



LEISA
Revista de Agroecología
Setiembre 2003 - volumen 19 no. 2

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

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

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

Suscripciones LEISA Revista de Agroecología

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

Las suscripciones provenientes de organizaciones y personas individuales de América Latina y otros países del Sur son, por ahora, gratis hasta que se establezcan las normas que posibiliten el pago, en moneda local, del equivalente a US \$10.00 por la suscripción a 4 números anuales. Para las instituciones y empresas internacionales con sede matriz en Europa Occidental, EE.UU. de Norte América, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, el costo de suscripción por 4 revistas anuales es de US \$40. Para las personas individuales de estos países, el costo de la suscripción anual es de US \$ 25. Al momento de recibir la solicitud de suscripción se indicará la forma de pago.

Equipo Editorial de LEISA-América Latina

Teresa Gianella-Estrems
 Jorge ChavezTafur
Editor invitado:
 Mourik Bueno de Mesquita, GESAAC, Perú

Base de datos de suscriptores

Cecilia Jurado

Página web de LEISA-América Latina

Jorge ChavezTafur

Impresión

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

Financiamiento

LEISA Revista de Agroecología 19-2, ha sido posible gracias al apoyo de DGIS, Países Bajos

Foto de portada

Anita Ingevall

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 necesario la reproducción total o parcial de algunos de estos artículos, no olviden mencionar como fuente a LEISA Revista de Agroecología y enviar una copia de la publicación en la que han sido reproducidos.

ISSN: 0920-8771
Biblioteca Nacional del Perú
Depósito Legal: 2000-2944



5 Manejo del suelo en sabanas semiáridas

Joseph Mwalley y Johan Rockström

En el África subsahariana, el 40 por ciento de la tierra de cultivo está localizado en las sabanas semiáridas y las secas subhúmedas.

Sorprendentemente, a pesar de la frecuente escasez de agua, en la mayoría de los años existe agua en cantidad más que suficiente para producir un buen cultivo. El problema es que se pierden grandes volúmenes de agua a través de su evaporación del suelo, de la escorrentía superficial y la percolación profunda, debido a una combinación entre la lluvia tropical intensa y un mal manejo del suelo. Por el campo del agricultor pasa, sin contribuir al desarrollo del cultivo, un promedio de 70 a 85 por ciento del agua de lluvia. En los climas tropicales cálidos y secos el arado convencional -con el cual se voltea el suelo- contribuye fuertemente a la rápida pérdida de materia orgánica, compactación y formación de costras. La Agricultura de Conservación o Labranza de Conservación, puede ofrecer una oportunidad para revertir este proceso. Este artículo presenta experiencias de ensayos conducidos por agricultores con técnicas de Agricultura de Conservación en Tanzania.



19 Pueblos «a prueba» de sequías

Zhu Qiang y Li Yuanhong

La provincia de Gansu es una de las áreas más pobres y secas de China. Las sequías y las rachas de tiempo muy seco son extremadamente comunes en esta zona montañosa, donde la gente depende, principalmente, de la agricultura de secano para su subsistencia. Desde finales de la década de 1980, en el área se ha desarrollado un proyecto para suministrar agua para el uso doméstico y para el riego. Un sistema de cosecha de agua de lluvia simple y al alcance de la población, combinado con un enfoque integral para mejorar la producción agrícola, ha tenido un impacto positivo en la vida de los agricultores de Gansu.



ILEIA es el Centro de Investigación e Información sobre Agricultura Sostenible de Bajos Insumos Externos en los trópicos. ILEIA busca promover la adopción de la agricultura ecológica a través de la revista LEISA y de otras publicaciones. También mantiene un centro especializado de información y una página web informativa e interactiva (<http://www.ileia.org>). Esta página web permite también el acceso a muchas otras fuentes de información sobre el desarrollo de la agricultura sostenible.

LEISA Revista de Agroecología contiene una selección de los artículos de la edición internacional considerados de interés para los lectores de la región, y también artículos que son contribuciones directas de autores latinoamericanos. La revista ha tomado su nombre de la edición internacional en inglés LEISA (Low External Input Sustainable Agriculture), que significa agricultura sostenible de bajos insumos externos. LEISA es un concepto, un enfoque y un mensaje político.

13 ¿Qué hemos aprendido?

Roland Bunch y Gabino López



Este artículo echa una mirada retrospectiva a siete años de acción-investigación con pequeños agricultores realizada por COSECHA, una ONG hondureña). El propósito de esta investigación fue el desarrollar tecnologías de manejo del agua que pudieran ser adoptadas por agricultores individuales que estuviesen cultivando una hectárea o menos. En COSECHA optaron por esta meta debido a que se había realizado gran cantidad de investigación de sistemas multi-familiares más grandes, pero parecía existir una falta de investigación

sobre las tecnologías que una familia individual podía adoptar espontáneamente. Los autores señalan: «Nos auto limitamos a tecnologías que costaran menos de US\$ 50, por tecnología y por agricultor y hemos trabajado duro para bajar aún más los costos. Nuestro trabajo ha sido llevado a cabo en zonas de ladera, donde vive la mayoría de pequeños agricultores hondureños.»

23 Reflexionando sobre el desarrollo y difusión de 'atajados' o estanques en Bolivia

Michiel Verweij

Muchas iniciativas han contribuido al desarrollo de la tecnología de «cosecha de lluvia en estanque» y a su aceptación en cada vez más comunidades en Bolivia. Los estanques no son nuevos en este país, en el pasado estuvieron asociados con los ranchos ganaderos de gran extensión, en las tierras bajas de Santa Cruz. Sin embargo, también se encuentran vestigios de estanques tradicionales en toda la región montañosa semi-seca interandina, entre los 1000 y 3000 m.s.n.m.. Estos estanques eran simples, utilizados mayormente como abrevaderos del ganado, y generalmente tenían una capacidad de almacenamiento de menos de 500 m³. Eran construidos por personas u organizaciones del lugar y se mantenían como una iniciativa local.



4 No se puede desperdiciar ni una gota de agua

Editorial

suelos y conservación de agua

5 Mejorando la humedad del suelo con agricultura de conservación

José Benites y Antonio Castellanos

7 Manejo del suelo en sabanas semiáridas

Joseph Mwalley y Johan Rockström

10 Conservando el agua para aumentar los beneficios en sistemas hortícolas de ladera

Juan José Brito Borges, María Elena Morros, Wilmer José Armas

13 ¿Qué hemos aprendido?

Roland Bunch y Gabino López

cosecha de agua

16 Manejo ecológico de recursos hídricos en el semiárido brasileño: lecciones del agreste paraibano

Paulo Petersen y José Camêlo da Rocha

19 Pueblos "a prueba" de sequía

Zhu Qiang y Li Yuanhong

22 Tanques de agua esféricos

Gedion Shone

23 Reflexionando sobre el desarrollo y difusión de 'atajados' o estanques en Bolivia

Michiel Verweij

usos en sistemas de riego

25 Reintroducción del agroecosistema de los waru waru

Alipio Canahua Murillo y Raúl Ho

28 Cosecha del agua y participación organizada de la comunidad en Cullpe

Eduardo López Ayala, Catherine M. Hirbour

30 Fundo Shaja

Mario Salcavilca

31 Experiencia del Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA) en la parte alta de la cuenca del río Lurín

Manuel Inga

32 Fuentes

34 Páginas web

ESTIMADOS LECTORES

El agua es un recurso natural del cual depende la vida y la producción de alimentos. En el momento actual nos encontramos ante el reto de revertir el proceso de escasez por factores tales como el incremento de la población y la creciente urbanización, así como por la deforestación y la contaminación de las fuentes y cursos de agua, tal como lo comenta nuestro editor invitado, Mourik Bueno de Mesquita, con una larga experiencia en riego en América Latina, en especial en los Andes. En este número sobre el problema de la escasez de agua y la agricultura, hemos organizado los artículos según el enfoque de su contenido, así tenemos tres categorías: **suelos y conservación de aguas; cosecha de agua; usos en sistemas de riego.**

Pedimos disculpas a los autores, cuyos artículos no han podido ser publicados en esta edición 19-2, pues por razones editoriales hemos vuelto, con este número, a nuestro formato habitual de 36 páginas (incluyendo tapa y contratapa). El hecho de dejar de publicar algunas contribuciones interesantes, nos hace reflexionar sobre la importancia de poder ampliar el número de páginas de la revista y por ello, tal como lo anunciáramos en el número anterior: 19-1 de junio 2003, estamos enviando adjunta una **encuesta de opinión** sobre LEISA Revista de Agroecología. Como ya lo hemos dicho anteriormente el criterio y opinión sobre el contenido, futuros temas a tratar por la revista y calidad de la presentación son muy importantes para este proceso de ampliar la difusión de las experiencias de la agroecología en América Latina.

En este número no hemos tratado los aspectos sociales del manejo de agua para la agricultura. Esto será el tema del último número de 2003: LEISA 19-3 «**Acceso y control sobre los recursos**».

No se puede desperdiciar ni una gota de agua

Editorial

Es un hecho internacionalmente reconocido que el mundo enfrenta una seria crisis del agua. El ciclo del agua es afectado y alterado por el cambio climático, el efecto invernadero, la disminución de las reservas en glaciares y nieves perpetuas de alta montaña, el deterioro de la capacidad de captación y almacenamiento de las cuencas hidrográficas, a causa de la degradación de los suelos y la pérdida de la cobertura vegetal, que genera períodos de sequías o inundaciones temporales. Las lluvias son cada vez menos predecibles y el cambio climático está afectando el patrón de precipitaciones pluviales a nivel global; según algunos criterios, esto puede conducir al incremento de la temperatura y mayor escasez de agua en las zonas áridas del mundo.

Por otro lado, la presión sobre la disponibilidad del agua dulce de calidad, agravada por las múltiples formas de contaminación, ha generado una situación de deterioro y escasez que impide la satisfacción de la demanda proveniente de los diferentes tipos de usuarios del agua, tanto urbanos como rurales, incluyendo al ambiente y la misma naturaleza también como «usuarios».

A nivel mundial, la agricultura de regadío utiliza la mayor cantidad del agua disponible (75%), seguida por el uso con fines de generación de energía, el uso industrial, minero y el uso doméstico. Sin embargo, en el ámbito territorial de una cuenca, el consumo humano de agua potable y el consumo con fines industriales en las ciudades y centros poblados compiten fuertemente con la agricultura por el acceso a fuentes de agua.

El consumo humano del agua, en las ciudades, y para fines industriales y mineros, contamina los ríos con desagües, aguas servidas y relaves de mineral que afectan los cursos de agua en las partes más bajas de las cuencas o microcuencas. Actualmente el 50 % de la población mundial tiene insuficiente acceso al agua potable de calidad y el 60 % de las enfermedades en los países pobres tienen como causa el uso de agua de mala calidad o con saneamiento deficiente, que ocasiona la muerte a 2.2 millones de personas al año.

En América Latina, de México a Argentina, desde las costas del Pacífico, pasando por los páramos o las montañas y valles interandinos, el altiplano, la ceja de selva, las yungas y la amazonía, o más al sur, el Chaco, y llegando a la costa atlántica se presentan - con diferentes grados de envergadura- los problemas de la escasez de agua, la contaminación, el deterioro ambiental y los crecientes conflictos entre los diferentes usos y usuarios del agua.

La agricultura en América Latina es, en su mayor parte, de secano, o dicho de otra manera, «bajo lluvia», tanto en las zonas con precipitaciones por encima de 1.000 mm/año como en las zonas áridas de 200 hasta 600 mm/año. El riego es, en general, complementario o suplementario y ocupa normalmente un espacio menor, hasta 10 %. En otras zonas de la región la agricultura es solamente posible «bajo riego», como por ejemplo en la desértica costa del Perú y norte de Chile. En ciertas partes de alguna manera se aprovecha la humedad de las neblinas o las lluvias en años del fenómeno de El Niño. También la zona de El Chaco, entre Bolivia y Argentina, depende del riego y la cosecha del agua.

En realidad, deberíamos prestar más atención al manejo de la humedad y la conservación en el suelo del agua proveniente de la precipitación pluvial, así como preocuparnos por recuperar o innovar las tecnologías de recolección y cosecha de agua, que concentrarnos sólo en las grandes irrigaciones con grandes obras de infraestructura hidráulica, que son parte del enfoque y modelo de la Revolución Verde y que en su mayoría afronta múltiples problemas de manejo, administración, distribución, operación y mantenimiento, drenaje y es causante de la salinización de suelos, así como de una muy baja rentabilidad y muy lenta, o casi nula recuperación de las altas inversiones que requieren, más aún

cuando se trata de reservorios de gran envergadura y en proceso acelerado de sedimentación.

Los diferentes artículos que presenta esta edición de LEISA Revista de Agroecología, demuestran y ratifican que los principios básicos y las medidas para un manejo del suelo que permitan retener la humedad, mejorar la infiltración y conservar agua, pueden contrarrestar los efectos negativos de la escasez de lluvias en los cultivos y disminuir los riesgos de la pérdida de cosechas además de mejorar la productividad y aumentar los rendimientos con efectos económicos a nivel familiar.

En América Latina, así como en el resto del mundo, se han desarrollado múltiples formas y tecnologías de cosecha de agua y varios artículos demuestran aquí que, en la actualidad, éstas se siguen practicando e innovando. Pequeños reservorios, pozos, tuberías, bombas manuales ingeniosas, elaboradas a partir de materiales y tecnologías locales, muestran que contar con agua de reserva en momentos claves del desarrollo del cultivo salva cosechas, mejora rendimientos y genera beneficios e ingresos para las precarias economías campesinas. Incluso hay ejemplos de aplicaciones de cosecha de agua, no sólo a nivel de familias emprendedoras, sino a gran escala para todo un pueblo, lo que exige niveles mayores de organización, gestión y asistencia técnica.

En realidad, son tecnologías mucho más accesibles y económicamente factibles para los pequeños agricultores, con capacidad de gestión colectiva para el acceso, recolección y canalización del agua, con lo que se obtiene impactos mayores que muchos proyectos de infraestructuras de agua diseñadas y construidas por instituciones públicas o privadas, a menudo de manera impositiva. Solamente cuando la oferta institucional externa se desarrolla e implementa sobre la base del saber y la participación de la población campesina se logran innovaciones efectivas. Cada tecnología es el resultado de procesos de experimentación e innovación individual o colectiva, como proceso de construcción social y aprendizaje que se logra rescatar y actualizar. Es esta capacidad de experimentación, innovación, socialización e interaprendizaje, facilitado y fortalecido por instituciones públicas y privadas, el motor detrás de todos los ejemplos y experiencias presentados en este número.

Particularmente el desarrollo de pequeños sistemas de riego muestra que no es la infraestructura física, por más inteligentemente que haya sido diseñada, lo que determina la efectividad y éxito del uso del agua, sino la capacidad de los usuarios para gestionar el sistema, y ponerse de acuerdo para el acceso y distribución del recurso hídrico, así como para desarrollar una organización sólida, mejorar las técnicas de riego a nivel de parcela (manejo del agua y suelo en la parcela, y riego por aspersión y goteo) e innovar y diversificar los sistemas de producción familiar con miras a mejorar la seguridad alimentaria propia y las relaciones con el mercado local y regional. Las innovaciones con riego por aspersión tienen particular importancia por la urgencia de buscar aplicaciones de agua de riego con mayor eficiencia y porque esta tecnificación del riego implica innovaciones a nivel individual y cambios en la gestión social del agua.

Igualmente, la recuperación de la tecnología del sistema de camellones o 'waru waru' en el altiplano de Perú, como agrosistema que integra la cosecha de agua, el riego, la labranza mínima, el manejo de la humedad y fertilidad del suelo, la experimentación campesina, y la articulación a mercados locales o nuevos, nos enseña que el desarrollo tecnológico del manejo del agua, suelo y agrosistema es un proceso de interaprendizaje y construcción social de décadas que implica una visión de gestión territorial y requiere asistencia técnica y facilitación de procesos sociales; un rol que muchas instituciones públicas y privadas pueden y deben mejorar todavía.

Mourik Bueno de Mesquita
Editor invitado

Mejorando la humedad del suelo con agricultura de conservación

José Benites y Antonio Castellanos

Una precipitación pluvial irregular o insuficiente puede ser una seria limitación para la producción agrícola, causando bajos rendimientos o incluso el fracaso del cultivo. Esto es especialmente cierto en tierras secas, donde los niveles de productividad son generalmente muy bajos. En la mayoría de los casos, se puede hacer mucho para mejorar la eficiencia del uso de la precipitación. La Agricultura de Conservación es una manera de mejorar el manejo de la humedad del suelo.

Manejo de la humedad del suelo

Una causa significativa de la baja producción y el fracaso del cultivo en la agricultura de secano es la falta de agua en el suelo. Esto se debe a la combinación de una lluvia escasa y errática con una mala utilización del agua disponible. El manejo de la humedad del suelo es, entonces, un factor clave cuando se trata de mejorar la producción agrícola.

El incremento de la cantidad de agua almacenada en el suelo puede dar por resultado:

- Rendimientos más altos (si también existen suficientes nutrientes).
- Reducción del riesgo de pérdidas debido a la sequía.
- Recarga del agua subterránea, asegurando el nivel del agua en los manantiales y la continuidad de los flujos de ríos y cursos de agua.



La compactación sub-superficial por labranza continua ha devenido en degradación estructural y escorrentía

Foto: T.F. Shaxson

Como es poco lo que se puede hacer para incrementar la cantidad o la frecuencia de las precipitaciones, deberíamos enfocarnos al mejoramiento de la captación de lluvia, la disponibilidad de agua en el suelo y la eficiencia de su uso en las tierras de agricultura de secano. Esto significa que debe aumentarse la cantidad de agua que ingresa al suelo (infiltración) y reducirse la pérdida de humedad a través de la escorrentía y evaporación. Una mayor cobertura y mejor manejo del suelo pueden ayudar a lograr esto. El suelo debe ser perturbado lo menos posible, protegido con una cobertura permanente, y su contenido de materia orgánica debe ser incrementado.

La caza del tesoro en tierras secas

Cuando la lluvia cae a la superficie del suelo, parte de ella se filtra en el suelo, y al fluir a través de éste recarga el agua subterránea. Otra parte discurrirá como escorrentía superficial y la restante se evaporará directamente de la superficie desprotegida del suelo y de las hojas de las plantas.



Una costra superficial delgada causada por el impacto de las gotas de lluvia sobre un suelo desnudo con pobre estructura

Foto: T.F. Shaxson

La cantidad de agua que puede ser mantenida en el suelo y estar disponible para el uso del cultivo no sólo está determinada por la cantidad de lluvia que cae, sino también por las propiedades químicas y físicas del suelo. Cuando la mayoría de la gente piensa sobre el suelo, piensa en la parte sólida. Pero los poros, o la estructura del suelo son igualmente importantes.

Los suelos difieren en su capacidad para retener el agua y hacerla disponible para los cultivos. Esto depende de:

- La textura del suelo (las proporciones de arena, limo y arcilla)
- La profundidad del suelo (los suelos delgados sostienen menos agua que los suelos profundos)
- La estructura del suelo (el espacio entre partículas: poros)
- El contenido de materia orgánica (una mayor cantidad de materia orgánica significa que puede retener más agua)
- La actividad biológica (los agujeros que dejan las lombrices de tierra, por ejemplo, aumentan significativamente la posibilidad que el agua ingrese al suelo).

Porosidad

El número, tamaño y conexiones entre los poros juegan un papel crucial en la determinación de la cantidad de agua que puede infiltrarse en el suelo, y de la cantidad de agua que el suelo puede absorber, sostener y proveer a las plantas.

Es importante tener interconectados muchos poros de un rango amplio de tamaños, particularmente en la superficie del suelo. Esto mejora la infiltración, reduce la escorrentía y beneficia el desarrollo del cultivo.

El número, el tamaño y la conexión entre los poros del suelo varían de acuerdo al tipo de suelo y la manera en que éste es manejado. Poco se puede hacer por el tipo de suelo, pero un buen manejo de la tierra puede tener un gran impacto en la restitución, mejoramiento y protección de la porosidad del suelo. Esto, a su vez, incrementará el contenido del agua del suelo disponible y los poros interconectados minimizarán cualquier riesgo potencial de anegamiento.

Estrés hídrico del cultivo

El estrés hídrico del cultivo se da cuando la planta no puede extraer agua del suelo a través de sus raíces a la misma velocidad con la que pierde humedad de la superficie de sus hojas. Para asegurar que los cultivos sean capaces de utilizar la lluvia disponible, debemos entender el por qué de una pobre estructura del suelo, tanto en la superficie como debajo de ella.



