forma sencilla el tema de la agricultura orgánica, cuyo fin es restablecer el equilibrio natural de los elementos que componen el suelo y obtener una nutrición óptima para el desarrollo de los cultivos, sin necesidad de emplear fertilizantes de síntesis química. Por ello se considera esencial conocer la formación del suelo, su biología y bioestructura, así como los cuidados para preservarlo. Esta obra es una recopilación y adaptación de documentos y publicaciones de varios autores, revisadas por diferentes especialistas en producción orgánica. Con este aporte, el PNAO y el proyecto PLAGSALUD desean colaborar con el proceso de uniformar criterios en torno a los temas básicos de este sistema de producción.



Biodiversidad del suelo, conservación de la naturaleza y sostenibilidad

Angélica Ruiz-Font, 2008. Tecnología en Marcha, 21-1, enero-marzo: 184-190. ISSN 0379-3982. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: afont@ipn.mx, <http://www.itcr.ac.cr/publicaciones/index.aspx>

Documento que resalta la importancia de la biodiversidad del suelo y el mantenimiento de su multifuncionalidad dentro del ecosistema. Las investigaciones logradas hasta ahora proveen un marco de investigación futura para incrementar y manejar las teorías ecológicas y para incorporar conocimiento al manejo sostenible de los suelos y ecosistemas. Los retos para el futuro son muchos y aún no se han alcanzado en lo que respecta al suelo. Se subrayan los puntos que son retos para la ecología de suelos con la esperanza de intensificar las interacciones entre los ecólogos y otras ciencias, estimulando estudios integrados. Este trabajo se construye con una visión de que la salud del suelo es la base de una sostenibilidad global. Este artículo puede visualizarse en forma completa en http://www.itcr.ac.cr/publicaciones/tecnologia_marcha/pdf/tecnologia_marcha_21-1/184-190.pdf

Siembra de pastos en zonas secas para la producción de forrajes y protección de suelo

Fundación AGRECOL Andes, 2004. Serie Compartiendo Experiencias N° 2. <http://www.agrecolandes.org/node/162>

Compila las experiencias de familias residentes en la zona de Vallegrande, departamento de Santa Cruz en Bolivia, que desde el mes de febrero del año

2001 y con el asesoramiento de ATS (Asesoría Técnica Social), iniciaron la siembra de pastos bajo árboles forrajeros y forestales, con el objetivo de obtener forraje para el ganado bovino y de esta forma lograr la protección del suelo. Hoy, donde antes predominaban suelos empobrecidos debido a erosión por lluvia, sobrepastoreo de ganado y tala de árboles, se encuentran suelos protegidos con cobertura de pastos, abundante forraje para los animales e incremento en la superficie de pastos. A través de esta cartilla, las familias de Vallegrande quieren compartir sus valiosas experiencias para que esta pueda ser objeto de réplica. También se dan algunas recomendaciones y testimonios de productores y técnicos sobre la experiencia

Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes

Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO), Asociación de Consejeros para una Agricultura Sostenible, Ecológica y Humana (COSECHA), Instituto Internacional de Reconstrucción Rural (IIRR), Vecinos Mundiales y Universidad de Cornell, 1997. <http://www.cidicco.hn/kit.htm>

En los últimos años ha surgido un gran interés en Centroamérica y en el mundo por encontrar y emplear tecnologías agrícolas sencillas de bajo costo que estén orientadas al sostenimiento productivo de los ecosistemas y a la seguridad alimentaria de los agricultores de escasos recursos económicos. Debido a las ventajas de los cultivos de cobertura y abonos verdes hay una demanda de información sobre experiencias de campo que los agricultores pueden aprovechar. Por ello, este material, fruto del esfuerzo de cinco organizaciones, contiene estas experiencias prácticas que han sido validadas por diferentes personas e instituciones en países de Centroamérica y México. Cada experiencia atestigua la aplicabilidad de los cultivos de cobertura y abonos verdes bajo diferentes condiciones agroecológicas.

Minerales rocas y suelo en manos campesinas, harina de roca para recuperación de suelos enfermos (video)

Asociación Ambientalista Guerreros Verdes, 2005. DVD, 34 minutos. Oaxaca, México.

Este video pone de relieve el problema de los suelos degradados en México y el papel que juegan los conocimientos tradicionales campesinos para su recuperación. Así lo explica Jairo Restrepo, maestro en ciencias, quién con lenguaje sencillo explica las causas y consecuencias de la erosión de suelos. Frente a esta situación, son los campesinos los que tienen la solución: haciendo uso de la harina de roca, logran recuperar suelos enfermos y así obtener alimentos más sanos y nutritivos. En el video se hace una severa crítica a las instituciones científicas, a quienes se califica como tiendas comerciales que ofrecen catálogos con propaganda de insumos y recetas, sin tomar en cuenta la riqueza cultural campesina. Se incluyen algunos testimonios de campesinos.