Diferentes niveles de infiltración bajo labranza cero (izquierda) y labranza convencional (derecha)

Foto: Bruce Radford

El impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie de un suelo desnudo labrado intensivamente puede producir el sellamiento de la superficie y la formación de costras, lo que disminuye la porosidad y limita el nivel de infiltración, propiciando el incremento de la escorrentía. Esta última es responsable de la erosión del suelo y de las crecientes fluviales, que sobrepasan los cauces normales. Sin embargo, esto es una consecuencia de la degradación del suelo, no una causa primaria. Estructuras físicas, como las terrazas o los surcos en contorno, disminuyen la escorrentía y protegen al suelo de la erosión, pero no resuelven el problema de su degradación en la medida que no incrementan la porosidad.

Cualquier tipo de tránsito por el campo, ya sea de la maquinaria, el arado, o las pisadas humanas y de animales, puede agregarle presión al subsuelo, especialmente cuando el suelo está húmedo. La presión destruye los espacios porosos, en particular el espacio poroso intercomunicado. El suelo se compacta y la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua se reduce. Las raíces de las plantas tienen dificultad para penetrar el suelo compactado y sus sistemas radiculares no desarrollan bien.

La labranza, en particular el voltear el suelo por medio del arado, también puede causar una disminución de la fertilidad del suelo. Esto reduce el contenido de materia orgánica y tiene un efecto negativo sobre la actividad biológica, por ejemplo, destruyendo las galerías formadas por las lombrices de tierra.

El papel de la Agricultura de Conservación

Los cuatro principios básicos de la Agricultura de Conservación pueden ayudar a lograr y mantener un suelo biológicamente rico, con buena capacidad de absorción. Estos cuatro principios son:

a. Mantenimiento de una cobertura permanente del suelo

Una cobertura permanente del suelo, ya sea con residuos vegetales o cultivos en desarrollo, protege la superficie del efecto negativo del impacto de las gotas de lluvia. Esto reduce la formación de costras y la susceptibilidad a la erosión, y mejora la porosidad en la superficie. También reduce la pérdida directa de agua por la evaporación que se produce en las capas superiores del suelo, estableciendo mejores condiciones para la conservación de la humedad. También mantiene un suministro de alimento continuo para los organismos del suelo, desde microbios hasta gusanos.

b. Minimización de la perturbación mecánica del suelo

Eliminar o reducir la labranza, significa que el suelo no es perturbado y que se evita la pérdida de humedad y la compactación que sigue a la labranza. Esto incrementa la infiltración y la percolación del agua a través del suelo, conduciendo a un mejor desarrollo radicular y al crecimiento del cultivo. También se reduce la descomposición de la materia orgánica y la consecuente pérdida de humedad por evaporación. Algunas veces se requiere solamente una descompactación para que el suelo vuelva a una mejor condición de inicio. Uno de los impactos más importantes de la minimización de la perturbación del suelo es que esto mejora las condiciones de vida de los organismos benéficos y, con ello, mejora su actividad. Las raíces de los cultivos y los organismos del suelo son responsables de la creación de una red de poros intercomunicados. Estos organismos llevan a cabo la labranza biológica y con ello mejoran la estructura del suelo. Además, la actividad biológica asegura que los residuos de los cultivos sean incorporados al suelo.

c. Control del tránsito en el campo

Es vital asegurar que el tránsito en el campo siga caminos permanentes. De esta manera, la compactación del suelo se restringe a áreas de-

terminadas, año tras año. Cuando esto se combina con la labranza cero o reducida, el resto del campo queda libre de compactación. La porosidad del suelo y la infiltración de agua se maximizan, los gusanos y otros animales del suelo prosperan y no se pierde materia orgánica sino que ésta llega a unirse e integrarse con el suelo. El impacto global es un sistema edáfico productivo, capaz de mantener cultivos en condiciones secas debido al mejor almacenamiento de agua en el suelo, al enraizamiento profundo de los cultivos, a la actividad biológica y al alto contenido de materia orgánica.

d. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos y el uso de cultivos de cobertura para incrementar la materia orgánica del suelo reducen la erosión y devuelven la diversidad biológica al suelo. La rotación de diferentes cultivos, con sus diferentes sistemas radiculares, optimiza la red de canales de las raíces, propiciando el incremento de la penetración del agua y la capacidad del suelo para el mantenimiento de la humedad, así como una mayor disponibilidad de agua para uso del cultivo, en suelos más profundos. La rotación de cultivos también mejora la diversidad biológica y ayuda a reducir el riesgo de brotes de plagas y enfermedades.

Monitoreando la humedad del suelo

No podemos predecir cuánta lluvia caerá durante el período de crecimiento. Es posible, sin embargo, conocer cuánta agua existe en el suelo, disponible para la planta antes de la siembra. Saber cuánta agua hay disponible para la planta en el suelo puede ayudar a tomar una sabia decisión sobre qué cultivo sembrar.

Se pueden hacer mediciones del contenido del agua del suelo con una variedad de equipos, pero la mayoría de los agricultores tendrán que hacer una estimación basada en el tacto y apariencia de su suelo. Esto variará según la textura y el contenido de humedad del suelo, pero con experiencia, la humedad puede ser estimada con una precisión aproximada de 95 por ciento.

Alternativamente, puede efectuarse una prueba de la humedad del suelo para determinar la cantidad de agua que está disponible para las plantas. Ésta es estimada a partir de la profundidad de la calicata. Sin embargo, sus resultados tienen que ser interpretados de acuerdo a la textura del suelo.

Conclusión

Los cuatro principios básicos de la Agricultura de Conservación trabajan juntos para crear un suelo que tenga una mayor capacidad de absorción del agua de lluvia. A pesar de que no existe una sola receta que se adecue a todas las condiciones, la Agricultura de Conservación mejora la condición física y biológica del suelo. Un suelo que es poroso, absorbente y rico en materia orgánica y actividad biológica es capaz de soportar un máximo de producción de cultivos por cada gota de agua que recibe. ■

José R. Benites y Antonio Castellanos

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

Email: Jose.Benites@fao.org; Antonio.Castellanos@fao.org
<http://www.fao.org/landandwater>

Referencias:

- Barber, R.G. 1998. **Linking the production and use of dry-season fodder to improved soil conservation practices in El Salvador**. En: **Towards sustainable land use: furthering co-operation between people and institutions**. (eds.: H.P. Blume, H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, D. Reij & K.G. Steiner). Vol. II. Advances in Geocology 31: 1311-1317, Reiskirchen: Catena-Verlag.
- McGarry, Des., 2000. **Optimising soil structure condition for cropping without tillage**. Soil and Tillage Conference Paper. ISTRO, julio 2000.
- FAO, 1999a. **New concepts and approaches to land management in the tropics with emphasis on steeplands**. FAO Soils Bulletin No. 75. FAO, Roma. 125 pp.
- FAO, 2003. **Optimizing soil moisture for plant production; the significance of soil porosity**. Por T.F. Shaxson y R.G. Barber. FAO, Roma. Por publicarse.
- Shaxson, T.F., 2001. **Soil moisture conservation**. En Vol.1 de: **Conservation Agriculture, a worldwide challenge**. (eds.: L. García-Torres, J. Benites, A. Martínez-Vilela). Córdoba (España): XUL Publishers. 2 vols.

Manejo del suelo en sabanas semiáridas

Joseph Mwalley y Johan Rockström

En el África subsahariana, el 40 por ciento de la tierra de cultivo está localizado en las sabanas semiáridas y las secas subhúmedas. Estas áreas se caracterizan por la extrema variabilidad de la precipitación pluvial y la gran intensidad de las tormentas. La precipitación fluctúa entre los 400 y los 900 mm y se concentra en una breve estación lluviosa, que dura sólo de tres a cuatro meses, cuando todos los cultivos se hallan en crecimiento. Es en estos sistemas agrícolas que vive la mayoría de los agricultores de escasos recursos, y es aquí donde la cosecha de agua puede hacer una gran contribución al mejoramiento de los medios de subsistencia.

Sorprendentemente, a pesar de la frecuente escasez de agua, en la mayoría de los años existe agua en cantidad más que suficiente para producir un buen cultivo. El problema es que se pierden grandes volúmenes de agua a través de la evaporación del suelo, de la escorrentía superficial y la percolación profunda, debido a una combinación entre la lluvia tropical intensa y un mal manejo del suelo. Por el campo del agricultor pasa, sin contribuir al desarrollo del cultivo, un promedio de 70 a 85 por ciento del agua de lluvia. En los climas tropicales cálidos y secos el arado convencional -con el cual se voltea el suelo- contribuye fuertemente a la rápida pérdida de materia orgánica, compactación y formación de costras. La Agricultura de Conservación o Labranza de Conservación, puede ofrecer una oportunidad para revertir este proceso. Este artículo presenta experiencias de ensayos conducidos por agricultores con técnicas de Agricultura de Conservación en Tanzania.

Los sistemas agrícolas con mínima o ninguna labranza han sido adoptados a gran escala por los agricultores de América Latina, América del Norte y algunas partes de Asia. Estos sistemas dependen mucho del uso del 'mulch' o mantillo orgánico, que contribuye a mantener las capacidades del suelo para la infiltración y retención del agua. Pero esto requiere un medio ambiente que pueda mantener un crecimiento de biomasa considerable. En las sabanas semiáridas, simplemente no hay disponibilidad de biomasa para asegurar la aplicación de 'mulch' durante todo un año. En estas áreas, entonces, la Agricultura de Conservación adquiere un enfoque diferente. Aún más, la meta es minimizar la perturbación del suelo, pero los agricultores en lugar de aplicar una labranza mínima o no hacer ninguna (labranza cero), usan roturadores y arados subsoladores, lo que les permite abrir partes del suelo para la infiltración del agua de lluvia. En este contexto, la Agricultura de Conservación es un sistema de cosecha de agua que integra la conservación de este recurso y el mejoramiento del suelo.

Adaptación de la tecnología conducida por el agricultor

En el nordeste de Tanzania, en las sabanas semiáridas de los distritos de Arusha, Arumeru y Babati, décadas de arado han ocasionado una severa degradación de la tierra, y en algunos lugares, incluso, la desertificación de tierras anteriormente fértiles. Los agricultores comerciales de la región han adoptado prácticas de Agricultura de Conservación durante la última década, abandonando el arado de disco por arados de cincel tirados por tractor, con el fin de cosechar agua. Sin embargo, no han habido alternativas de labranza de conservación asequibles a los pequeños agricultores. En 1998, el Programa Piloto de Conservación del Suelo y Agroforestería de Arusha (Soil Conservation and Agroforestry Pilot Programme Arusha - SCAPA)

estableció una asociación entre agricultores y extensionistas para la introducción y adaptación de prácticas simples de Agricultura de Conservación de bajo costo, y para formar capacidades para ello.

Los agricultores se mostraban muy escépticos al inicio. El abandonar el arado, fundamento mismo de la labranza, era una idea completamente extraña que parecía ser muy drástica. Sin embargo, la crisis agraria que afrontaban los agricultores de esta zona hizo que fueran muy receptivos a nuevas ideas. Se realizaron reuniones con los agricultores para discutir el flujo del agua en la agricultura y las causas de la escorrentía, con énfasis particular en los efectos de la compactación del suelo y la disminución de la materia orgánica debidos al arado convencional y a la remoción de los residuos de cultivos.

Luego, se introdujo a los agricultores en los principios de la Agricultura de Conservación. Se hicieron demostraciones de nuevos implementos, incluyendo un roturador a tracción animal (ver Figura 1 y 2) y un arado subsolador. La Agricultura de Conservación fue explicada y discutida con los agricultores, señalando los impactos de ésta sobre la programación de las operaciones: el desyerbe, el manejo de la fertilidad, el 'mulching', los cultivos de cobertura, el manejo de plagas, la cosecha y el manejo post-cosecha.

Los agricultores quisieron probar si esta nueva práctica de labranza realmente funcionaba. Como resultado, diseñaron una serie de sistemas de producción con Agricultura de Conservación, para ser puestos a prueba. Se establecieron pequeñas porciones de terreno experimental en los campos de unas diez fincas, para allí probar tres sistemas principales de producción: (1) Agricultura de Conservación basada en la roturación a tracción animal usando, solamente el primer año, un arado subsolador en un suelo seriamente degradado; (2) Agricultura de Conservación basada en un sistema manual usando azadones de mano para cavar pequeños hoyos de siembra; y (3) el uso convencional del arado de vertedera tirado por animales (práctica usual de los agricultores).

Los agricultores estuvieron muy interesados en conocer el efecto de la mejora de la cosecha de agua a través de los cambios en las prácticas de labranza, así como también el de combinar la cosecha de agua con el manejo de la fertilidad del suelo, donde la Agricultura de Conservación permite una mejor aplicación del estiércol y los fertilizantes a lo largo de los surcos de siembra abiertos por el roturador. Para hacer esto los agricultores decidieron probar los dos sistemas de labranza: arado convencional y prácticas de Agricultura de Conservación, ambos con y sin aplicación de fertilizante.

Con el fin de investigar los efectos de un cultivo de cobertura, se agregó al experimento un ensayo de Agricultura de Conservación con *Dolichos lablab*, una planta leguminosa trepadora que es un cultivo de cobertura favorito entre los agricultores. Sus frutos, los frijoles dólicos o zarandajas, son vendidos en los mercados de Arusha. En las parcelas de demostración de la Agricultura de Conservación, las mujeres que participaban en los ensayos monitorearon la precipitación pluvial y documentaron las necesidades de trabajo. Debido a que la roturación requiere menos potencia animal de tracción, es posible la preparación de la tierra antes del comienzo de las lluvias; una circunstancia crítica en las regiones semiáridas donde el 25 por ciento de la lluvia de una estación puede caer durante las pocas primeras tormentas. Por esto, todos los sistemas de Agricultura de Conservación fueron sembrados en seco. En las líneas roturadas permanentemente para la siembra se aplicó estiércol y roca fosfórica, procesada localmente. El fertilizante nitrogenado, en baja cantidad (30 kg N/ha), se apli-

có dos veces: la primera vez, antes de la siembra, y la segunda, como abonamiento superficial aplicado de cuatro a cinco semanas después del brote del cultivo.

El desyerbe es una preocupación principal en los sistemas de Agricultura de Conservación, en particular durante los primeros años. Sin arado para suprimir las malezas, su control se convirtió en un dilema para los agricultores. El control de malezas fue discutido extensamente y, al último, se acordó que la mejor solución era agregar un tercer desyerbe, al final de la estación, con el propósito de evitar que las semillas de las malezas caigan al suelo. Los agricultores no consideraron el uso de herbicidas, porque son muy costosos.

Los rendimientos y la productividad del agua se incrementan

En cada temporada los resultados de los rendimientos fueron discutidos y analizados con los agricultores. Los rendimientos fueron medidos según la cantidad de bolsas de 90 kg obtenidas por acre (1 acre = 0.40 hectárea), que es la medida de rendimiento mejor comprendida por los agricultores de la zona. Se compartieron experiencias y se hicieron adaptaciones a los ensayos. La práctica convencional del agricultor -solamente aradió por resultado un rendimiento promedio de 1,6 t/ha, lo que constituye un rendimiento superior al de 1 t/ha obtenida, generalmente, por los pequeños agricultores de la región. Sólo por la cosecha de agua posibilitada por la roturación, sin arado y sin manejo de los nutrientes del suelo, se obtuvo un incremento de 60 por ciento en el rendimiento, con un promedio de 2,5 t/

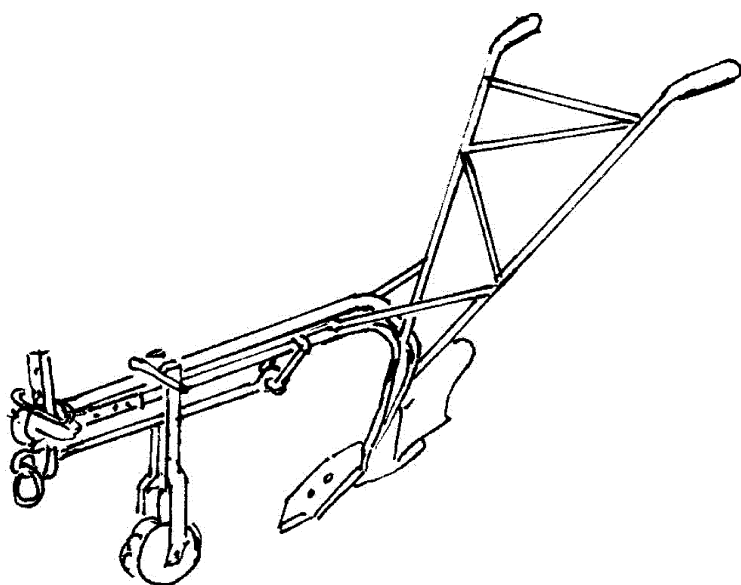


Figura 1: El roturador 'magoye' a tracción animal, adherido al marco del arado normal usado por los agricultores

ha. Aunque muy interesante, este rendimiento producido sólo por la cosecha de agua no fue el óptimo, pero cuando el manejo de la fertilidad del suelo estuvo asociado a la cosecha de agua se pudo experimentar el efecto total de la adopción de la Agricultura de Conservación, con un incremento del 240 por ciento en el rendimiento, alcanzando un promedio de 3,9 t/ha. Los agricultores se entusiasmaron mucho con el efecto sinérgico entre el manejo del agua y el de los nutrientes. La importancia de ambos factores fue demostrada claramente, por el hecho que atendiendo solamente la fertilidad del suelo el resultado fue un nivel de rendimiento casi similar (2,8 t/ha) al obtenido sólo con la cosecha de agua (2,5 t/ha).

Con los hoyos se obtuvo, aproximadamente, el mismo rendimiento promedio que el sistema a tracción animal (3,5 t/ha). Para los agricultores, este fue el sistema preferido. La razón es que el cavado manual de hoyos es barato, no requiere bueyes o nuevos implementos y, sobre todo, les da a los agricultores el control total sobre el uso de insumos valiosos, tales como las semillas, el estiércol y los fertilizantes, en la medida que éstos pueden ser colocados cuidadosamente -a la profundidad perfecta- en cada hoyo de siembra. Los agricultores concuerdan, sin embargo, en que el sistema de formación de hoyos fue muy intensivo en mano de obra comparado con la roturación. En comparación con el arado convencional, la roturación significó un ahorro promedio de 50 por ciento de mano de obra.

Más cultivos por cada gota

Para los agricultores es claro que el principal beneficio de la Agricultura de Conservación, tal como es practicada entre los agricultores experimentadores de Tanzania, proviene del incremento de la cantidad de agua que llega a la zona de la raíz del cultivo. Los agricultores manifiestan que no se observa escorrentía superficial en los campos roturados apropiadamente, mientras que aun en los campos terracedos (todos los ensayos se llevaron a cabo en campos con buenas medidas de conservación del suelo) con suelos arados se produce escorrentía. Para los agricultores, la Agricultura de Conservación se ha convertido en la respuesta a la preocupación común de «qué hacer como alternativa a las terrazas» dado que ellos reconocen que, a pesar de la adopción exitosa de esta medida de conservación del suelo, el impacto en los rendimientos ha sido poco.

El efecto de la cosecha de agua de lluvia de la Agricultura de Conservación puede ser cuantificado estimando la cantidad de cultivo producido por gota de agua. Sólo se producen 2,6 kg de granos por mm de lluvia en el sistema agrícola actual, basado en el arado y en un pobre manejo de la fertilidad del suelo, comparado con los 7,4 kg por mm de lluvia obtenidos a través del sistema de Agricultura de Conservación. Esto indica que la capacidad del cultivo para tomar agua del suelo se ha incrementado. También es probable que la evaporación del suelo haya disminuido como resultado de una mayor cobertura de cultivos.

Sensibilidad de género

La mejora en el rendimiento del cultivo y la cantidad de cultivos por cada gota de agua es importante, pero uno de los mayores beneficios de la Agricultura de Conservación es la mejora en la programación de las operaciones y los ahorros logrados en mano de obra. La roturación se realiza solamente a lo largo de las líneas permanentes de siembra, y el espacio de 80 cm entre las hileras se deja sin intervenir. Esto se traduce en una gran reducción de la cantidad de tracción requerida. La roturación también permite la preparación de la tierra fuera de estación. La práctica actual es que los agricultores esperen a que el suelo esté húmedo antes de arar. En esencia, esto significa que toda el agua de las primeras lluvias se pierda a través de la evaporación, y que el arado se haga en un suelo mojado, lo cual agudiza el problema de la compactación. Al mismo tiempo, esta práctica golpea duramente a los hogares encabezados por mujeres y agobiados por la pobreza, en la medida que estas agricultoras no tienen su propio buey, sino que recurren a sus vecinos para poder arar. El arado es llevado a cabo después que el propietario del buey ha terminado de arar, lo cual ya puede ser muy tarde. Por lo tanto, los cultivos de estas mujeres agricultoras empiezan muy tarde. La roturación cambia las cosas por completo.

Ahora las agricultoras pueden prestarse un buey durante la estación seca, y preparar la tierra mucho antes de que lleguen las lluvias. La siembra de la semilla adelantará de manera importante el inicio del cultivo, lo cual puede significar la diferencia

entre el fracaso total del cultivo y el logro de una cosecha. A medida que se incrementa rápidamente el número de hogares encabezados por mujeres debido al VIH pandémico (Virus de Inmunodeficiencia Humana), esto significa una importante mejora en las prácticas agrícolas.

Sostenibilidad

Los casos de Tanzania descritos arriba, muestran que la Agricultura de Conservación es una estrategia de cosecha de agua muy importante en los esfuerzos por actualizar los sistemas agrícolas de secano semiárido. También entre los pequeños agricultores del distrito de Babati, al sur de Arusha, el uso del arado de cincel tirado por tractor, ha mostrado un incremento progresivo de los niveles de rendimiento y un mejoramiento en la cosecha de agua de lluvia en la última década. En Kenia y Zambia, países vecinos de Tanzania, se han registrado experiencias similares.

El reto a largo plazo es elevar la calidad del suelo a través de una labranza sabia combinada con el manejo apropiado de los cultivos de cobertura y el 'mulching'. En la actualidad, los agricultores de las sabanas semiáridas del África subsahariana tienen grandes dificultades para asegurar una cobertura de 'mulch', debido al efecto combinado de una alta competencia por los residuos de la cosecha, el pastoreo libre post-cosecha y el uso de los residuos como combustible y material de construcción, y otras causas inherentes a este ecosistema como son la baja producción de biomasa, la larga duración de las estaciones secas -hasta ocho meses sin lluvia- y la proliferación de termitas. Aún así, es absolutamente necesario tratar de incorporar al sistema un cultivo de cobertura (preferentemente una leguminosa), con el fin de asegurar una construcción progresiva de las propiedades del suelo. El 'mulch' también es la clave para eliminar las malezas y conservar la humedad. La infestación de malezas es una de las mayores preocupaciones señaladas por los agricultores. Se han introducido cultivadores tirados por animales para el desyerbe y trabajan bien, pero son costosos. Hasta ahora, parece claro que será necesario un desyerbe persistente durante los primeros tres a cuatro años con el fin de reducir progresivamente la infestación de malezas.

La Agricultura de Conservación es mucho más que un simple cambio de implementos. El abandono del arado cambia todos los componentes del sistema agrícola. Esta es la razón por la que se requiere un enfoque de sistemas, en el que todos los aspectos del agua, suelo y cultivo sean atendidos. Los agricultores y los extensionistas necesitan construir las capacidades que permitan tratar las implicancias de un cambio total, desde la actual labranza -basada en el arado convencional- hasta la Agricultura de Conservación. Debe darse un énfasis particular a la capacitación de las mujeres, en la medida que la mayoría de los aspectos de manejo críticos de una Agricultura de Conservación exitosa se relacionan con la oportuna realización de operaciones tales como el desyerbe, el manejo de la fertilidad del suelo y el manejo post-cosecha de los residuos; tareas mayormente ejecutadas por las mujeres. La labranza es importante, pero es un paso relativamente pequeño. Sin embargo, debería notarse que se necesita un esfuerzo serio para entrenar al buey para que camine en línea recta durante la roturación. La roturación es realizada con un yugo más amplio que el del arado ordinario con el fin de asegurar un espaciamiento entre líneas de 75 a 80 cm, lo cual significa que el buey no tiene un surco a seguir o un buey vecino en el que apoyarse.

Los roturadores y sub-soladores son nuevos implementos que no se consiguen fácilmente en el mercado. Los agricultores de escasos recursos necesitan no sólo acceder a implementos de buena calidad, sino que también éstos estén a su alcance. Actualmente, esto constituye un cuello de botella, aunque existen buenas señales de progreso.

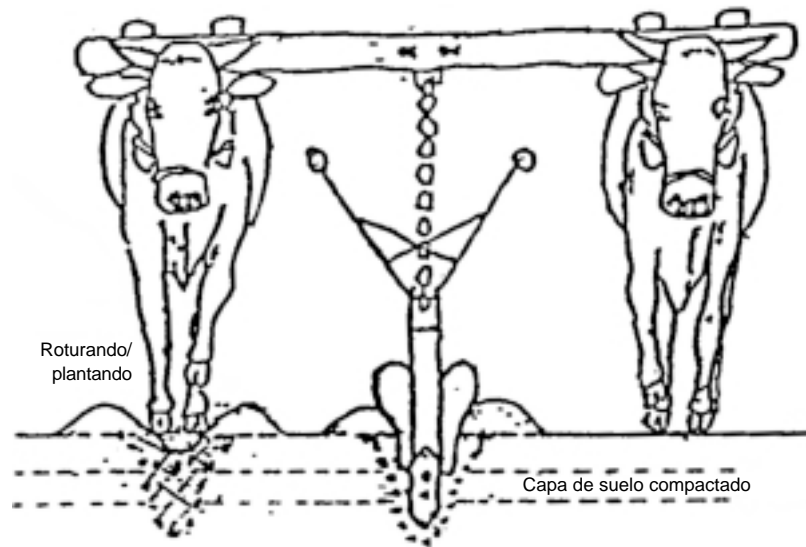


Figura 2: Bueyes llevando a cabo la roturación.

En Kenia, los 'jua-kali', fabricantes locales de implementos agrícolas, han sido capacitados para producir equipamiento para las necesidades de la Agricultura de Conservación. En Tanzania y Zambia existen varios talleres produciendo implementos con propósitos comerciales. Tanto en Kenia como en Uganda, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha apoyado recientemente dos Proyectos de Cooperación Técnica para promover la fabricación de implementos y alentar las prácticas de la Agricultura de Conservación. Estos son desarrollos prometedores, que podrían convertirse en los pasos iniciales de una revolución agrícola para los pequeños agricultores del África subsahariana, y quizás un desarrollo importante de la cosecha de agua en sabanas propensas a la sequía. ■

Joseph Mwalley

Department of Agriculture, Mechanisation Unit, PO Box 3163, Arusha, Tanzania.

Johan Rockström, WaterNet, University of Zimbabwe, PO Box MP 600, Harare, Zimbabwe.

Email: rockstrom@eng.uz.ac.zw

Referencias

- Benites, J., Vanepf, S., y Bot, A., 2002. **Conservation Agriculture: Planting concepts and harvesting good results.** *LEISA Magazine* 18.3, p.6-14.
- Rockström, J., Kaumbutho, P., Mwalley, P., Temesgen, M., 2001. **Conservation farming among small-holder farmers in E. and S. Africa: Adapting and adopting innovate land management options.** In: *Conservation Agriculture, a worldwide challenge.* En: L., García-Torres, J. Benites, A.
- Martínez-Vilela (eds.), **First World Congress on Conservation Agriculture, Volume 1: Keynote Contribution**, 39: 363-374, FAO, Roma, Italia.
- Rockström, J. y Jonsson, L.O., 1999. **Conservation tillage system for dryland farming: On-farm research and extension experiences.** Artículo presentado en la Conferencia Nacional de Manejo de Tierra y Agua KARI, Nairobi, 15-18 de noviembre, 1999.
- Tiffen, M., Mortimore, M. y Gichuki, F., 1994. **More people, Less Erosion – Environmental recovery in Kenya.** ACTSPRESS, African Centre for Technology Studies, Nairobi, Kenia, p.301.

Conservando el agua para aumentar los beneficios en sistemas hortícolas de ladera

Juan José Brito Borges, María Elena Morros,
Wilmer José Armas



Intercambio de experiencias entre productores de la zona alta

Foto: J. Brito

En la zona montañosa del estado Lara, perteneciente a la región Centro-Occidental de Venezuela, se encuentra ubicado el caserío Monte Carmelo a una altitud de 1500 msnm y a 60 km de la capital del estado, Barquisimeto, una ciudad cercana a los 700.000 habitantes. Son áreas de montaña con altas pendientes, suelos de gran fragilidad edáfica, pobres en materia orgánica y con signos evidentes de erosión. Sus habitantes, pequeños productores de hortalizas (papa, cebollín, ajo porro, cilantro, calabacín, etc.) y café, cuentan con un nivel de organización importante; se agrupan en cooperativas y en asociaciones de productores. En el caso de las cooperativas, comparten bienes de producción: tierras, capital y trabajo, y las asociaciones son conformadas por productores individuales, los cuales se asocian fundamentalmente para el mercadeo, crédito y adquisición de insumos. Sus áreas de siembra de hortalizas, son pequeñas unidades de ladera de media a una hectárea, algunas de ellas son propias, siendo común en la zona el arrendamiento o la siembra a medias con otros productores. La preparación de suelos se hace mayormente con tractor, por lo general alquilado; el riego es por aspersión y su manejo implica un tiempo y una frecuencia fija; la práctica de quitar la boquilla del aspersor para regar es común en la zona. Las hortalizas se siembran en hileras sencillas o en melgas en sentido contrario a la pendiente, sin ninguna otra práctica de conservación. Todo esto ha traído como consecuencia el arrastre de la capa arable de los suelos, y por supuesto la pérdida de la fertilidad de los mismos, la cual es percibida por los productores al ver disminuidos los rendimientos de sus cultivos.

En INIA y el grupo «Monte Carmelo», de la cooperativa «La Alianza»

Durante el año 2001, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ente oficial encargado de la investigación agrícola en el país, realizó un Sondeo Rural Participativo en la comunidad Monte Carmelo; como resultado del mismo quedó priori-

zando el problema de deterioro de los suelos en sus lotes de siembra de hortalizas: «Los suelos se están agotando y cada vez son menores los rendimientos». Por otro lado destacó la escasez de agua, que limita el área de siembra. Preocupados por estos problemas se formó un equipo de 8 personas, entre productores de la cooperativa La Alianza y técnicos del INIA, quedando claro que había que emprender acciones en conjunto. Una vez analizada la situación a un nivel de mayor profundidad se detectó que: 1) La disponibilidad del riego es uno de los principales limitantes para la producción agrícola, agravándose durante la época seca (diciembre- abril); 2) En la zona se producen hortalizas durante todo el año, por lo que resulta necesario hacer un óptimo aprovechamiento del agua disponible, para garantizar todo el ciclo del cultivo y tener capacidad de aumentar el área de siembra; 3) El riego es por aspersión, con tiempo y frecuencia fijas en toda la zona, con aspersores operando sin boquillas «para que mojen más», y eficiencias de uso del agua cercanas al 20 por ciento; 4) Los productores se quejan de los gastos tan altos que tienen por concepto del agua, la cual tienen que traer de la quebrada a 180 metros de desnivel y 500 m de distancia, lo que les significa grandes gastos de mano de obra, pero contradictoriamente señalan que su forma de trabajar es: «Mientras más agua tengamos, más agua aplicamos».

Esta situación está acarreado enormes desperdicios de agua, arrastre de los suelos, incremento de los costos de producción, bajos rendimientos de los cultivos y restricción del área de siembra. Pensando en todo ello, se acordó trabajar en equipo «técnicos y productores» para mejorar la eficiencia en el uso del agua, disminuir los costos de producción, evitar el arrastre de los suelos, incrementando de esa forma los rendimientos y garantizando el mantenimiento de las áreas de siembra.

Acciones emprendidas.

En un principio se puso mucho énfasis en acciones de capacitación a los productores, sobre conceptos básicos del manejo del riego. Por iniciativa de los mismos se realizaron talleres sobre el manejo de agua en la zona, definiéndose conjuntamente los temas a tratar. Se utilizó la metodología aprender-haciendo para analizar la importancia de: la prueba de infiltración, la permeabilidad de los suelos, la importancia del uso de las boquillas de los aspersores, la evaluación de la frecuencia y tiempo de riego, entre otros temas. Las pruebas se realizaron en las fincas de los propios productores, con sus cultivos. Posteriormente se hicieron varias reuniones de planificación junto con ellos, para decidir las acciones a desarrollar. Entre las prácticas analizadas se seleccionó el uso de coberturas orgánicas para el control de humedad y protección de los suelos. Durante dos ciclos del cebollín (*Allium cepa* L.) y ajoporro (*Allium ampeloprasum* var Porrum), de 100 días cada uno, se evaluó el efecto de varias coberturas orgánicas sobre el desarrollo y producción de los cultivos. Las coberturas evaluadas fueron: residuos del maíz, cascarilla de arroz y pergamino del café, seleccionadas por los productores por ser materiales de desecho de la zona, o ser fáciles de conseguir, asequibles en cantidad y precios. Los volúmenes aplicados fueron: 35 t/ha de residuos de maíz, 21,6 t/ha cascarilla de arroz y 26,7 t/ha pergamino de café (*Coffea arabica* L.) respectivamente, suficientes para obtener una capa de 1 cm sobre todo el terreno. En la práctica éstas cantidades se manejan fácilmente por tratarse de pequeñas áreas cercanas a media hectárea, sin que representasen costos altos para los productores por ser materiales de desechos de áreas cercanas. Experiencias anteriores de Aponte et al., 1992, utilizando nive-

les de 60, 75, 90 y hasta 105 t/ha de residuos de cosecha, como residuos de maíz (*Zea mays*), de caña de azúcar (*Sacharum officinale* L.), y caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), reportaron mejoras en los rendimientos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) superiores al 50% con referencia al testigo sin cobertura, así como mejoras en el control de malezas e insectos plagas. Igualmente Aponte, 1995, reporta un control efectivo de malezas, hasta por seis meses, en quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millsp), con el uso de residuos foliares de maíz en proporción de 60 a 80 t/ha, y de pergamino de café en cantidades de 30 a 50 t/ha, sola o combinada con 70 t/ha de residuos de caña de azúcar. Nevers, y Reheul, 2003, reportan la utilización de cantidades de 22.5 t/ha de compost proveniente de desechos de jardines y frutas como abono y cobertura orgánica en el cultivo de maíz, y la obtención de óptimos resultados económicos en los rendimientos de materia seca en el silaje de maíz. Durante el desarrollo del cultivo se llevó registro del crecimiento de las plantas y de la humedad del suelo; al final, se estimó el rendimiento por parcela. Estos registros fueron comparados permanentemente con los de la parcela sin cobertura. Igualmente se registraron los gastos que implicó la nueva práctica y, al final, se realizó un análisis de presupuesto parcial de rendimiento. Se realizaron varios talleres con los productores a fin de analizar los resultados obtenidos, para ello se utilizó una matriz de comparación entre las prácticas que tradicionalmente realizan y las nuevas prácticas, haciéndose énfasis en los resultados obtenidos con el manejo tradicional y con las nuevas prácticas. Se reflexionó también sobre los beneficios que dejaron de obtener por no utilizar las nuevas prácticas.

Lecciones aprendidas

Los productores destacaron algunas diferencias visuales que observaron durante el desarrollo de los cultivos en las parcelas donde se aplicó cobertura: «Las plantas se ven más verdes»; «Se facilita el deshierbe, se gasta menos en mano de obra para el control de malezas»; «El tiempo de riego es menor, se mantiene más el agua en el suelo, por lo tanto se gasta menos en riego»; «La cobertura no deja que salga monte».

Los mejores rendimientos se obtuvieron con el tamo de maíz y la cascarilla de arroz, pero de manera general las parcelas con cobertura rindieron más que la parcela sin cobertura (Cuadro 1).

Parcelas Evaluadas	Rendimiento (t/ha)
Maíz	37.8
Cascarilla de arroz	32.3
Pergamino de café	29.5
Parcela sin cobertura	24.3

Cuadro 1 Valores de rendimiento de parcelas de ajoporro (t/ha). Monte Carmelo, estado Lara, Venezuela.

Para la práctica de uso de coberturas orgánicas, se realizó el análisis del presupuesto parcial de rendimiento, considerándose solo los gastos que varían al utilizar la nueva práctica (insumos: emisores, coberturas; mano de obra; acarreo y transporte de las coberturas), demostrándose mayor beneficio neto al utilizar las coberturas (Cuadro 2).

Parcelas Evaluadas	Total de Gastos (US \$/ha)	Beneficio Neto (US \$/ha)
Ajo Porro + Maíz	78,125	6.300,63
Ajo Porro +Cascarilla de Arroz	118,75	5.331,88
Ajo Porro + Pergamino	53,125	4.925,00
Ajo Porro sin Cobertura	0	4.500,00

Cuadro 2 Análisis de Presupuesto Parcial de Rendimiento de parcelas de ajo porro tratadas con o sin cobertura. Monte Carmelo.



Evaluación participativa del uso de coberturas en cebollín

Foto: J. Brito

El costo del manejo tradicional estimado en US \$ 1.562,50, se calculó en función del seguimiento realizado al cultivo. Se detectó que tradicionalmente el tiempo de riego es de 3 horas con una frecuencia de 7 días, prevaleciendo la práctica de eliminar los emisores (boquillas) de los aspersores. El costo del manejo alternativo estimado en US \$ 1157,88, implicó la disminución del tiempo de riego a media hora, aumento de la frecuencia de riego hasta 3 o 4 días, utilización de los emisores en los aspersores y el uso de coberturas orgánicas. Los cambios en el riego, produjeron una reducción US\$ 482.75 en los costos y un aumento de la producción en casi 10.000 kg/ha. El uso de cobertura representó un costo adicional, pero también un aumento de la productividad del orden de los 12.000 kg/ha, con una diferencia total de ganancia entre el manejo tradicional y el alternativo de US \$ 4679.63 por ha, además del ahorro de agua y de la conservación de los recursos naturales (Cuadro 3).

	Manejo tradicional (sin cobertura)	Manejo alternativo (cobertura de maíz)
Producción (kg/ ha)	15.000	37.800
Precio (US \$/ kg)	0,1875	0,1875
Costos totales (US \$/ ha)	1.562,50	1.157,88
Costos por cobertura (US \$/ha)	0	78,125
Costos del riego (US \$/ha)	706,75	224
Ingresos Totales (US \$/ha)	2.812,50	7.087,50
Ganancias totales (US \$/ha)	1.250,00	5.929,63

Cuadro 3 Resumen del análisis económico por hectárea de las parcelas de ajo porro con manejo tradicional y manejo alternativo

El incluir el análisis económico facilitó la reflexión con los productores sobre las bondades de las nuevas prácticas; la agricultura es una actividad económica y los productores se muestran muy interesados cuando se les habla en términos de lo que dejan de ganar por no utilizar las prácticas evaluadas, el incremento de los gastos ocasionado por prácticas inadecuadas y los beneficios económicos que les representan el uso de nuevas prácticas además de los beneficios ambientales.

Después de dos años trabajando como equipo, los productores opinan: «queremos seguir probando nuevas coberturas, hacer las evaluaciones en diferentes épocas»; «debemos comenzar probando con parcelas pequeñas y poco a poco ir incrementando el área»; «esta experiencia debe ser ampliada a otros grupos de agricultores, ahora vemos la importancia de llevar



Parcela demostrativa del uso de coberturas orgánicas

Foto: J. Brito

registros»; «en las futuras evaluaciones queremos medir las pérdidas de suelo con y sin coberturas».

Los comentarios señalados por los productores denotan la fortaleza del grupo para continuar con las labores de investigación y difusión alrededor de tema del manejo del agua. Hasta ahora esta experiencia ha sido difundida a otros grupos por los mismos productores. Lo que se busca con estas experiencias es ir fortaleciendo grupos locales autogestionarios, capaces de llevar a cabo investigaciones que les permitan ir resolviendo sus limitantes y a la vez se conviertan en difusores de las experiencias a otros grupos de la zona.