Manejo de la fertilidad del suelo

Laura Schöll, 2001. ISBN: 90-72746-91-0. Agrodok, segunda serie. Agromisa, P.O. Box 41, 6700 AA Wageningen, Países Bajos. Correo electrónico: agromisa@agromisa.org

Agrodok es una serie de manuales prácticos sobre agricultura sostenible y de pequeña escala en los trópicos. Esta versión está estructurada en tres partes. La primera parte, describe las medidas de cultivo adecuadas para mantener y mejorar las condiciones del suelo. La segunda parte, describe los abonos que pueden aplicarse para conseguir resultados más rápidos a costos más bajos, y la última parte explica algunos términos que aparecen con frecuencia en textos científicos sobre suelos, lo que resulta de gran utilidad para los interesados en profundizar esta temática. Incluye también un procedimiento para la evaluación de las condiciones del suelo. Este manual se puede pedir a través de www.agromisa.org.

Agroecología y rastrojos productivos

José Humberto Gallego A., María Bianney Bermudez C. y Eveling Rocío Barajas O., 2006. ISBN: 958-8231-87-6. Departamento de Caldas y Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

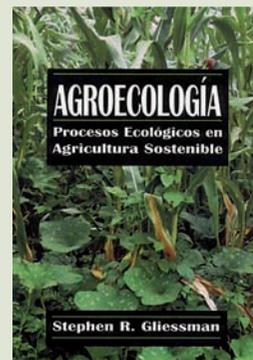
En esta cartilla, los agricultores y trabajadores técnicos podrán encontrar información valiosa sobre la importancia de los rastrojos para el suelo.

Los rastrojos cumplen diversas funciones y de ellas dependerán una serie de variables ligadas al balance de nutrientes en el sistema de producción. Se plantea la posibilidad de diseñar la intervención de rastrojos bajo el principio de integrar los beneficios ambientales y ecológicos con la producción de diferentes especies que ofrezcan variedad de usos y potencialidad productiva. El formato de esta publicación es el de una guía práctica para intervenir con criterios de sostenibilidad y lograr el acceso a alternativas productivas viables en términos ambientales, socio-culturales y económicamente rentables. Para obtener mayor información escribir a: josegallego@ucaldas.edu.co, o la Editorial Universidad de Caldas: editor@ucaldas.edu.co y mercadeo@ucaldas.edu.co.

Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible

Stephen R. Gliessman, 2002. ISBN 9977-57-385-9. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.

Un clásico de la agroecología, este libro plantea los fundamentos ecológicos de la agricultura sostenible. El marco de interpretación basado en el ecosistema sirve para determinar si una práctica agrícola concreta, un insumo o una decisión administrativa contribuyen a fortalecer o, por el contrario, debilitan la sostenibilidad del sistema. El capítulo dedicado a suelos pretende dar un detallado entendimiento de la ecología del sistema de suelos, lo cual es clave para el diseño y manejo sostenible de los agroecosistemas, en donde se mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo. También se presenta un estudio de caso en México. La edición en español, realizada por CATIE (Costa Rica) puede adquirirse vía Internet (http://orton.catie.ac.cr/e-commerce/product_info.php?cPath=22&products_id=211) y en las librerías de los centros de CATIE en Centroamérica.



La biodiversidad microbiana del suelo, un mundo por descubrir

Daniel Ricardo Toro Castaño, 2004. Revista Luna Azul, 19, Universidad de Caldas Manizales, Colombia. <http://lunazul.ucaldas.edu.co/>
El suelo alberga una cantidad importante de microorganismos, en especial la zona de la rizósfera, a la cual se le puede considerar como “un ser vivo” ya que cumple con las descripciones clásicas para ello: “nace, crece, se reproduce y muere”. El autor presenta una serie de resúmenes de investigaciones relacionadas con diversas maneras de abordar la diversidad. Presenta además, de forma reiterada, sus inquietudes sobre la dificultad de evaluar la diversidad biológica de los microorganismos, pues los mayores avances científicos de estos estudios se relacionan directamente con la determinación de la diversidad en especies macro. Este artículo puede visualizarse en forma completa en http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=89&Itemid=5.

Ana Primavesi: la profesora de todos nosotros



Al final de los años 70, se constituyó en la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Estado de São Paulo – AEASP, el Grupo de Estudios de Agricultura Alternativa – GAA, en el cual participaban agrónomos, físicos, artistas, intelectuales,

estudiantes, militantes del movimiento ambientalista y muchos otros simpatizantes. El grupo se orientaba por la crítica al modelo tecnológico de la revolución verde y por la búsqueda de alternativas capaces de superar los graves problemas que ocasionaba esta tecnología y que ya estaban presentes en esos años, a pesar de que solamente habían pasado dos décadas de su implementación en el Brasil. Existían estudios que comprobaban una elevada proporción de residuos de agrotóxicos (órgano clorados) en la leche materna; que por cada kilo de soya exportada se perdían 10 kilos de suelo debido a la erosión; que los recursos naturales (suelo, flora y agua) estaban siendo destruidos de manera irreversible con la expansión de la frontera agrícola y la mecanización intensiva.