Factores que han facilitado el éxito o han sido obstáculos

Entre los factores que han impulsado la experiencia destacan la escasez del recurso agua en la zona, lo cual hace que los productores se interesen por acciones que mejoren la eficiencia del riego. Los productores están motivados para continuar con las acciones que suponen ahorro del agua, disminución de los costos, mejora de los rendimientos de los cultivos y mantenimiento de la superficie cultivada. Los productores de la zona están organizados y eso facilita el trabajo de los técnicos; el uso de metodologías participativas eleva la autoestima de los productores, quienes se sienten actores directos del proceso y los fortalece para continuar con los esfuerzos de investigación y difusión de los resultados. Estamos conscientes que la adopción de tecnologías es un proceso que involucra a los esquemas mentales de las personas y a las relaciones sociales que éstas establecen en su contexto sociocultural, por lo que se hace necesario profundizar sobre la percepción de los productores en materia de conservación de suelos y aguas y sobre el razonamiento que tienen al momento de tomar decisiones en esta materia así como la influencia de juicios, valores, tradiciones y costumbres. Las acciones de capacitación productor – productor, deben ser reforzadas, con el objetivo de estimular la incorporación de otros productores a las labores de conservación de suelos y aguas de la región

Conclusiones

- El trabajo en equipo de productores y técnicos contribuye a detectar la problemática real de los agricultores y a encontrar, en conjunto, soluciones adaptadas a sus condiciones agroecológicas y socioeconómicas.
- Un manejo adecuado del riego en sistemas de laderas repercute directamente en la conservación de los recursos naturales, al evitar el arrastre de los suelos y al disminuir el gasto de agua, unido al incremento del rendimiento y mejora de la eficiencia del cultivo.

- La aceptación de prácticas de conservación es mayor, si éstas repercuten de manera positiva en la producción y la productividad agrícola, aumentando los ingresos y disminuyendo los costos de producción. ■

Brito J; Morros M and Armas W.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Centro Lara (INIA - Lara)
Apartado postal 592, Barquisimeto, estado Lara Venezuela
Email: jbrito@inia.gov.ve; warmas@inia.gov.ve; memorros@inia.gov.ve

Referencias

- Aponte, A.; A Pérez; Tablante, J., 1992. **Control de malezas y plagas en tomate con la utilización de residuos de cosecha.** FONAIAP Divulga N° 41. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela.
- Aponte, A., 1995. **Producción de grano y semilla de quinchoncho.** Maracay, Ven., Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias/ Programa Cooperativo de Investigación de la Zona Andina. 64 p. (serie C N° 40).
- Doorembos J. y Kassin A.H. 1979. **Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos.** Estudio FAO. Riego y Drenaje, Documento N° 33.
- INIAP. 2000. **Herramientas de aprendizaje para facilitadores. Manejo Integrado de la Papa.** Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – Centro Internacional de la Papa. Ecuador
- Nevens, F. y D. Reheul. 2003. **The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: nitrogen availability and use.** European Journal of Agronomy; May, Vol. 19 Issue 2, p189, 15p.

II Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica

11 - 17 de noviembre 2004

Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes
MINAGRI - Cuba

Estimados colegas y amigos:

Entre los días 11 al 17 de noviembre del 2004 celebraremos el II Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica (SIGA 2004). Es nuestro deseo que este evento, como continuidad del celebrado en diciembre del año 2001, constituya un espacio para conocer de cerca los avances agroecológicos logrados en el área tropical. Por este motivo convocamos a productores, docentes, estudiantes, investigadores y agentes de desarrollo de Cuba y de otros países, los cuales serán interlocutores de los cruciales temas agroecológicos para el desarrollo de una agricultura eco-compatible y socialmente justa. Este evento será un marco propicio para celebrar los 35 años de nuestra institución en el marco del desarrollo agrícola cubano.

Durante dos días de sesiones (11-12) en la provincia de Las Tunas, en el oriente cubano, se celebrará la primera parte del **simposio** y seguidamente se desarrollará una **Gira de Estudios de 4 días (13-16)** la cual hemos denominado «**Agroecología en Cuba de Oriente a Occidente**». En esta Gira usted podrá conocer de cerca experiencias agroecológicas en las distintas regiones de país, así como intercambiar sobre las alternativas sostenibles de desarrollo agropecuario que se están desarrollando en Cuba y otros países. Como colofón se prevé la realización de un día de conclusiones (17) en la Ciudad de La Habana, donde se intercambiará sobre los temas centrales del evento a través de conferencias plenarias, mesas redondas y la presentación de los grupos de estudio de la Gira.

Pretendemos que sea una semana de intenso trabajo, para conocer la agricultura, la cultura y la historia a lo largo de toda la Isla y para avanzar un poco más en nuestras ideas comunes acerca de la agricultura, el medio ambiente y la sociedad. Este será un evento para identificar problemas comunes, soluciones disponibles y proyecciones de investigación y desarrollo.

Los esperamos!!

Tel: 2099855, 2099982,83 Fax: 2099981
Email: siga2004@enet.cu

¿Qué hemos aprendido?

Roland Bunch y Gabino López

Este artículo echa una mirada retrospectiva a siete años de acción-investigación con pequeños agricultores realizada por COSECHA, una ONG hondureña (ver *LEISA* Vol.16.1 p 24). El propósito de esta investigación fue el desarrollar tecnologías de manejo del agua que pudieran ser adoptadas por agricultores individuales que estuviesen cultivando una hectárea o menos. Nos decidimos por esta meta debido a que se había realizado gran cantidad de investigación de sistemas multi-familiares más grandes, pero parecía existir una falta de investigación sobre las tecnologías que una familia individual podía adoptar espontáneamente. Nos auto limitamos a tecnologías que costaran menos de US\$ 50, por tecnología y por agricultor y hemos trabajado duro para bajar aún más los costos. Nuestro trabajo ha sido llevado a cabo en zonas de ladera, donde vive la mayoría de pequeños agricultores hondureños.

Las tecnologías descritas aquí no están necesariamente en su forma acabada. Esperamos que todas ellas puedan, con el tiempo, ser modificadas de manera que trabajen mejor y cuesten menos. Estas ya son muy populares entre los agricultores pero damos la bienvenida a toda experiencia o sugerencia que la gente pueda tener para mejorarlas.

Prioridades

Durante nuestros años de investigación, hemos aprendido algunas lecciones valiosas sobre las prioridades de la gente para el uso del agua. Al inicio pensábamos que la gente usaba el agua principalmente para sus cultivos de grano. ¡Qué equivocados estábamos! De hecho, las primeras prioridades son domésticas: agua para beber, lavar y el baño. Luego vienen sus animales y el agua para regar los huertos caseros y los cultivos más valiosos, tal como los plantíos de árboles frutales o las hortalizas comerciales. Sólo después utilizan el agua para regar sus cultivos de granos y raíces.

Mirando la lista, podemos entender el por qué las mujeres están tan interesadas en el agua. También nos ayuda a entender por qué la mejor ubicación para el primer micro-tanque construido por cualquier familia es cerca de sus hogares. En el contexto de América Latina, hemos encontrado que de todo el trabajo que hemos realizado en desarrollo agrícola, el relacionado con el agua es el que más ha atraído la atención de las mujeres. Las mujeres están interesadas en el agua para uso doméstico y para dar de beber a sus animales y regar sus huertos caseros. Estas actividades están, usualmente, bajo su responsabilidad. Por supuesto, las mujeres también están preocupadas de que se produzcan hortalizas y suficientes cultivos para la subsistencia, a pesar de la lluvia irregular. Sin embargo, en la mayoría de los países de América Latina, la producción de granos básicos no es de su directa responsabilidad, y ellas -además de todo lo que ya hacen- prefieren no asumirla.

Fuentes de agua

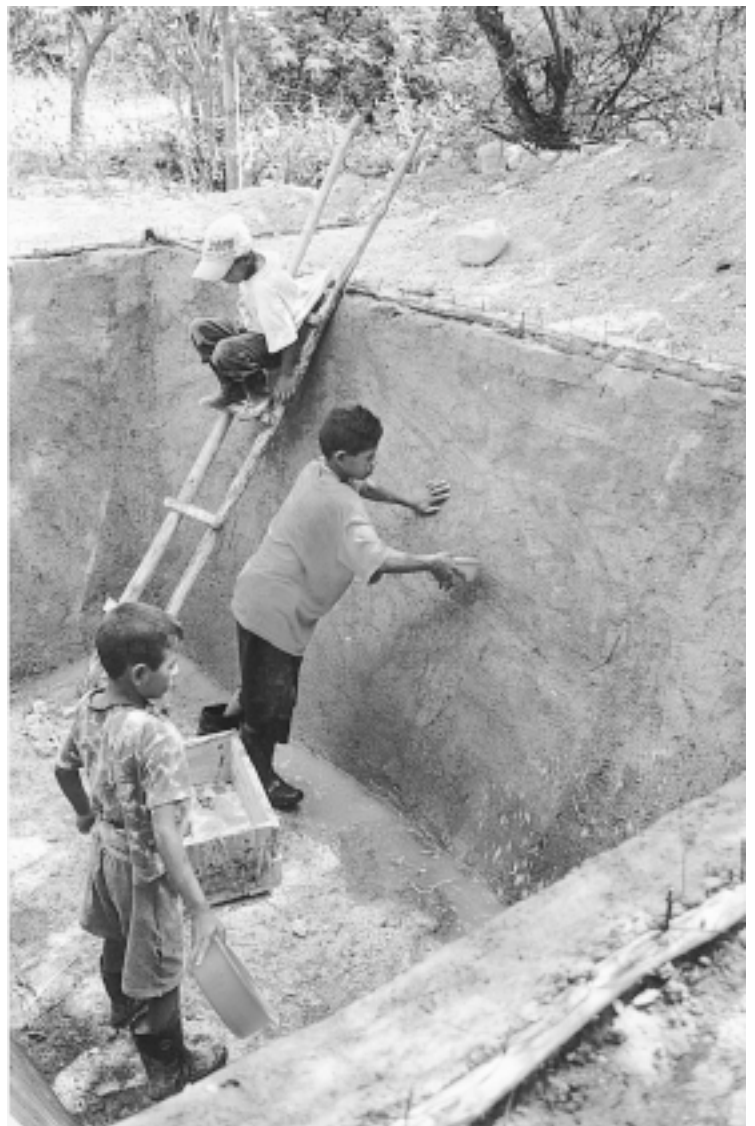
Existen más fuentes de agua de lo que la mayoría de la gente piensa. Gradualmente nos hemos ido dando cuenta de que muchas de las fuentes que pensábamos eran insuficientes, han resultado ser muy valiosas. Conforme aprendimos a cómo reciclar el agua de la casa y a desarrollar bombas menos costosas, nos dimos cuenta que la cantidad de personas que tiene acceso a fuentes de agua es más del doble de la que habíamos pensado originalmente.

Una de las lecciones más importantes que hemos aprendido es que casi cualquier fuente de agua, no importa cuán insignificante parezca, puede llegar a ser muy útil. Por ejemplo, muchas fuentes de agua que fluyen sólo durante la estación lluviosa

pueden ser todo lo que el agricultor necesite, si lo que él requiere es salvar los cultivos de las sequías inesperadas. Los agricultores también pueden usar las fuentes que tienen tan poca agua que no discurren, sino que simplemente gotean o «sudan». Si el agricultor tiene un microtanque y colecta una cantidad apreciable de agua en un tiempo dado, ésta también es una fuente útil. Por ejemplo, en Sabana Grande, Honduras, existen cinco familias que consiguen toda su agua potable de un «manantial» donde el agua escasamente emana del suelo.

El acceso a diferentes fuentes de agua puede ser importante. En Honduras, los agricultores que sólo pueden llenar los tanques cosechando el agua de lluvia han perdido el interés en construir microtanques. Sin embargo, los que también tienen acceso a alguna otra fuente de agua continúan muy entusiasmados con los microtanques. Esto se debe a que un microtanque que únicamente es alimentado por agua de lluvia sólo se llenará y será utilizado dos o tres veces durante el año. Los agricultores que tienen una fuente de agua más regular pueden mantener su microtanque lleno a lo largo del año, llenándolo y vaciándolo cada tres días, pudiendo usar el total de su contenido unas 100 veces cada año. Así, los agricultores con una fuente de agua adicional tendrán más facilidad para recuperar su inversión inicial en el tanque.

En particular, los agricultores valoran la cosecha de agua cuando ellos también tienen otra fuente que, por ejemplo, re-



Revisiendo el microtanque, Sabana Grande

Foto: Anita Ingevall

¡Reutilizando el agua de la casa

Con materiales locales y menos de un día de trabajo, un agricultor puede fabricar un pequeño filtro a superficie del suelo que hace que el agua gris (transportando suciedad y jabón) sirva para los cultivos. Una familia promedio de 5 miembros produce aproximadamente un cilindro de aceite por día de agua jabonosa. Filtrada, esta agua usualmente significará que un área considerable de terreno cerca de la casa vuelva a ser útil otra vez. Con esta disponibilidad de agua, una mujer puede incrementar el tamaño de su huerta familiar en un 50 o aún en un 100 por ciento, y quizás también sembrar suficientes hortalizas para la familia a lo largo del año.

Para construir un filtro, sólo se necesita arena de río, cascajo, carbón de leña (restos del fogón de la cocina) y algunas piezas viejas de plástico usado (o una bolsa de cemento). El filtro se hace cavando el suelo unos 50 cm. Éste puede ser recubierto con cemento, pero una manera más barata es recubriéndolo con varias capas de bolsas de plástico usadas. Luego se colocan en el filtro iguales cantidades de cascajo primero y después de arena de río y el carbón leña de la cocina. La leña actúa como un filtro de carbón y debe ser reemplazada aproximadamente cada seis meses, dependiendo del tamaño del filtro y de la cantidad de agua que pasa por éste. Desde el filtro, el agua debería ir a una suerte de unidad de almacenamiento, aunque ésta sea muy pequeña (cerca de un metro cúbico), si el filtro es la única fuente de agua para el tanque.

quiere una bomba de agua. En este caso, la mayoría de las veces el microtanque se llena bombeando agua, aunque, lógicamente, los agricultores se alegran cada vez que se presenta una lluvia que puede llenarlo.

Transportando agua

En la mayoría de los casos, el agua no está directamente disponible en el lugar donde se necesita, sino que tiene que ser transportada desde la fuente hasta la casa o el campo. Con frecuencia esto demanda muchos recursos y puede ser una restricción importante para el incremento del uso de agua.

Tradicionalmente, el agua es llevada en contenedores o es transportada por canales desde la fuente a un tanque de almacenamiento. Una simple manguera de poliuretano puede reemplazar los canales. Generalmente es mucho menos cara, y también preferible porque es fácil de usar y puede seguir bien la topografía del terreno, por ejemplo, bajando una distancia en pendiente y luego trepando la misma distancia. Todos los agricultores del área de Sabana Grande prefieren el uso de una manguera antes que un canal. La manguera también pierde menos agua a lo largo del camino, no deforma la tierra por la que pasa y puede trasladarse fácilmente de un lugar a otro. Si la manguera se entierra, es más difícil que la gente robe agua a lo largo del camino.

Sin embargo, en comparación con los canales, las mangueras son más vulnerables al vandalismo.

Con frecuencia, se necesitan bombas para subir el agua, desde la fuentes, a las partes altas. A pesar que trabajamos con «bombas de agua» por varios años, sólo recientemente hemos aprendido que una bomba podría hacerse con un pequeño pedazo de tubo de PVC y un poco de accesorios de plástico y metal, que están disponibles en la mayoría de ferreterías, más dos canicas. Es una simple bomba de succión muy parecida a las del extremo superior de ciertas botellas, pero mucho más fuerte y duradera. Es lo suficientemente simple como para que cualquier agricultor pueda hacerla. El costo total de los materiales para una bomba capaz de elevar el agua verticalmente unos 30 metros, es aproximadamente de US\$ 40.

Esta bomba se ha vuelto extremadamente popular entre los agricultores que tienen fuentes de agua justo en el subsuelo de sus parcelas. El bombear el agua requiere de mucho esfuerzo pero, a pesar de esto, la mayoría de los agricultores está muy entusiasta por ser capaz de hacer tal bombeo. Para aquellos que pueden permitirse el tener un sistema más eficiente, en este momento estamos trabajando para encajar dos de estas bombas a un pedal, de tal modo que un agricultor o agricultora pueda usar sus piernas para bombear el doble de agua, sin cansarse tan rápido. Con tal sistema, estimamos que una persona puede elevar suficiente agua como para regar una media hectárea de tierra hasta 25 metros en vertical.

Las bombas pueden usarse para elevar agua desde los tanques de almacenamiento, desde los ríos y cursos de agua, y desde los manantiales. Éstas no sólo son fáciles de hacer, sino muy ligeras, de modo que pueden ser llevadas a casa cada tarde, con el fin de evitar el hurto. Sólo una de ellas es suficiente para permitir que una persona eche agua a un huerto de hortalizas grande (20 x 30 metros) o aproximadamente a cincuenta árboles.

Almacenando agua

El almacenamiento es el corazón de cualquier sistema de agua. Con frecuencia, desafortunadamente, esto representa la parte más costosa del sistema. Es cada vez más claro que de lejos, el camino más eficiente para asegurar que nuestros cultivos tengan suficiente agua es el almacenar el agua de lluvia en el mismo suelo. Resulta mucho más barato duplicar o triplicar la infiltración del agua en el suelo, y por lo tanto casi duplicar la capacidad del suelo de mantener el agua, que el construir un microtanque de tamaño mediano. ¿Cómo así? Básicamente, incrementando el contenido de materia orgánica del suelo.

El impacto que tiene, incluso, una pequeña cantidad de materia orgánica en el suelo es con frecuencia subestimado. Una investigación en el sur de África, por ejemplo, mostró que los



Microtanque en uso durante la estación seca

Foto: Anita Ingevall

cercos vivos de contorno redujeron a la mitad la cantidad de agua que escurría cuesta abajo durante las tormentas, aún antes que estos empezaran a tener un efecto de terraza. La razón principal fue la gran cantidad de materia orgánica que había caído debajo de los cercos vivos, haciendo aquella franja de suelo mucho más porosa y, por lo tanto, incrementando dramáticamente el nivel de infiltración debajo de los cercos vivos. Así, nuestra primera línea de defensa contra la sequía debe ser el uso de abono verde y cultivos de cobertura, cultivos asociados, agroforestería, y cualquier otra práctica que incremente el contenido de materia orgánica de nuestros suelos.

A la vez, los microtanques siguen siendo importantes para almacenar agua suplementaria. COSECHA ha sido capaz de bajar el costo de construcción de los microtanques a través del uso de materiales locales, tales como arcilla, arena de río y rocas, más sólo una bolsa de cemento por cada metro cúbico de capacidad. Tales microtanques son totalmente impermeables al agua y, con un poco de sombra, virtualmente no sufren pérdidas de evaporación. Ha habido problemas con la ruptura de algunos de ellos, pero sólo cuando la elección de la ubicación no había sido buena, ya sea porque el suelo de alrededor estaba filtrando agua o porque era de una arcilla muy densa que se quebraba al secarse. Rajaduras pequeñas pueden ser reparadas fácilmente.

Cuando empezamos a trabajar por primera vez con el manejo del agua, pensábamos que los agricultores podrían preferir hacer una serie de microtanques de unos 0,5 a 1,0 metros cúbicos de capacidad, simplificando con ello la distribución del agua. Pero en vez de tomar tal enfoque, todos los agricultores prefirieron hacer un solo tanque, generalmente de unos 5 a 7 metros cúbicos de capacidad. En unos pocos casos, se han construido tanques de más de 25 metros cúbicos.

Se debe tener cuidado para evitar la posibilidad de que los niños caigan en los microtanques y se ahoguen. La mayoría de las familias ponen los tanques en su propio terreno cerca de la casa, de modo tal que los niños de otras familias no tengan acceso a ellos. Si ellos mismos tienen niños, mantienen los microtanques bien cubiertos, por ejemplo, con ramas de árboles, viejas piezas de plástico o planchas de hojalata de techo.

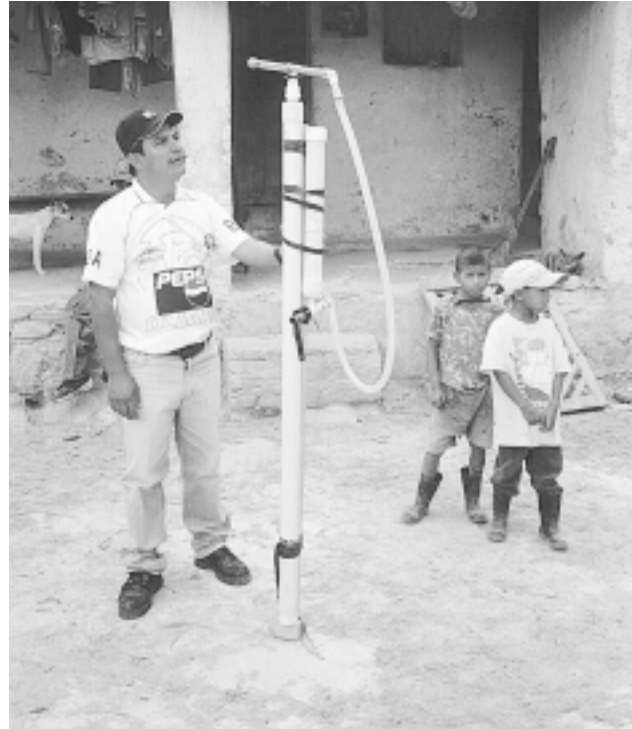
La salud es otro punto serio que debe ser considerado cuando se construyen microtanques. El agua estancada puede ser la causa de problemas de salud. La principal preocupación en América Central es la posible diseminación tanto de la malaria como de la fiebre del dengue. Si los agricultores tienen una fuente de agua permanente, necesitan vaciar completamente el microtanque, por lo menos una vez a la semana. Cuando el agua se mantiene por más tiempo en el microtanque, pueden surgir problemas. Pero los agricultores hondureños han encontrado una cantidad de soluciones prometedoras. Por ejemplo, el aceite de cocina común produce una película en la parte superior del agua, matando las larvas de los mosquitos. El neem (*Azadirachta indica*) y las hojas de «madre de cacao» o «mata ratón» (*Gliricidia sepium*) también pueden machacarse y arrojarse al agua para controlar las larvas del mosquito, y pueden tenerse sapos y peces para que coman las larvas. Necesitamos experimentar más con cada una de estas soluciones a fin de asegurarnos de su efectividad.

Usando el agua

Al principio, los agricultores no se preocupan mucho del uso eficiente del agua recientemente lograda, a menos que tengan que bombearla o la cantidad de agua disponible sea muy limitada. Generalmente, prefieren aspersores porque éstos son más fáciles de usar. Pero, conforme ellos empiezan a regar parcelas más y más grandes, ven la necesidad de ser más eficientes para así sacar cada vez más provecho del agua.

La manera más eficiente de regar los cultivos es el riego por goteo. Los agricultores en Honduras han desarrollado, o por lo menos han tratado de desarrollar, tres sistemas de goteo, pero el más popular es un sistema simple que incluye el paso de torni-

llos de madera a través de una manguera de PVC ordinaria a intervalos regulares. Un lado de la manguera sostiene el tornillo con firmeza en el lugar, mientras que el otro lado sólo es parcialmente penetrado por el tornillo, permitiendo que el agua salga. Esto permite que los agricultores saquen el tornillo cuando el hueco se tapona debido a las impurezas llevadas por el agua, y también ajustar el tornillo para regular el flujo del agua que salga del hueco. Debido a que se usa una manguera ordinaria, este sistema cuesta menos de la mitad que cualquier otro sistema que conozcamos.



La bomba de succión es ligera y puede guardarse en la casa

Foto: Anita Ingevall

Conclusiones

Si debe ser adoptada, la tecnología inicial que compartimos con los agricultores tiene que tener un impacto rápido, reconocible en los rendimientos. Aún cuando creemos que las tecnologías deben ser, en lo posible, lo más simples, en el caso del manejo del agua nosotros también debemos trabajar con los suelos de los agricultores para mejorar la fertilidad, la infiltración y la capacidad de retención del agua, así como en proporcionar la sombra que se necesita para reducir la evaporación y la transpiración. El agua aplicada a un suelo duro, impenetrable, infértil, expuesto al sol tropical, generalmente tendrá sólo un impacto pequeño sobre los rendimientos. Por lo tanto, es importante considerar las medidas de conservación del suelo, así como las medidas para mejorar su contenido de materia orgánica, tal como el abono verde o los cultivos de cobertura, como componentes esenciales del manejo del agua.

Trabajar con el agua no es fácil, debido a que los extensionistas y los agricultores del programa necesitan, con frecuencia, aprender mucho sobre un tema nuevo, y debido a que se necesita trabajar al mismo tiempo con el manejo del suelo. Sin embargo, los resultados pueden ser tremendamente alentadores. ■

Nos alegrará enviar los planes y diseños de cualquiera de las tecnologías mencionadas a quien lo solicite. Podemos ser contactados en la dirección o e-mail que proporcionamos a continuación.

Roland Bunch y Gabino López
Apartado 3586, Tegucigalpa, Honduras
Email: gabino@cosecha.sdnhon.org.hn

Manejo ecológico de recursos hídricos en el semiárido brasileño: lecciones del agreste paraibano

Paulo Petersen y José Camêlo da Rocha



Manifestación de agricultores familiares en el Día Mundial del Agua

Foto: P. Petersen

La promoción de niveles elevados de sustentabilidad hídrica en las comunidades rurales del semiárido brasileño viene desafiando a un conjunto significativo de organizaciones de la sociedad civil a desarrollar y difundir enfoques de gestión del agua alternativos a lo convencionalmente propalado por los defensores de la «solución hidráulica». Estas organizaciones vienen aumentando progresivamente su capacidad de traducir sus bagajes teóricos y prácticos en propuestas de políticas públicas. Plantearemos aquí cómo ese ciclo entre la experimentación social y el ejercicio político viene dándose desde el ejemplo de la actuación de organizaciones de agricultores familiares vinculadas al Polo Sindical de Borborema, el estado de Paraíba.

Desafíos para la convivencia con el semiárido

Tanto en términos territoriales como en términos demográficos, el Brasil alberga una de las más grandes regiones semiáridas del planeta, la que comprende un área geográfica de 858.000 Km². Concentrada sobre todo en el noreste del país, la región tiene una población de 21 millones de habitantes (Barbosa, 2002).

En el semiárido, la agricultura familiar se ha desarrollado al margen del latifundio y se ha visto excluida de los beneficios de las políticas gubernamentales. A pesar de eso, y de los enormes desafíos impuestos por el ambiente de semiaridez, se trata de la región brasileña donde se concentra el mayor número de establecimientos agrícolas familiares. Constantemente desafiada a ejercitar su creatividad en la gestión de los recursos naturales, la población ha desarrollado estrategias productivas que comprenden sofisticados mecanismos técnicos y socio-organizativos para la convivencia con el ecosistema del semiárido.

Ya que el agua es el factor crítico del ecosistema, esas estrategias se orientan principalmente a su aprovechamiento máximo en la atención de las múltiples necesidades de las familias agricultoras en los diferentes períodos del año. El clima de la región se caracteriza por la fuerte irregularidad e incerti-

dumbre en la lluvia, con un corto período marcado por la concentración de precipitaciones y otro de larga sequía. Para hacer compatible esa oferta natural de carácter estacional con las demandas regulares de las familias durante el año, sólo hay un camino: almacenar agua para estabilizar su disponibilidad. Esta estrategia guarda gran analogía con los procesos ecológicos de funcionamiento de los ecosistemas naturales en el semiárido, en particular la capacidad que tienen algunas especies de la Caatinga (vegetación nativa del semiárido brasileño) de presentar rápido desarrollo vegetativo en los cortos períodos lluviosos y de acopiar agua, nutrientes y energía para pasar los períodos de sequía.

Las estrategias tradicionales de almacenamiento de agua se basan en la implementación de infraestructura en los predios familiares y en las microcuencas en que se encuentran ubicadas. Por ese motivo, las lógicas tradicionales de abastecimiento hídrico en el semiárido son muy dependientes de la combinación de procesos familiares y colectivos de gestión y uso de las reservas de agua.

La lógica del uso de las diferentes reservas de agua se orienta por el tipo de demanda (para el consumo doméstico, para los animales, para la agricultura), por la calidad del agua almacenada, por los volúmenes disponibles y por la facilidad de acceso (distancia, disponibilidad de mano de obra y medios de transporte disponibles). Como esos criterios cambian en el tiempo y espacio en razón de la irregularidad de la recarga de los reservorios y otras estructuras almacenadoras, una misma demanda puede ser satisfecha por diferentes fuentes en diferentes momentos. Cuando los predios y/o las microcuencas poseen poca infraestructura de acopio y/o atraviesan un período de larga sequía, las diferentes necesidades son satisfechas por los mismos reservorios, comprometiendo la seguridad hídrica de los agroecosistemas, el bienestar y la salud familiar (Petersen y otros, 2002).

El proceso de fragmentación de las unidades productivas familiares por causa de la división hereditaria, ha llevado a las comunidades y propiedades rurales de esta zona del semiárido brasileño al deterioro y precariedad de la infraestructura para el abastecimiento de agua. Al mismo tiempo, esa fragmentación induce a las familias a intensificar el uso del espacio productivo sin que para ello incorporen ajustes correspondientes en la base tecnológica, que continúa basada en métodos extensivos de uso y gestión ambiental (Sidersky y Silveira, 1998). Como consecuencia, se constatan intensos procesos de deforestación en los agroecosistemas, comprometiendo definitivamente su hidrología. En efecto, aunque la población rural afirme que las lluvias escasean, dificultando la producción de los cultivos anuales, esa percepción no es ratificada por el análisis de las series históricas de pluviometría. Esa percepción de aumento de la vulnerabilidad agrícola debe ser atribuida a la intensificación de los procesos erosivos y a la menor capacidad de los suelos de almacenar el agua de las precipitaciones.

Contrariando las estrategias tradicionales de suministro hídrico que se basaban en la descentralización de la infraestructura mediadora entre la oferta y la demanda de agua, la orientación de las políticas gubernamentales de recursos hídricos estuvo fundamentalmente centrada en las grandes obras de ingeniería hidráulica destinadas a concentrar la captación, el acopio y el transporte de grandes volúmenes de agua. El trasvase del río San Francisco -el

único río con caudal perenne en el semiárido- actualmente en debate, se presenta como una más de las medidas sustentadas por esa concepción, convencionalmente denominada de «solución hidráulica». Aunque esas obras atiendan las necesidades de la creciente población urbana en el semiárido, en gran parte originada por la crisis de la agricultura, no responden a las necesidades geográficamente difusas y funcionalmente diversificadas de la agricultura familiar. Por el contrario, hacen a las familias muy dependientes de las fuentes de agua lejanas, cuyo acceso es posible por medio de camiones cisternas facilitados por las medidas políticas de carácter asistencial y puestas en práctica en las situaciones de emergencia. Además de no favorecer la autonomía hídrica de las familias, esas «soluciones» refuerzan vínculos de dependencia política de la población rural con relación a los poderes públicos locales, en general dominados por la élite agraria. La continuidad de esas relaciones de clientelismo viene dificultando el surgimiento de procesos sociales autónomos capaces de implementar alternativas técnicas y socio-organizativas dirigidas a la promoción de la seguridad hídrica.

Enfoque agroecológico para la promoción de la seguridad hídrica en el semiárido: el caso del agreste de Paraíba

Asesoradas por las ONG y alimentadas por el ingenio creativo de los agricultores y agricultoras, y por el saber tradicional acumulado en la gestión productiva de los recursos locales, las organizaciones de agricultura familiar en el agreste de Paraíba congregadas en el Polo Sindical de Borborema vienen estimulando el surgimiento de procesos sociales dedicados a la experimentación e intercambio de propuestas técnicas y socio-organizativas innovadoras, dirigidas a la promoción de una agricultura productiva en convivencia con el semiárido. En el campo de la gestión de los recursos hídricos esos planteamientos se caracterizan por tres principios:

1. La descentralización de la oferta hídrica, buscando brindar una infraestructura más adecuada a la diversificación de la demanda y a las características de la inseguridad hídrica en las comunidades y predios rurales;
2. El aprovechamiento máximo de las lluvias en los procesos de producción biológica en agroecosistemas a través del empleo de métodos que tienen por objeto aumentar el almacenamiento de agua en el suelo y el uso de especies vegetales adaptadas;
3. El estímulo a los procesos colectivos de gestión de recursos hídricos en comunidades rurales y microcuencas hidrográficas.

Mediante diferentes combinaciones de propuestas técnicas (cuadro 1), varios grupos de agricultores-experimentadores buscan desarrollar e intercambiar conocimientos sobre los sistemas integrados dirigidos a la captación, el transporte y almacenamiento de agua en los predios familiares y las microcuencas hidrográficas.

Con el objetivo de identificar y calificar desequilibrios entre las ofertas y demandas de agua en los agroecosistemas, AS-PTA ha desarrollado la metodología del Diagnóstico Rápido y Participativo de Recursos Hídricos – DRRH. Al caracterizar las disfunciones en el sistema de suministro hídrico en los predios y comunidades rurales, el DRRH ha sido un importante instrumento para la planificación y el estímulo de la movilización social en relación al proceso de experimentación y ajuste de innovaciones técnicas y socio-organizativas.

Ese proceso de movilización de las energías sociales latentes en las comunidades, ha propiciado el desarrollo de formas eficientes de gestión colectiva de los recursos hídricos. Por medio de esas dinámicas sociales se ha conseguido aprovechar al máximo los escasos recursos financieros disponibles para la construcción de infraestructura descentralizada dirigida a la captación y almacenamiento de agua para el uso comunal y

Oferta	Mediadores		Demanda
	Acumuladores y captadores	Distribuidores	
Lluvias	Cercos vegetales a nivel, barrera de piedra a nivel, presa subterránea		Rozados (cultivos anuales)
	Embalse		- Piscicultura; - Consumo animal; - Consumo doméstico (baño, lavado de ropas etc); - Cultivo en los lechos (en reflujo); - Cultivo en las orillas de embalses (en reflujo)
		Transporte manual	- Consumo humano; - Consumo doméstico; - Pequeños animales; - Huertas domésticas;
		Sistema de suministro	- Consumo humano; - Consumo doméstico; - Pequeños animales.
		Sistema de irrigación	- Huertas domésticas;
	Barreiro (pequeño reservorio cavado en el suelo, cerca de los domicilios)		- Consumo de animales no confinados; - Consumo doméstico; - Consumo humano
		Irrigación de salvación	- Huertas domésticas; - Rozados y frutales
	Tanque de piedra	Transporte manual	- Consumo humano; - Consumo doméstico
	Cisterna		- Consumo humano; - Consumo doméstico; - Pequeños animales.
	Acuíferos freáticos		Bombeo e irrigación
'Cacimbões' (freáticos) pozos largos excavados en el suelo y revestidos		Transporte manual	- Consumo doméstico; - Consumo humano; - Pequeños animales
Acuíferos confinados	'Cacimbões' (geológicos) pozos largos excavados en la roca	Bombeo y transporte	- Consumo doméstico; - Consumo humano; - Pequeños animales.
		Bombeo e irrigación	- Agricultura
	Pozos	Bombeo y transporte	- Consumo doméstico; - Consumo humano; - Pequeños animales.

Cuadro 1 Relación entre oferta, mediadores y demanda de recursos hídricos en los agroecosistemas del agreste paraibano Fuente: adaptado de Mattos (1996)

familiar. Ese máximo aprovechamiento ha sido posible tanto a través de la realización de procesos de autoconstrucción, como a través del establecimiento de fondos rotativos solidarios para la gestión comunal de los recursos financieros conseguidos. El financiamiento de cisternas familiares de «placa» por intermedio de esos fondos rotativos, ha sido uno de los procesos innovadores a gran escala social en el agreste paraibano (ver recuadro).

Además de aprovechar al máximo el capital disponible, al comprometer recursos de contrapartes locales y garantizar la restitución de los recursos financieros, asignados en beneficio de un fondo colectivo para su reinversión en acciones de desarrollo local, ese planteamiento alternativo de financiamiento lleva a crecientes grados de cohesión social entre los grupos beneficiarios y a la ruptura con las relaciones de clientela tan comunes en la cultura política del medio rural.

Además del considerable impacto positivo en las familias y comunidades rurales del agreste paraibano, la experimentación de esa innovación socio-organizativa viene influenciando a numerosas organizaciones de otras regiones del estado de Paraíba, comprometidas en la ejecución del Programa Un Millón de Cisternas (P1MC), financiado por el gobierno federal como parte integrante del desafío nacional de promover una sociedad sin hambre.



Encuentro de los agricultores familiares de la cisterna de Lagoa Seca

Foto: P. Petersen

Movilización social para la convivencia con el semiárido: el ejemplo de la difusión de las cisternas de placas

Entre las diferentes dimensiones que componen el cuadro de inseguridad hídrica que caracteriza las poblaciones rurales del semiárido brasileño, la cuestión del consumo humano merece ser realzado especialmente. El suministro doméstico de agua no es una tarea trivial para las familias rurales, sobre todo para las mujeres y niños que diariamente hacen largas caminatas para buscar agua.

En los períodos lluviosos, las familias rurales tradicionalmente captan el agua que cae sobre los tejados debido a su reconocida calidad para el consumo humano. Para eso, se valen de diversas técnicas. Para la captación utilizan tanto canalones improvisados hechos de hojas de agave, de reciclaje de botellas, de madera, etc, como de canalones más elaborados hechos de hojas de zinc. Para almacenar el agua captada utilizan tarros, baldes, toneles y pequeños tanques de mampostería.

Fondo rotativo solidario: un modelo de crédito administrado localmente

El Fondo Rotativo Solidario (FRS) es un sistema alternativo de financiamiento administrado por grupos informales y asociaciones comunales. En lugar del financiamiento directo a la familia, los recursos financieros que componen el FRS apoyan a grupos de familias que se hacen responsables solidariamente por la gestión del capital. El carácter rotativo del FRS se refiere al sistema de financiamiento en cadena establecido por los grupos, donde cada familia integrante se beneficia directamente de los recursos provenientes de la devolución del crédito hecha por otra familia.

El uso de cisternas equipadas con canalones bien construidos no era una práctica muy difundida en el semiárido hasta una década atrás. Esto porque, además de ser una obra cara debido al elevado costo de los materiales empleados en su construcción, presentaba frecuentes problemas de rajaduras que después hacía inviable la inversión. Ese problema ha empezado a ser superado a partir de la iniciativa de Nel, un agricultor/albañil del estado de Sergipe, que utilizó su creatividad para desarrollar un modelo de cisterna barato y durable. Basándose en los mismos principios empleados en las cisternas tradicionales, él modificó el proceso de construcción al emplear la tecnología del fierro-cemento. Además de hacer posible, con esta tecnología, la reducción del costo por unidad de una cisterna con capacidad de 15.000 litros, de US \$ 690 a US \$ 240, Nel consiguió perfeccionar el equipo al concebirlo en

forma cilíndrica, eliminando los ángulos en las paredes verticales que se constituían en puntos frágiles por donde se iniciaban las frecuentes rajaduras y filtraciones.

Después de examinadas, adaptadas y aprobadas, inicialmente en los estados de Sergipe y Bahía, las cisternas de placa continuaron difundándose entre los demás estados del Noreste por iniciativa de organizaciones de la sociedad civil. En el agreste de Paraíba las cisternas todavía eran una gran novedad en 1997, con apenas seis unidades experimentales construidas con el aporte de AS-PTA. Actualmente, con base en la proliferación de los sistemas de fondo rotativo solidario, ya se registran 1.380 unidades. De esa cantidad, 656 fueron construidas con recursos del resarcimiento de las familias que devolvieron el crédito del FRS. Esos datos evidencian el papel de los FRSs en la optimización de los recursos financieros empleados en las dinámicas locales de desarrollo. Además de movilizar recursos de contrapartida local en la forma de trabajo familiar y comunal-lo que reduce el costo por unidad de una cisterna en 30%- ese proceso permite ciclos subsiguientes de reinversión de los recursos con la devolución paulatina del capital originalmente empleado. Hasta hoy, el carácter rotativo del crédito ya ha permitido el incremento en 90% del número de familias beneficiarias de los recursos originalmente empleados. Si a esa cifra se le agregase el valor de la contrapartida local, alcanzamos el incremento de 172% en el número de familias beneficiadas. Esto significa que, en el caso que el programa fuera implementado por empresas de construcción civil contratadas por el estado, «en la mejor de las hipótesis», tendríamos un número de 506 cisternas construidas.

La experiencia con la gestión colectiva de recursos financieros ha sido sistematizada en el vídeo «Fondo Rotativo Solidario: una experiencia de vida y de organización comunal», que viene siendo un instrumento decisivo en el proceso de formación de nuevos grupos en las comunidades y municipios interesados en integrarse al PIMC en Paraíba. Hasta hoy el vídeo ha sido visto por más de 15.000 personas en las comunidades rurales del semiárido paraibano. Los estimados para este año 2003 son que con los recursos del PIMC, los FRS se expandan por todo el estado de Paraíba y beneficien inmediatamente a 3.770 familias. Con la devolución de los recursos otorgados a esas familias y con el incremento de nuevos recursos para el Programa, se espera que cada familia rural del semiárido paraibano construya su cisterna doméstica. Además, con la continuidad del FRS en aquellas comunidades en las cuales todas las familias son beneficiadas, tal como ya se verifica en algunas comunidades del agreste paraibano, los recursos serán reinvertidos en otros tipos de infraestructura descentralizada capaces de proveer niveles crecientes de seguridad hídrica en el medio rural.