Se constató, de esta manera, que la transferencia de un modelo tecnológico intensivo en capital y desarrollado para atender los intereses del complejo industrial petro-químico-mecánico era una gran equivocación, y que después de la Segunda Guerra Mundial la capacidad instalada de este complejo se había quedado ociosa con la pérdida del mercado de artefactos de guerra.

En ese momento prácticamente no había en Brasil una preocupación por la búsqueda de alternativas al modelo tecnológico de la revolución verde en rápida expansión, alternativas que tendrían como objetivo minimizar o superar los impactos ecológicos y sociales, que hasta ese momento estaban poco diagnosticados. Ante esta situación, el modelo tecnológico de la revolución verde tenía el apoyo del gobierno brasileiro, sin presentarse ninguna resistencia organizada por parte de la sociedad civil.

Las informaciones, que inicialmente eran la fuente del GAA, llegaban la mayoría de las veces del exterior, donde los movimientos de agricultura alternativa estaban creciendo: la agricultura biológica en Francia, la agricultura orgánica en Inglaterra y Estados Unidos, la agricultura biodinámica en Alemania y Suiza, la agricultura natural en Japón, sin contar con las comunidades rurales que surgieron dentro de los movimientos contracultura. En este contexto, por intermedio de Ded Bourbonnais, tuvimos contacto con la doctora Ana Maria Primavesi, quien se había mudado a São Paulo después de jubilarse de la Universidad Federal de Santa Maria –RS, donde había sido docente desde que llegó al Brasil procedente de Austria.

Con su sencillez, competencia y participación activa, la doctora Primavesi rápidamente se ganó el respeto y la admiración de todos los que hemos tenido el inmenso privilegio de convivir muchos años con ella. Portadora de conceptos hasta entonces desconocidos en la orientación del manejo

y la conservación de los suelos en el Brasil, ella empezó a introducir enfoques innovadores para abordar la edafología a partir de una perspectiva ecológica. Hasta entonces, el manejo de la fertilidad de los suelos era abordado de una forma reduccionista y compartimentada, y estaba centrado básicamente en las prácticas de movilización intensiva del suelo y en el empleo de abonos sintéticos con alta concentración y solubilidad de nutrientes, sobre todo el paquete NPK (nitrógeno, fósforo y potasio). La doctora Primavesi criticaba esa restringida orientación al NPK, considerando la importancia de los microelementos en la eficiencia productiva y en la sanidad vegetal. Señalaba los pros y contras de las diversas formas y fuentes de nutrientes, su eficiencia y aprovechamiento por las plantas, su reciclaje en el ambiente y sus impactos sobre la biología del suelo. Al tratar este asunto, nos alertaba sobre el hecho de que la fertilidad del suelo no puede ser entendida solo por sus características químicas, ya que estas están intrínsecamente relacionadas con los fenómenos físicos y biológicos. En esa época, cuando la importancia de la dinámica biológica de los suelos estaba casi completamente ignorada por la pedología y edafología convencionales, la doctora Primavesi enfatizó la importancia de la biocenosis (el conjunto de organismos de cualquier especie, vegetal y animal, que coexisten en un espacio definido) en la eficiencia productiva de los sistemas agrícolas en los trópicos, basados en el manejo y reciclaje de la biomasa.

Desde el punto de vista de la perspectiva edáfica, ella nos mostraba las complejas relaciones existentes entre el suelo, la planta y el clima, siendo este último el principal determinante de las características distróficas y de la acidez que predomina en los suelos tropicales. Con esto, reclamaba nuestra atención para diferenciar entre las características climáticas de las regiones más frías y las de los trópicos y subtropicales, estos últimos marcados por lluvias torrenciales con elevada energía cinética y un acelerado intemperismo resultante de la mayor disponibilidad de energía térmica, radiante e hídrica durante buena parte del año. Mediante esta constatación, su principal conclusión es que el manejo de los suelos tropicales debe basarse en los procesos vegetativos y no en las prácticas mecánicas.

Otra contribución conceptual de enorme importancia viene del hecho de que ella nos había alertado que en la naturaleza no existen malas hierbas, pero sí plantas adventicias e invasoras que deben percibirse como indicadores ecológicos de gran utilidad para entender el estado de las calidades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

En 1979, el GAA/ AEASP tuvo el honor de promover el lanzamiento del libro *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*, obra maestra de la edafología brasileira que vendría a revolucionar los conceptos hasta entonces dominantes en Brasil y en América Latina.

Transcurridas más de tres décadas de la expansión del Movimiento de Agricultura Alternativa, que evolucionó hacia el movimiento de la Agroecología, podremos sin duda afirmar que mucho de este avance fue posible gracias a la doctora Ana Maria Primavesi.

Manoel Baltasar Baptista da Costa
Profesor de Agroecología
Universidad Federal de São Carlos, Campus Araras
Correo electrónico: baltasar@uol.com.br