Además de la multiplicación de los recursos materiales, esa iniciativa de las organizaciones paraibanas viene permitiendo el fortalecimiento de los vínculos de solidaridad entre familias en el medio rural, condición necesaria para el fortalecimiento de los mecanismos colectivos de defensa contra la sequía y para la convivencia con el semiárido. ■

Paulo Petersen y José Camêlo da Rocha
técnicos de AS-PTA

Rua da Candelaria N°9 – 6° Andar, Centro

Rio de Janeiro, Brasil Email: paulo@aspta.org.br; ASPTA@aspta.org.br

Referencias

- Barbosa, E. M. Crítica ao modelo atual de desenvolvimento agrícola e à transição agroecológica no semiárido. In: Encontro Nacional de Agroecologia. Anais. Rio de Janeiro, AS-PTA/CTA-ZM/Fase, 2002. p.25-32
- Mattos, L.C. Manejo da água na parcela; possibilidades para a agricultura de sequeiro no semi-árido brasileiro. In: *Alternativas*; cadernos de agroecologia. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1996.
- Petersen, P.; Silveira, L.; Almeida, P. Ecosistemas naturais e agroecossistemas tradicionais; uma analogia socialmente construída e uma oportunidade para a conversão agroecológica. In: Silveira, L.; Petersen, P.; Sabourin, E. *Agricultura familiar e agroecologia no Semi-Árido*; avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2002. p.13-122
- Sidersky, P. e Silveira, L. *Experimentar com agricultores*; a experiência da AS-PTA na Paraíba. Recife, AS-PTA, 1998.



No existe agua superficial ni subterránea en la meseta. La gente tiene que llevar agua desde el barranco profundo

Foto: Autores

Pueblos "a prueba" de sequía

Zhu Qiang y Li Yuanhong

La provincia de Gansu es una de las áreas más pobres y secas de China. Las sequías y las rachas de tiempo muy seco son extremadamente comunes en esta zona montañosa, donde la gente depende, principalmente, de la agricultura de secano para su subsistencia. Desde finales de la década de 1980, en el área se ha desarrollado un proyecto para suministrar agua para el uso doméstico y para el riego. Un sistema de cosecha de agua de lluvia simple y al alcance de la población, combinado con un enfoque integral para mejorar la producción agrícola, ha tenido un impacto positivo en la vida de los agricultores de Gansu.

Antecedentes

En la provincia de Gansu, más del 90 por ciento de la población vive en las áreas rurales. En esta zona donde la agricultura es ante todo de subsistencia, la mayoría de agricultores se ha apoyado, tradicionalmente, en una lluvia de distribución desfavorable. Todos los años, dos tercios de las precipitaciones caen entre julio y setiembre, con frecuencia bajo la forma de fuertes tormentas. Sólo un 20 por ciento de la lluvia cae en la primavera, cuando los cultivos necesitan la mayor cantidad de agua. Esto impide sembrar más de un cultivo por año.

Los principales cultivos sembrados en Gansu son el trigo y el maíz. En la zona central, el trigo de primavera es el cultivo principal, pero recientemente el maíz cultivado con 'mulching' plástico ha sido adoptado ampliamente debido a su mayor rendimiento y adaptación a la precipitación natural. Éste es sembrado a fines de abril y cosechado a fines de setiembre. El 'mulch' plástico es esencial para el desarrollo del maíz en esta zona porque eleva la temperatura del suelo, lo cual permite que el cultivo madure. En la zona oriental, el trigo y el maíz de invierno son los dos cultivos principales. En las zonas montañosas, las vacas y caballos son usados como animales de tiro para la siembra, el arado y la labranza. La cosecha se realiza principalmente a mano.

Los recursos hídricos son escasos en el área. La mayor parte del caudal de los ríos es salado y no puede ser usado para beber o para el riego. El agua subterránea también es muy escasa y de pobre calidad. Debido a la topografía montañosa y a la condición geológica, es difícil y costoso desviar el agua desde otras cuencas; además, las sequías son frecuentes. Los estudios en Gansu muestran que sequías fuertes, considerando como

tales a aquellas que reducen los rendimientos en más del 30 por ciento, se han presentado 11 veces en los últimos 40 años.

En un año normal, bajo estas condiciones adversas, los rendimientos son muy bajos, llegando sólo a 1.000 kg/ha. En los años secos, los rendimientos ni siquiera cubren el costo de la semilla. Sin riego, es imposible cultivar la mayoría de los cultivos para el mercado. Como resultado, el ingreso familiar anual -a partir de un poco menos de una hectárea de tierra- está entre US\$ 500 y 750. La pobre productividad de la tierra ha obligado a los agricultores a reclamar la mayor cantidad de tierra que sea posible, aun en laderas de fuerte pendiente. Esto ha causado mayor erosión y degradación del suelo, lo que, a su vez, ha tenido un efecto negativo sobre la productividad agrícola. El medio ambiente se ha deteriorado rápidamente, y las características comunes de esta zona son ahora el inadecuado suministro de agua potable, la inseguridad alimentaria, los bajos ingresos, la severa erosión del suelo y un medio ambiente deteriorado.

Tomando acciones

Las experiencias de las décadas pasadas han mostrado que el agua es un factor clave en la lucha por cambiar las condiciones básicas del área. La cosecha del agua de lluvia (conocida como RWH, por sus siglas en inglés) es la manera más efectiva que tiene la gente del lugar para conseguir agua. En esta zona la gente tiene una larga tradición en la recolección de agua de lluvia para uso doméstico, pero el volumen de agua colectada está lejos de satisfacer la demanda doméstica de agua, y menos aún satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas.

Desde 1988, el Instituto de Investigación para la Conservación del Agua de Gansu (Gansu Research Institute for Water Conservancy - GRIWAC) ha llevado a cabo un proyecto de investigación, demostración y extensión, con el fin de mejorar la eficiencia de la utilización del agua de lluvia y trabajar con tecnologías de RWH adecuadas para las condiciones locales. El Proyecto fue muy exitoso en suministrar agua, tanto para el uso doméstico como para los cultivos. A fines de 1994, alrededor de 40.000 familias rurales habían construido sus propios sistemas de cosecha de agua de lluvia.

En 1995, ocurrió la peor sequía en sesenta años. Millones de personas padecieron de sed y casi todo el trigo de verano



Cuando está lloviendo, los canales pueden conducir agua colectada desde el camino y las pendientes de la colina hasta las dos hileras de tanques. El agua de tanque se utiliza para regar cultivos y árboles de las tierras de la parte inferior. En la parte inferior derecha, la tierra está cubierta con láminas de plástico para prevenir la erosión y elevar la temperatura del suelo

Foto: Autores

murió. Debido a las experiencias exitosas del proyecto RWH del GRIWAC, el gobierno local decidió iniciar un proyecto de cosecha de agua de lluvia «1-2-1», con la finalidad de resolver el problema de agua potable de un millón de personas de la zona. En este proyecto, el gobierno y los donantes apoyaron a cada familia con el equivalente a US\$ 50 en cemento para posibilitarles la construcción de un campo de recolección, dos tanques bajo tierra y para regar un pedazo de tierra con agua de lluvia para desarrollar la «economía de patio» dándoles la oportunidad, por ejemplo, de plantar legumbres y árboles frutales en el huerto de la casa, criar animales y aves de corral, y procesar productos agrícolas frescos. Para fines de 1996, este proyecto tenía 1,2 millones de beneficiarios.



El huerto de manzana rinde, en promedio, 40 por ciento más con riego suplementario. En años secos, el incremento es aún superior

Foto: Autores

En 1996, como continuación, se inició un Proyecto de Riego RWH, que empezó con proyectos pilotos en 12 lugares con diferentes condiciones naturales y sociales. El proyecto se extendió después a un área mucho más grande. Para fines de 2001, usando los métodos recomendados por el GRIWAC, existían 2,2 millones de tanques de almacenamiento recientemente construidos que hacían posible el riego suplementario de 236.000 hectáreas de tierra. Al mismo tiempo, los beneficiarios del proyecto de agua doméstica habían aumentado a casi dos millones de personas.

Beneficios

Los 15 años de experiencias en Gansu han demostrado que la RWH no sólo puede proporcionar agua segura y barata para uso doméstico, sino que también puede incrementar la producción proporcionando riego suplementario a los cultivos. Los rendimientos de los cultivos han aumentado en casi 40 por ciento en un año normal y mucho más en un año seco.

Teniendo agua en sus tanques, los agricultores pueden diversificar sus sistemas de cultivo. Antes del proyecto, los únicos alimentos disponibles en la mesa familiar eran papa, cebolla y col. Ahora se pueden sembrar muchos cultivos que son sensibles al estrés hídrico, como pepino, tomate, berenjena, pimienta, tabaco y hierbas. También se han desarrollado invernaderos simples para cultivar hortalizas y flores. El agua recolectada de los techos de los invernaderos puede satisfacer el 40 por ciento del agua que se necesita para tener tres cosechas de hortalizas. El 60 por ciento de agua restante debe venir de otras fuentes. Un invernadero simplificado construido con bambú y barras de acero, y cubierto con capas delgadas de plástico cuesta unos US\$ 1.000, mientras que la ganancia neta anual puede llegar de US\$ 350 a US\$ 500. A este nivel, la inversión puede ser recuperada en dos a tres años.

Cuando la productividad de la tierra mejoró, los agricultores comenzaron a participar más en el Programa de Conversión de

la Tierra iniciado por el gobierno del Estado. Este programa alienta a los agricultores a sembrar la tierra menos fértil con árboles y especies de las praderas, para mejorar el ecosistema. El riego con agua de lluvia es una condición previa para el establecimiento de una vegetación nueva.

El sistema de recolección y cosecha de agua (RWH)

El sistema RWH consiste de un campo de recolección de agua de lluvia, tanques para su almacenamiento y para el suministro de agua e instalaciones para el riego. Se usan las superficies menos permeables de estructuras existentes para la recolección del agua de lluvia. En el sistema RWH, para el agua de uso doméstico que requiere agua limpia, se utilizan techos con tejas y patios recubiertos de concreto. Las carreteras pavimentadas, las carreteras rurales, los patios de trilla y las áreas deportivas son usados para recolectar agua de lluvia para riego. Algunas veces, las cimas o las pendientes son recubiertas con losas de concreto para incrementar la escorrentía.

Los tradicionales tanques bajo tierra, conocidos localmente como 'shuijiao' y 'shuiyao', son los tipos de almacenamiento de agua más comunes. La inversión total por cada 'shuiyao' es de aproximadamente US\$ 120, de los cuales US\$ 50 son subsidiados por el gobierno. La inversión restante es proporcionada por los agricultores bajo la forma de trabajo, materiales locales y algo de dinero en efectivo.

Los tanques tienen, generalmente, forma de botella con un diámetro de unos 3 a 4 m y una profundidad de 5 a 6 m. Los tanques de riego usualmente tienen una capacidad de 30 a 50 m³. Una tapa de concreto en forma de cúpula, con un grosor de 10 a 12 cm, ayuda a sostener el peso del suelo y la presión de la superficie. Un hueco en el centro funciona tanto para la salida del agua como de registro del tanque. El fondo del tanque está hecho de concreto de 10 cm de grosor.

El tanque bajo tierra tiene las ventajas de prevenir la pérdida por evaporación y mantener una baja temperatura, lo cual ayuda a mantener la calidad del agua. Cada tanque es usado para el riego suplementario de un 'mu' chino (aproximadamente, 670 m²). Una estructura de éstas genera dos aplicaciones de agua de aproximadamente 20 mm cada una, suficiente para mitigar una racha muy seca durante la estación de crecimiento.

Generalmente, el agua para uso doméstico es suministrada a través del bombeo manual. La escasa cantidad de agua de lluvia disponible para el riego se aplica con cautela a los cultivos, usando el principio de riego limitado. Esto significa que el agua es aplicada en cantidades limitadas durante unos pocos períodos críticos del crecimiento del cultivo. Para este propósito, se ha conducido una cantidad de experimentos para determinar el mejor momento para proporcionar riego suplementario a los cultivos del área. Los métodos más comúnmente utilizados son muy simples, posibles de realizar y efectivos. Por ejemplo,



Un canal deriva el agua colectada de una carretera pavimentada a un tanque, el cual proporciona riego suplementario a los cultivos. El cultivo de la foto es maíz

Foto: Autores

regar cuando se están plantando las semillas o suministrar agua a través de los huecos de la lámina de plástico. Si los agricultores consiguen apoyo o un préstamo, también utilizan el riego por goteo y los mini-rociadores para los cultivos de alto valor.

Aldeas a prueba de sequía

La aldea Luoma está localizada en la parte norte del condado de Huining, uno de los 592 condados más pobres de China. La precipitación anual es sólo de 250 mm. Existen 65 familias en la aldea, la cual tiene una población de 323 habitantes. Antes del proyecto RWH, la producción anual de alimentos era menos de 300 kg *per capita*, y el ingreso anual *per capita* era menos de US\$ 50. La población local no tenía suministro de agua para uso doméstico.

Esta aldea fue escogida como uno de los proyectos piloto de RWH en la Provincia de Gansu. De 1996 a 1998, el pueblo construyó 390 'shuijiaos', 130 para uso doméstico, 65 para la «economía de patio» y los restantes 195, para riego del campo. Durante las sequías recurrentes, entre 1999 y 2000, el sistema



Riego por goteo de árboles frutales

Foto: Autores

RWH no sólo aseguró el agua para uso doméstico y la crianza animal, sino que también proporcionó suficiente agua para el riego suplementario de 22 hectáreas de tierra.

Ahora que tienen agua, los agricultores han cambiado su sistema de cultivo sembrando maíz en lugar de trigo de verano. El maíz puede producir rendimientos mucho más altos que el trigo en esta zona, debido al período de crecimiento más prolongado y a una adaptabilidad superior a los patrones naturales de precipitación. Sin embargo, éste requiere más agua y calor para poder madurar apropiadamente. Ahora, los rendimientos anuales se han incrementado de 975 kg/ha de trigo a 3.950 kg/ha de maíz. La producción anual de alimentos se ha



Los invernaderos simples se han vuelto muy populares

Foto: Autores

La familia del aldeano Luo Zhenjun, era una de las más pobres de la comunidad antes del proyecto. Su familia de cuatro miembros sólo cosechaba de 800 a 1.000 kg de trigo en un año normal. Durante la implementación del proyecto RWH, Luo Zhenjun construyó seis 'shuijiaos' con una capacidad total de almacenamiento de 120 m³. Utilizando el agua del sistema RWH, él siembra ahora 0,4 ha de maíz cada año, que cubre con plástico, produciendo 6.000 kg/ha/año. Utilizando riego suplementario, su pequeño huerto duplicó su producción.

Teniendo mayor disponibilidad de agua de tanque, ahora Luo Zhenjun mantiene dos cerdos y 17 ovejas, nueve ovejas más que antes del proyecto. Su producción total de alimentos aumentó de 900 kg a 3.675 kg por año, y su ingreso neto anual se ha incrementado de US\$ 190 a US\$ 700.

incrementado en un 144 por ciento y el ingreso *per capita* se ha incrementado en un 187 por ciento. Aún en años de sequía severa, las familias tienen lo suficiente para satisfacer sus necesidades de alimentación.

Experiencias

Se considera que el gran éxito del proyecto RWH en Gansu es resultado de la amplia participación de los agricultores y el firme apoyo del gobierno. Las principales experiencias del proyecto en Gansu pueden resumirse como sigue:

- La propiedad familiar del sistema RWH es el factor clave para el alto grado de motivación mostrado por los agricultores. A diferencia de los importantes proyectos de agua, que son propiedad del Estado o de las grandes empresas, en los cuales los agricultores son considerados como «beneficiarios», en el GRIWAC la mayoría de los sistemas RWH pertenece a las propias familias.
- Tanto los agricultores como el gobierno pueden costear los insumos para el sistema RWH. Los altos beneficios obtenidos a partir del sistema RWH posibilitan la rápida recuperación de las inversiones.
- La RWH es una tradición de la población local, pero ésta ha sido actualizada con tecnología moderna apropiada. Esto significa que los agricultores estaban más preparados para aceptar esta innovación.
- Con una pequeña asistencia de los técnicos locales, los agricultores pueden construir su propio sistema RWH. Este enfoque descentralizado del proyecto RWH se adecua a las condiciones naturales y sociales de esta zona montañosa y empobrecida.
- La preparación, organización y manejo apropiados de la implementación del proyecto también son factores de éxito importantes. Las demostraciones fueron muy importantes para mostrar el beneficio de los proyectos tanto para los agricultores como para los que toman decisiones. Desde el comienzo mismo, el GRIWAC ayudó a miles de «familias científicas» a construir sistemas RWH que brindaron buenos ejemplos tanto para el público en general como para los políticos. Se llevó a cabo una investigación, durante un período de 3 años, sobre la factibilidad técnica y económica del proyecto RWH antes que éste creciera en tamaño. La guía técnica, y los cursos de capacitación a diferentes niveles para la implementación del proyecto fueron también elementos esenciales. ■

Qiang Zhu y Yuanhong Li

Gansu Research Institute for Water Conservancy, No 120 Gaolan Road, Lanzhou 730000, China.

Qiang Zhu es un Profesor Investigador retirado del Instituto de Investigación de la Conservación del Agua de Gansu, China y actualmente es Vicepresidente de la International Rainwater Catchment System Association (IRCSA). Email: zhuqhz@sina.com

Yuanhong Li es el Director e Ingeniero Mayor del Instituto de Investigación de la Conservación del Agua de Gansu, China. Email: gsws@public.lz.gs.cn

Tanques de agua esféricos

Gedion Shone

El agua almacenada para el riego suplementario, aún en pequeños volúmenes, puede mejorar significativamente la economía del hogar de los pequeños agricultores de escasos recursos en zonas muy secas. La *Regional Land Management Unit (RELMA)* en África Oriental ha estado promoviendo tanques de agua esféricos para cosechar agua de lluvia de los techos y otras superficies, similares a los promovidos por el *Gansu Research Institute for Water Conservancy (GRIWAC)* en China. Las demostraciones y las capacitaciones en cosecha de agua conducidas por RELMA motivaron al Ministro de Agricultura de Etiopía a coordinar una visita de intercambio con GRIWAC en la provincia de Gansu.

En comparación con otras formas de tanques, las ventajas de usar tanques esféricos son:

- La presión de agua está igualmente distribuida dentro del tanque y, por lo tanto, el tanque requiere menos refuerzos
- Una forma esférica tiene un área de superficie más pequeña que la cuadrada y, entonces, usa menos material de construcción
- La parte del fondo está apoyada directamente sobre la tierra, reduciendo más la necesidad de materiales de refuerzo pesados
- Es fácil de construir
- No se produce ninguna evaporación cuando el tanque está cerrado.

Con el fin de reducir los costos se usan materiales de fabricación local; los tanques son construidos de ladrillos de arcilla

no cocida (adobes) unidos con mortero. Las paredes son recubiertas con una mezcla de cemento y arcilla sobre malla de gallinero y acabadas con un enlucido de cemento puro, a prueba de agua. Estos tanques son menos caros de construir que las estructuras de concreto convencionales, y la experiencia ha demostrado que pueden ser hechos por albañiles del lugar, con habilidades básicas de construcción. Generalmente, los albañiles locales necesitan sólo una sesión práctica de capacitación para dominar el método de construcción.

Ahora están siendo probados tres tipos de tanques esféricos (tanque semi circular sumergido, tanques esféricos bajo tierra y tanques esféricos parcialmente bajo tierra) en Etiopía, Uganda, Kenia y, más recientemente, en Tanzania. El tamaño y la forma de los tanques pueden ser adaptados a las necesidades locales. En el distrito de Machakos de Kenia, por ejemplo, donde la tierra arable es muy escasa, los tanques son enterrados de tal manera que la única superficie de suelo que no puede ser cultivada es la tapa de registro del tanque que se abre en la parte superior. Estos tanques son usados para regar la huerta, posibilitando a los agricultores el diversificar sus fuentes de ingreso. Junto a los esquemas de micro-riego se promocionan los sistemas de riego por goteo de baja presión, que son disponibles comercialmente. Los equipos, de bajo costo, para el riego por goteo (por ejemplo, el paquete balde Chapin, ver *LEISA Boletín de ILEIA* Vol.14.1 p 29) ahorran agua y trabajo, y su adopción por los agricultores es cada vez mayor. ■

Gedion Shone. District Development Programme, P.O. Box 989, Musoma, Tanzania.
Email: ddpmsm@juasun.net



Construcción de un tanque esférico en el distrito Mbarara, Uganda

Fotos: Gedion Shone



Un 'atajado' construido en ladera de fuerte pendiente

Foto: B. Tammes

Reflexionando sobre el desarrollo y difusión de 'atajados' o estanques en Bolivia

Michiel Verweij

Muchas iniciativas han contribuido al desarrollo de la tecnología de «cosecha de lluvia en estanque» y a su aceptación en cada vez más comunidades en Bolivia. A través del tiempo, diferentes actores de la sociedad civil y del gobierno se han reunido para lograr que esta tecnología avance. Una fuerte organización a nivel de comunidad ha contribuido a que la población rural tenga influencia en el proceso.

Los estanques no son nuevos en Bolivia. En el pasado estuvieron asociados con los ranchos ganaderos de gran extensión, en las tierras bajas de Santa Cruz. Sin embargo, también se encuentran vestigios de estanques tradicionales en toda la región montañosa semi-seca interandina, entre los 1000 y 3000 m.s.n.m.. Estos estanques eran simples, utilizados mayormente como abrevaderos del ganado, y generalmente tenían una capacidad de almacenamiento de menos de 500 m³. Eran construidos por personas u organizaciones del lugar y se mantenían como una iniciativa local.

El PDAR trabajando

La construcción de estanques apareció por primera vez en la agenda institucional en los años 90, cuando el Programa para

el Desarrollo Alternativo (*Programme for Alternative Development - PDAR*) comenzó a promoverlos como una manera de mejorar la producción y estimular la organización social. El PDAR quería prevenir la migración de los agricultores de subsistencia de Cochabamba a las áreas de producción de coca. Las oficinas de los gobiernos regionales, las ONG locales y las empresas privadas fueron movilizadas para implementar el proyecto.

Aspectos como la auto-ayuda y la participación de la comunidad fueron claves para la estrategia del PDAR. Los campesinos hicieron suya la idea de construir estanques para cosechar agua de lluvia y lucharon mucho para convencer a los ingenieros a construir más atajados. Surgieron ideas para desviar los flujos de agua estacionales a una serie de estanques en los valles, y se construyeron varios de estos sistemas de estanques interconectados, incluyendo el bien conocido ejemplo de la comunidad de Oloy (ver *LEISA El Boletín de ILEIA* Vol 17.3 p.26).

Pero la mayoría de los estanques construidos por el PDAR eran simples 'huecos en el piso' y muchos tenían serios problemas de construcción y manejo. Algunos años después de la construcción, sólo el 25 por ciento de los estanques mantenía todavía su capacidad inicial y muchos habían colapsado o esta-

ban abandonados. En 1992, una evaluación recomendó que si los estanques eran construidos para familias individuales -en vez de colectivos- se evitarían muchos problemas operativos de mantenimiento. Con su propia contribución financiera para la construcción del estanque, las familias también ganarían un mayor sentido de propiedad.

Madurando iniciativas

CORACA, una organización de agricultores de Aiquile, comenzó a trabajar con estanques a mediados de los años 90. Junto con la Universidad de Cochabamba, estudiaron la experiencia exitosa de Oloy para ver de qué manera los estanques habían beneficiado a las familias de agricultores y sus comunidades. Encontraron que Oloy había desarrollado una floreciente producción de frutas y hortalizas que complementaba bien los sistemas agrícolas tradicionales de crianza de ganado. Se habían creado nuevas organizaciones (informales) y grupos relacionados con el manejo del agua, producción, crédito y comercialización, y, a través del intercambio de experiencias con otras comunidades, Oloy se había convertido en una comunidad modelo para la agricultura de estanque en la región.

La confianza generada por la experiencia de Oloy alentó a que más ONG, gobiernos locales y organizaciones de agricultores comenzaran a implementar proyectos de estanques. Para esto se aprovechó que la población rural de la región andina de Bolivia está organizada en sindicatos agrarios con niveles de agregación a nivel local, regional y nacional. En muchos casos, estos gremios proporcionan el punto de entrada organizacional para las actividades de cosecha del agua.

Las diferentes organizaciones tenían metodologías de trabajo y diseños de estanques distintos que fomentaron una sana competencia. Al mismo tiempo hubo intercambio de ideas entre ellas, tal como el alentar a los agricultores a hacer una contribución de 10 a 30 por ciento de sus tierras para sus estanques. Algunas organizaciones escogieron construir estanques para el uso colectivo, pero la administración y mantenimiento causaron, con frecuencia, problemas de propiedad. Finalmente quedó demostrado que los estanques individuales eran una mejor opción. Por otro lado, en los estanques familiares la calidad de la infraestructura siguió siendo un problema debido a la necesidad de que los costos de construcción se mantuvieran bajos.

Con la introducción de la Ley de Participación Popular, en 1994, y la descentralización política a nivel administrativo, los campesinos tuvieron mayor posibilidad de participar e influir en la política de desarrollo distrital. En ese momento ya se tenía disponibilidad, a nivel local, de una proporción del presupuesto del gobierno central. Esto significó que los políticos y las organizaciones locales se sintieran presionados a hacer más productivos sus distritos, mientras que la población rural se volvió crecientemente conciente y activa en demandar apoyo del gobierno local.

El cabildeo o 'lobby' de los campesinos colocó al programa de estanques en la agenda del desarrollo local y regional, y muy rápidamente los partidos políticos se dieron cuenta de su potencial político. Varias ONG comenzaron a vincularse con el gobierno local para acceder a fondos y material disponible localmente para apoyar este programa. Organizaciones como CORACA, por ejemplo, hicieron alianzas estratégicas con los gobiernos distritales y comenzaron a trabajar con contratistas privados.

En 1998, hubo un terremoto en Cochabamba. Los fondos disponibles para la reconstrucción también estimularon un mayor esfuerzo institucional para el riego. Se formó una unidad técnica para trabajar con organizaciones locales implementando proyectos a nivel de campo. Se desarrollaron estándares para el diseño e implementación de estanques debido a que la experiencia había mostrado que existía una necesidad de estándares téc-

nicos y administrativos más altos. Como resultado, la calidad de los estanques mejoró aunque esto significó un incremento importante en los costos.

Aceptación

Conforme al avance del conocimiento y difusión de los estanques y de la agricultura de estanque en los valles interandinos de Bolivia, su aceptación por la propia población y las autoridades locales, regionales y nacionales creció. El tema tiene ahora un reconocimiento formal y se incluye en los currículos de las universidades y centros de capacitación. También el concepto de agricultura de estanque está ahora firmemente reconocido y establecido, tanto en las agendas políticas locales como en las regionales.

La comunicación y la colaboración entre comunidades, gobierno y organizaciones de desarrollo locales ha mejorado considerablemente durante los años recientes y la agricultura de estanque se ve ahora como una iniciativa útil para trabajar en conjunto entre los diferentes actores rurales. El siguiente esfuerzo conjunto podría ser para adaptar la tecnología de estanque y hacerla más económica. La experiencia de Bolivia en agricultura de estanque ha mostrado que, sin importar qué tan relevante pueda parecer una tecnología en el momento de implementación del proyecto, siempre existe lugar para mejorarla. Es importante regresar al área de un proyecto para evaluar los resultados de largo plazo y aprender de ellos. ■

Michiel Verweij. Sharing Capacities in Managing Natural Resources. SNV Zimbabwe. Arundel Office Park, Block 9 Norfolk Road, Mount Pleasant, Zimbabwe.
Email: mverweij@snvworld.net

Referencias

- Maita, J.C. y Verweij, M.J., 1996. **Water means life.** *ILEIA Newsletter* 12.1, abril 1996, p.12.
- PDAR 1992. **Caracterización y evaluación de atajados construidos por PDAR en 1991.** Informe interno, Cochabamba.
- Verweij, M.J., 2001. **Cosechar lluvia: Guía de implementación y uso de lagunas-atajados.** CORACA-SNV, Cochabamba, Bolivia.
- Verweij, M.J. 2001. **Towards sustainable pond farming.** *LEISA Magazine* 17.3, octubre 2001, p.43.

Segundo Curso Latinoamericano en Control Biológico de Malezas

7 al 10 Junio 2004
Nicaragua, Montelimar

El Segundo Curso Latinoamericano en Control Biológico de Malezas organizado por la Universidad de Florida en cooperación con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, se llevará a cabo del 7 al 10 de Junio 2004 en el hotel Barcelo en Playa Montelimar, Nicaragua. Los objetivos de este curso intensivo es proveer a los participantes con los principios básicos y métodos usados en el control biológico de malezas usando insectos y patógenos. Las charlas serán impartidas en español.

Para obtener mayor información contactar al Dr. Julio Medal, coordinador del curso: medal@ifas.ufl.edu

<http://biocontrol.ifas.ufl.edu/materials/nicaragua.htm>

Reintroducción del agroecosistema de los waru waru

Alipio Canahua Murillo y Raúl Ho

Al recorrer, divisar desde el avión u observar las aerofotografías de las planicies del altiplano de Puno, nos encontramos con un sistema de canales y terraplenes alternados, en las riberas de los ríos y lagunas de esta zona, y en especial, en las orillas del lago Titicaca. Son infraestructuras agrícolas de la época prehispánica; desarrolladas, probablemente, para el manejo del suelo y el agua para la agricultura de humedales y áreas con inundaciones temporales. En conjunto constituyen el agroecosistema de camellones. En el período de 1986 a 2001, instituciones públicas y ONG promovieron la revaloración y reintroducción de éste al sistema agrícola del altiplano. Hay experiencias interesantes sobre las ventajas y limitaciones de su manejo en el contexto actual que dan pie a interrogantes sobre el por qué de su uso y abandono, así como a perspectivas para el futuro

Orígenes de la infraestructura

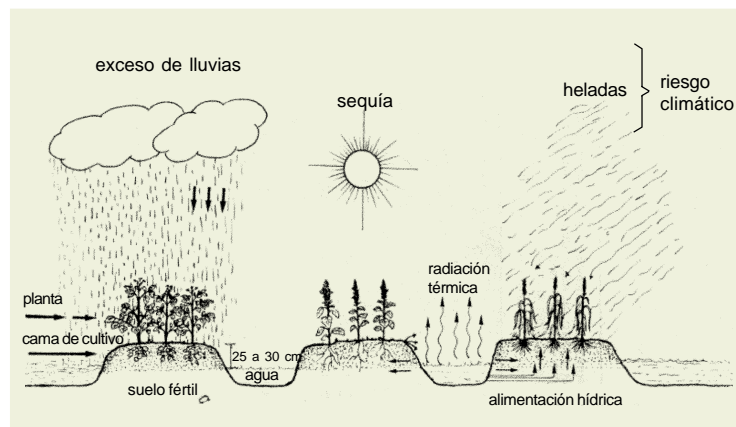
En el altiplano de Puno, Perú, entre los 3.820 y 3.950 msnm, las culturas prehispánicas, pre inca e inca, basadas en el conocimiento de las variaciones topográficas y ecológicas de este espacio, así como en la organización social para el trabajo solidario, desarrollaron infraestructuras agrícolas como: andenes ('pata patas') en las laderas; canchones e irrigaciones ('huyos e irpas') al pie de los cerros; lagunas temporales ('q'ochas ó q'otañas') en las lomadas secas y camellones en las planicies con nivel freático alto e inundables por la crecida de los ríos, lagunas y el lago Titicaca, en tiempo de lluvias.

A los camellones se les denomina 'suka collos' en el idioma aymara (surcos elevados) y, desde 1986, se les conoce como 'waru waru', topónimo quechua del distrito de Huata (Erickson -1985).

Existen en Puno, alrededor de 102.440 hectáreas con vestigios de camellones (Díaz y Velásquez, 1991). Respecto a sus orígenes, se conoce por estudios arqueológicos que la construcción de los camellones en Puno se inició en el año 1.000 a.C. y su proceso de desarrollo abarcó 1.300 años. A partir del año 300 d.C. decae la intensidad de su uso, incluso se llegan a abandonar algunas áreas. Posiblemente en el año 1.000 d.C. se habría reiniciado su construcción. No se tienen referencias históricas de su uso entre 1450 y 1540 d.C., período inca en que se inicia la conquista y colonización española (Ericson, op cit).

Sin embargo, en la actualidad, las comunidades campesinas aún mantienen la técnica y los principios de manejo del agua, suelo y cultivos o agricultura en humedales y en zonas inundables, conocimientos que se han transmitido de generación en generación. Las evidencias se encuentran en los lugares inundables y pantanosos donde los agricultores de esta zona continúan haciendo camellones, generalmente de 2 a 10 m de ancho por 10 a 20 m de largo y 0.4 a 0.80 m de alto. Estas dimensiones pueden variar en función de la pendiente y el nivel del agua en el suelo. Los camellones de esta zona del altiplano de Puno están alternados y conectados con canales de agua, los mismos que cumplen funciones de captación, aducción y drenaje. A éstos, localmente se les denomina 'wathus', 'wachus' o 'chapas'.

En el periodo de 1986 al 2001, las comunidades campesinas con apoyo de instituciones públicas y privadas, reconstruyeron alrededor de 4, 460 hectáreas de este sistema, para que éstas sean manejadas y ampliadas gradualmente sin intervención externa. El 37 por ciento de éstas (1, 685 ha/sistema) corresponde



Funcionamiento del agrosistema de camellones o 'waru waru' dentro de la relación suelo-agua-planta para contrarrestar los riesgos climáticos (A. Canahua)

a 161 comunidades que trabajaron con la facilitación del proyecto «Waru waru: Riesgos y Desarrollo Agrícola del Altiplano», del convenio CARE PERU – Embajada Real de los Países Bajos (1992 – 2001). Los resultados y análisis de este artículo corresponden, en gran parte, a este proyecto.

Al inicio del Proyecto, se hizo evidente que las familias aymaras de la Zona Agroecológica (ZA) Circunslacustre afrontan problemas como: el minifundio, el sobre pastoreo de praderas naturales, la escasez de tierra para la agricultura por la erosión del suelo en las laderas y la destrucción paulatina de los andenes. Por otra parte, en el territorio de las comunidades quechuas del norte del departamento de Puno, se encuentra el 90 por ciento de las áreas con restos de camellones. Las comunidades de esta zona son adjudicatarias de las tierras reestructuradas de empresas asociativas (Sociedades Agrarias de Interés Social-SAIS y Cooperativas Agrarias de Producción CAP). Desde la época colonial y durante la república, hasta antes de la aplicación de la Reforma Agraria peruana de 1969, estas mismas tierras constituyeron latifundios extensos donde las áreas planas eran destinadas a praderas naturales para el pastoreo extensivo del ganado ovino y vacuno de propiedad de las haciendas. En estas praderas la agricultura fue muy restringida, hasta casi prohibida.



Restos preincas de camellones; comunidad campesina Alto Catacha (Lampa, marzo 2001)

Foto: Alipio Canahua

En las comunidades de esta zona, el denominador común de las familias es el déficit de alimentos que cada año tienen durante los cinco a siete meses de estiaje (tiempo seco sin precipitación pluvial), con los consiguientes problemas de subalimentación, migración y conflictos sociales. Es por esto que se recurre a los camellones, como una de las opciones para lograr el desarrollo exitoso de los cultivos en esta zona de agricultura de alto riesgo. La revaloración y recuperación de esta antigua tecnología de manejo del suelo y agua de riego, permitió su reintroducción en el sistema de producción agrícola de las comunidades campesinas.

Resultados del proceso

En términos de las ventajas y limitaciones encontradas en este proceso de reintroducción de los 'waru waru' en el altiplano de Puno, los resultados más relevantes han sido los siguientes:

a. Una tecnología propia para recuperar áreas inundables y marginales

Las experiencias de este proyecto y las de otros similares demuestran que, en el contexto actual, el agroecosistema de camellones es una de las alternativas eficientes para recuperar áreas inundables y marginales de escaso valor biológico y económico para la agricultura convencional, así como también para la actividad agropastoril.

El principio está en la gestión y manejo del agua, suelo, cultivos y crianzas en un espacio geográfico, como una cuenca o microcuenca, (Canahua, et al - 2002). En este contexto, mediante los canales se logra la cosecha o acumulación del agua en periodos de sequías, y el drenaje en la época de inundaciones por crecidas del lago, lagunas y desbordes del cauce de los ríos. Por otra parte, el agua presente en los canales cumple funciones de subirrigación y termorregulación, por lo que es posible atenuar las heladas imprevistas durante los periodos de sequía, elevando localmente la temperatura ambiente en 1,6° a 2,7° grados centígrados (Aguilar, et al. 1998).



Cultivo de variedades de papa en camellones; comunidad campesina Cuteni Capilla (Juli, febrero 2000) Foto: Alipio Canahua

b. Eficiente sistema para el manejo de la fertilidad del suelo y mejoramiento de la productividad agrícola

La productividad de los cultivos está en función del manejo y mejoramiento de la fertilidad física, biológica y química de los camellones, además del drenaje, subirrigación y calidad de las semillas. La fertilidad de los suelos de los camellones reconstruidos es generalmente buena (1.5 a 5.3 por ciento de materia orgánica) por lo que la productividad de las cédulas de cultivos, en los primeros años, es alta. En éstos, la altura de la cama de cultivo no debe ser menor de 20 cm.

Para el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad de los suelos se recurre a técnicas tradicionales tales como: la reincorporación -cada tres a seis años- del suelo orgánico acumulado en los canales como parte del mantenimiento de los camellones; el cultivo de leguminosas como el tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y el haba (*Vicia faba*), que prosperan en los terrenos franco a franco arenosos de la ZA circunlacustre; y la incorporación de estiércol de ganado a razón de cuatro a siete t/ha/neta.

c. Mejoramiento de la productividad de los cultivos andinos y adaptados

Se demuestra que, en las ZA circunlacustre y 'sumi' de Puno, los cultivos potenciales son los andinos y los adaptados a las condiciones climáticas del altiplano. Para la zona circunlacustre, la cédula y la rotación de cultivos se basan en: papa dulce (*Solanum tuberosum* ssp *andigena*), quinua blanca (*Chenopodium quinoa* Willd.), cebada grano (*Hordeum vulgare*), habas (*Vicia faba*), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y hortalizas. Estos cultivos se alternan con periodos de descanso de uno a dos años.

En la ZA suni, por el mayor riesgo a las heladas, la rotación se hace en base a las papas amargas (*Solanum juzepczukii* Buk y *S. curtilobum* Juz), y dulce, cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.), cebada y avena forrajeras (*Avena sativa*), alternando estos cultivos con periodos de descanso de tres hasta diez años. Se ha ensayado y demostrado que, en estos años de descanso, es posible introducir plantas forrajeras como cultivos asociados, por ejemplo: alfalfa (*Medicago sativa* L.) y dactylis (*Dactylis glomerata*), con lo cual se retoma el sistema agropastoril, además de mejorar la fertilidad del suelo.

El cultivo en camellones de la papa, la quinua o la cañihua -especies tolerantes a los suelos salinos- contribuye a la seguridad de las cosechas y mejora la productividad, porque propicia condiciones favorables al desarrollo de las plantas, tales como la subirrigación, la fertilidad del suelo, el drenaje del camellón y la disminución del riesgo a las heladas. En las nueve campañas agrícolas realizadas de 1992 a 2001 se obtuvieron, en promedio, rendimientos de 9.932, 768 y 865 kg/ha. El impacto es mucho mayor cuando se recuperan áreas marginales, como es el caso de los camellones en las riberas de los ríos y lagos o su uso para la recuperación de lagunas, donde, en algunos casos como el de la comunidad de Caritamaya (Acora), los rendimientos superaron los 19.500, 2.800 y 1.550 kg/há. (CARE-Perú, 1996 y 2001).

d. Los canales disminuyen las plagas de hábitos epigeos

Los canales que alternan y rodean a los camellones, constituyen eficientes trampas para las plagas de insectos de hábitos epigeos. Es necesario, sin embargo, prevenir la infestación de plagas a través de las semillas.

La rotación de cultivos, alternada con años de descanso, además de recuperar la fertilidad del suelo, evita la proliferación de plagas, enfermedades y nemátodos. De manera que con el mejoramiento de la fertilidad del suelo, así como con el control natural de plagas y enfermedades, los camellones constituyen agro-ecosistemas para la producción agroecológica de cultivos, cuya demanda en el mercado internacional va en aumento.

e. Permiten contribuir a la seguridad alimentaria de las familias

En base al registro sistemático de los resultados de las cosechas de los cultivos en camellones, se estima que el promedio de la contribución de alimentos a la canasta familiar es del 28 por ciento, reduciéndose así su déficit de dos a cero meses. Inclusive, en algunos casos, se generan excedentes para el mercado y para compensar los años de pérdida de cosechas; tal es el caso de muchas comunidades ubicadas en otras zonas del departamento de Puno, donde se han recuperado antiguos camellones para incorporarlos al sistema productivo de los agricultores campesinos (Macaya, Piripirini y Catahui Cucho, en Azángaro; Suancata y Muyapampa en Juli, Ancorin Huaral en Lampa, Titihue en Huancané, San Juan de Aracachi en Kelluyo), Caritamaya en Acora).

f. Fortalecimiento de la organización de comunidades para la gestión

Las actividades de (re)construcción y producción agrícola en camellones mediante actividades de colaboración recíproca entre familias ('ayni' y 'minka') contribuyeron al fortalecimiento de las 161 comunidades participantes en la gestión de los recursos naturales y procesos productivos. En los tres últimos años, ciento dos comunidades participantes fueron promovidas a Organizaciones de Segundo Nivel (OSN), por distrito y microcuenca. En este proceso se han aprendido lecciones y logrado experiencias interesantes: el agroecosistema de camellones constituye una forma de gestión del territorio y del agua, al interior de las comunidades y entre ellas. En relación al manejo del agua, las OSN han iniciado la concertación para la solución de conflictos de aducción y de drenaje entre comunidades. La formulación, facilitación e implementación del proyecto Plan Piloto de Gestión del Ambiente y del Agua en la Microcuenca San José, Azángaro, se basa en esta experiencia.

Las OSN son también espacios interesantes para la articulación organizada de productores con el mercado, asistencia técnica y gestión de proyectos complementarios. Por ejemplo, en el caso de la quinua, cada familia vende a los intermediarios entre 20 y 193 kilos/año. En mayo de 1999, seis OSN ofertaron 275 toneladas métricas de quinua, de mejor calidad y precio, a los agroindustriales de Puno y Juliaca (Amachi, 1999).

Limitaciones

En el contexto actual existen, también, limitaciones para la reconstrucción y manejo del agroecosistema de camellones:

a. Alta demanda de mano de obra y herramientas

Para la reconstrucción de una hectárea de camellones, en forma manual, se requiere de 380 a 860 jornales -según la dureza del suelo- y un equipo de herramientas como «chakitaklla» (arado de pie), picos, palas, carretillas y rastrillos. Al inicio del Proyecto la reconstrucción de camellones fue manual, por lo que las comunidades recibieron herramientas como parte del apoyo institucional. Ahora, varias comunidades de la zona han empezado a incorporar el tractor para la roturación del suelo, lo cual permite reducir el esfuerzo humano e incorporar más áreas al agroecosistema de camellones.

b. Esterilidad del suelo en la cama de cultivo

Este hecho es frecuente en los suelos agrícolas superficiales (menores de 20 cm.) y de horizontes inferiores con acumulación de carbonatos. La solución está en la incorporación de suelos fértiles a la cama, mediante su transporte desde lugares cercanos.

c. Gestión y manejo del agua y recontrol de su nivel

Los camellones son parte de la gestión del sistema hidrográfico, en una cuenca o subcuenca, y su funcionamiento es también consecuencia del control del nivel de agua en los canales. Pero con la parcelación de las tierras comunales, la fijación de linderos y la construcción de defensas ribereñas y carreteras, se ha dificultado el manejo del agua para la aducción y el drenaje.

De otra parte, por las variaciones extremas de la precipitación pluvial, en los años de sequía los canales están vacíos y en los lluviosos, inundados, provocando la pérdida de las cosechas. Por ello a las OSN les toca cumplir un rol importante en la gestión de conflictos. Es importante señalar que los camellones resultan ser adecuados para mejorar la productividad de los sembríos de quinua y cañihua, porque el exceso de agua en el suelo afecta su desarrollo, sin embargo son resistentes a la sequía y a los suelos salinos (halófilas) y responden bien a la materia orgánica residual del cultivo anterior (generalmente papa).

Uso actual y perspectivas

A 17 años de haberse iniciado la reintroducción del agroecosistema de camellones, es pertinente una mirada retrospectiva y prospectiva. En base a observaciones de campo y entrevistas con los líderes de las comunidades campesinas, es posible afirmar que el estado actual de las 4.460 ha/sistema de camellones varía. Algunos han sido abandonados, gran parte está en descanso y otros en uso intensivo.

Cerca del 20 por ciento de los camellones reconstruidos ha sido abandonado, algunos por la esterilidad de sus suelos y el consiguiente bajo o nulo rendimiento de los cultivos; otros, porque han vuelto a ser destinados a la producción ganadera por constituir pasturas de buena productividad. .

Los camellones declarados en descanso son alrededor del 50 por ciento, y están en su mayor parte en las comunidades de la ZA suni, al norte del Lago Titicaca. Sus propietarios sostienen que es importante hacerlos descansar, alternando el cultivo con el pastoreo para la recuperación de la fertilidad del suelo. Los camellones que están en uso regular a intensivo se encuentran en comunidades circundantes al lago y cerca de los ríos, donde el minifundio es predominante. El incremento del nivel de las

aguas y las inundaciones favorecen a estas comunidades, con limo fértil y la eliminación de plagas potenciales.

Volviendo a los camellones en descanso prolongado se percibe que, en términos generales, entre las causas que lo determinan están el costo de la mano de obra y la disponibilidad de tierras para el pastoreo. Desde esta perspectiva la agricultura en los camellones es, en general, para la seguridad alimentaria. Los ingresos monetarios provienen de la ganadería y otras actividades económicas.

Conclusiones y lecciones aprendidas

- a. El agroecosistema de camellones, es una de las alternativas que poseen los agricultores para recuperar áreas inundables y marginales, cuyo principio está en la subirrigación, drenaje y termorregulación del ambiente. La lección aprendida es que para su reintroducción y desarrollo agrícola, es fundamental el conocimiento de los procesos agroecológicos, organizacionales y culturales de las comunidades campesinas.
- b. La reintroducción de los camellones o waru-warú al sistema global de producción campesina y desarrollo agrícola, depende de las condiciones de los componentes agua, suelo y cultivos en una cuenca hidrográfica, y por consiguiente de las propuestas técnicas para su mejora y conservación. Otro factor de importancia para la sostenibilidad de este agroecosistema es el fortalecimiento de la organización de las comunidades campesinas para su gestión. Una de las lecciones aprendidas es que el fortalecimiento organizacional es un proceso, complejo y lento, de acción e interaprendizaje, su efectividad está en el respeto a las organizaciones comunales establecidas. Estas ejercen el control social y de gobierno en su territorio, mantienen niveles de cohesión para la consecución de objetivos comunes de sus asociados, garantizan la calidad y representatividad de sus líderes en concordancia con las expectativas de la comunidad, realizan asistencia técnica y la gestión de proyectos complementarios y la compra/venta asociada y rápida de sus productos e insumos.
- c. El agroecosistema de camellones es un componente más del sistema de producción agropecuaria de las comunidades y parcialidades; su contribución es básicamente para la seguridad alimentaria de las familias que las integran. Sin embargo, con el mejoramiento de la tecnología de reconstrucción -con intervención de maquinaria agrícola- y gestión del agua en espacios mayores, como cuencas y microcuencas, es posible la producción de cultivos en mayor escala para su comercialización en el mercado. ■

Alipio Canahua Murillo

Oficina Regional Puno de CARE PERU
 Telef. 51 51 352982. Puno, Perú
 Email: canahuua@puno.care.org.pe

Raúl Ho

CARE PERU
 Telef. 51 1 4317430. Lima, Perú
 Email: Ho@care.org.pe

Referencias

- Amachi, F. 1999. **Potencial de mercado para quinua y papa amarga del área de influencia del proyecto Waru waru II. Informe Técnico.** Oficina Regional Puno. CARE - PERU.
- Aguilar P.C., Canahua A, Cutipa Z. 1998. **Variación de las temperaturas mínimas en Agroecosistema Waru Waru. Informe Técnico.** Proyecto Waru Waru. CARE Perú. Embajada Holanda. Puno, Perú. 15 p.
- Canahua, A., M. Tapia, Z. Cutipa y A. Ichuta. 2002. **Gestión del espacio agrícola (Aynokas) y agrobiodiversidad en papa y quinua en las comunidades campesinas de Puno.** En SEPIA IX. Edit. SEPIA - CARE - OXFAM. Lima, Perú.
- CARE - PERU. 1996 y 2001. Oficina Regional Puno. **Informes finales de los proyectos Waru waru I y Waru waru II.** Puno, Perú.
- Díaz, C. y E. Velásquez. 1991. **Inventario de infraestructuras agrícolas andinas en Puno. En Seminario Perú - Bolivia sobre investigación en Camellones.** Convenio COTESU/IC - PELT/INADE. Puno, Perú.
- Erikson, C. 1985. **Cronología de Camellones en la Cuenca del Lago Titicaca. En 45 Congreso Internacional de Americanistas.** 1 al 7 de julio de 1985. Bogotá, Colombia.
- Tapia, M. 1997. **Los sistemas de producción agrícola campesina en los Andes del Perú.** En: La sostenibilidad de los sistemas de producción campesina en los andes. CONDESAN, Lima 12, Perú.



Cosecha del agua y participación organizada de la comunidad en Cullpe

Paisaje de Cullpe con la represa construida por la comunidad

Foto: E. Lopez

Eduardo López Ayala
Catherine M. Hirbour

El centro poblado de Cullpe se ubica a 92 kilómetros al sur de la capital del Perú, Lima. La historia de esta comunidad constituye un modelo exitoso de desarrollo endógeno. Los comuneros vivían en condiciones de pobreza y su economía descansaba en recursos naturales limitados, particularmente la escasez del agua. Sin embargo, gracias a la organización de la población y a su capacidad de liderazgo, el paisaje agrícola ha sido modificado para sentar las bases del desarrollo local. Después de mucha controversia y sacrificios, los cullpinos construyeron una represa y un sistema de riego que les provee agua todo el año. Este artículo examina el proceso de transición de una economía de subsistencia a una economía mercantil, y el papel clave de la cosecha del agua.

La primera parte del artículo describe la organización política y social en Cullpe. La segunda analiza los procesos de cosecha de agua y los sistemas de producción agropecuaria. La tercera, y última parte enfoca el uso racional y eficiente del agua.

Organización política y social en Cullpe

Cullpe es una comunidad campesina de la cuenca alta del río Lurín, los comuneros han demostrado su capacidad para afrontar los constantes retos de la inseguridad climática de la zona. Forma parte de la cabecera de la cuenca, ubicada en las estribaciones de la cadena occidental de los Andes centrales.

De acuerdo a la clasificación ecológica andina (*Geografía del Perú*, Javier Pulgar Vidal, Lima, 1941) comprende los pisos altitudinales 'quechua' y 'suni', que van desde los 2.500 hasta 4.200 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura promedio anual de 10 °C y precipitación media anual de 600 mm. Políticamente pertenece al distrito de Tupicocha, provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

La comunidad de Cullpe cuenta con una junta directiva, integrada por un presidente, un tesorero y un secretario. Para la toma de decisiones, la participación organizada de la comunidad se realiza de manera concertada, considerando a hombres y mujeres. Esta institucionalidad es el espacio democrático para la discusión, el debate y la formulación de propuestas. La organización social ha sido un elemento clave en el desarrollo endógeno

de la comunidad, que ha permitido la mejora de sus sistemas de cosecha de agua.

La comunidad de Cullpe, es una referencia muy importante para el resto de organizaciones campesinas de este espacio. Este liderazgo se explica también porque está formada por 30 familias, todas emparentadas entre sí.

La organización actual de la comunidad tiene en cuenta la conservación de los recursos naturales, especialmente el agua y el suelo, para lo cual emplean tecnologías agro-ecológicas (riego tecnificado, abonos orgánicos, manejo integrado de plagas, entre otras). Todos los años, para el manejo del agua, los campesinos de Cullpe realizan trabajos de conservación y mantenimiento de la represa de Yanisiri, y también reparaciones de las tuberías principales y secundarias que conducen a los campos de cultivo. Estos trabajos los hacen los comuneros, hombres y mujeres, con la finalidad de hacer un uso eficiente de un recurso tan escaso.

La cosecha del agua y los sistemas de producción agropecuaria

Durante las últimas décadas, la producción agropecuaria de Cullpe ha sufrido un fuerte y acelerado proceso de deterioro, particularmente por la alteración del ciclo hidrológico, la deforestación creciente y el sobrepastoreo. Este problema ambiental ha generado fuertes procesos de desertificación -degradación de la cobertura vegetal, erosión y pérdida de fertilidad del suelo- y la reducción continua de la disponibilidad de agua. Los agricultores de la comunidad que trabajaban sus pequeñas parcelas de tierra, notaban la falta de agua y la erosión de los recursos naturales de la zona.

Además del deterioro de la producción agropecuaria, los riesgos climáticos -particularmente de sequías y heladas debidos a la ubicación altitudinal-, el minifundio y, sobre todo, la escasez del agua, fueron factores determinantes para la migración de las familias jóvenes a la ciudad de Lima y a otras regiones de la costa del Perú, en búsqueda de oportunidades de empleo. Los servicios básicos de agua potable, electricidad, atención de salud y comunicaciones no estaban disponibles en Cullpe, a pesar de estar cerca de la ciudad de Lima. La escasez del recurso hídrico en esta localidad, es uno de los desafíos más grandes para los cultivos y la sobrevivencia humana. Esta situa-

ción motivó a los líderes de la comunidad a buscar información sobre tecnologías que permiten hacer un uso más eficiente del agua. Este proceso fue muy lento, el aprendizaje conseguido también fue gradual. La comunidad supo aprovechar y rescatar algunas tecnologías ancestrales como el empleo del estiércol del ganado y animales menores, la rotación y asociación de cultivos, el descanso de las tierras para la recuperación de su fertilidad, y las técnicas para la cosecha del agua de lluvia.

La idea de hacer construcciones para represar el agua de lluvia, surgió cuando algunos de los líderes de Cullpe visitaron y conocieron la construcción de la represa de Gallito Ciego, en la costa norte del Perú. Fue entonces, en la década de los ochenta, que tomaron la decisión de iniciar la construcción de la represa de Yanisiri, que tiene una capacidad para cosechar 60,000 metros cúbicos de agua. Para la comunidad de Cullpe esto fue un esfuerzo colectivo y de cultura de trabajo; constituye una verdadera revolución. En efecto, la disponibilidad del agua durante el año significa aumentar el número de hectáreas destinadas para la agricultura y planificar la producción en función a la demanda de los consumidores. También ha significado que la población comunera que participó en la realización de la obra, rescate y recree tecnologías ancestrales, como la cosecha de agua de escorrentía de áreas no agrícolas para trasladarla a pequeños reservorios o estanques.

Aprovechando las quebradas del lugar, represan el agua de los torrentes naturales con diques, construidos con piedra, fierro y cemento. La cosecha o captura del agua de lluvia es una tecnología que ha permitido a los hombres y mujeres de Cullpe, enfrentar los continuos y agudos problemas de escasez de agua, incrementando su disponibilidad a partir de la construcción de reservorios para su captación y almacenamiento. El eficiente manejo del agua por la comunidad de Cullpe también ha permitido la diversificación productiva de sus parcelas, el incremento de la agrobiodiversidad y como una consecuencia muy importante, la mejora de los niveles del acuífero en la cuenca media y baja del río Lurín.

La construcción de la represa de Yanisiri ejecutada con recursos propios y sin apoyo externo, demandó a los comuneros de Cullpe sacrificios y la superación de muchas dificultades. Ellos eran conscientes que el agua de la represa siendo un aporte vital, no era suficiente para el riego de sus cultivos mediante los sistemas tradicionales (riego por gravedad, en diferentes variantes). Era imperiosa la necesidad de ahorrar este nuevo recurso, para que la inversión realizada en la construcción de la represa produzca resultados que beneficien a todos los que participaron en su construcción. La información sobre riego tecnificado (goteo, aspersión y microaspersión) la obtuvieron los comuneros a través de los programas de televisión y radio, que se transmiten de madrugada.

Por la precariedad de sus ingresos no les era posible la compra de los módulos de riego presurizado (el costo por hectárea bordea los US \$3.000). Sin embargo, por su capacidad de innovación adoptaron tecnologías de bajo costo y fácil manejo. En el proceso del cambio técnico para el riego con ahorro de agua, empezaron utilizando cientos de millares de latas pequeñas de conservas, de forma cilíndrica, que eran material de desecho. A cada una de ellas le colocaban una porción de lana de oveja y de agua. Luego, colocaban cada lata al lado de una planta de arveja, haba o papa. En el Perú, a esta tecnología se le ha denominado 'riego tecnificado cholo'. Cabe precisar que cada vez que se agotaba el agua en las latitas, era necesario volverlas a llenar para que el riego no se interrumpiera. Los comuneros reconocen que estas actividades requerían dedicación y paciencia. Cuando llegó el período de las cosechas, pudieron constatar los beneficios del uso eficiente del agua de la represa; se elevó la productividad, disminuyeron las plagas y enfermedades, y, principalmente, mejoraron sus ingresos. Las utilidades obtenidas les permitió la compra de mangueras, goteros y microaspersores. Con el tiempo, el 'riego tecnificado cholo' ha sido reemplazado por el riego por goteo, la microaspersión y aspersión. En la

actualidad, cuentan con aproximadamente 20 hectáreas con riego tecnificado en los cultivos de papa, arvejas, hortalizas, alfalfa y hierbas aromáticas.

La cercanía al mercado de una gran ciudad como Lima, con más de 8 millones de habitantes, el relativamente fácil acceso al conocimiento e información, su interés y voluntad de aprender y adoptar tecnologías, son algunos de los factores que han contribuido con éxito a resolver el problema de la escasez de agua. Para los comuneros de Cullpe, el agua es un ser vivo al que es necesario tratar con cariño; hay que cuidarlo. El agua les permite la integración entre la comunidad y la naturaleza. Esta experiencia merece ser comprendida, valorada y difundida para posibilitar su réplica en otras zonas de montaña árida, donde la agricultura es la principal actividad productiva y se practica en condiciones de estrés hídrico casi permanente. También, es importante destacar que la represa de Yanisiri fue ejecutada con recursos propios, sin apoyo externo.

El uso racional y eficiente del agua

Los comuneros de Cullpe, para la distribución del agua de riego, tienen un comité de regantes que se encarga de asignar las horas de riego para cada usuario. Este comité supervisa los trabajos comunales que están vinculados al mantenimiento y reparación del sistema de riego, en coordinación con la dirigencia de la comunidad. Asimismo, tiene la función de imponer sanciones (multas) a los comuneros que infringen las normas aprobadas democráticamente.

El abastecimiento de agua para el consumo doméstico se hace a través de los manantiales que existen en el lugar, muy cercanos a las viviendas. Sin embargo, este abastecimiento abierto no es el más adecuado por la contaminación que ocasionan los excrementos de los animales, razón por la cual los comuneros se ven obligados a hervir el agua para evitar enfermedades. El paso siguiente para la comunidad consistirá en realizar las instalaciones de agua potable domiciliarias y el tratamiento del agua para potabilizarla.

Es muy interesante comprobar que, a partir del problema del agua, esta comunidad ha venido asumiendo y adoptando un conjunto de tecnologías agroecológicas, para la conservación de los recursos naturales, la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad de su producción agrícola. La comunidad campesina de Cullpe, ha pasado de una economía de subsistencia con inseguridad alimentaria, a una economía de mercado con seguridad alimentaria. Este proceso de cambio ha propiciado la superación de la pobreza en la comunidad, sentando las bases de un agroecosistema que está demostrando ser, ecológica y económicamente, sostenible.

Cullpe es un caso de comunidad campesina que no se ha congelado en el tiempo sino, más bien, es un ejemplo de que rescatando y recreando el conocimiento y las tecnologías ancestrales, los comuneros han logrado con eficacia y eficiencia adoptar los aportes de las nuevas tecnologías para el uso del agua. ■

Sociólogo, **Eduardo López Ayala**

Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED) en Lima, Perú.

Email: eduardo@ciedperu.org www.ciedperu.org

Candidata Ciencias Políticas, **Catherine M. Hirbour**

Universidad de Columbia Británica, Vancouver, Canadá.

Email: hirbour@interchange.ubc.ca

Referencias

- Altieri, Miguel. **Enfoque agroecológico para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles en los Andes** Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED), Lima: 1996.
- Claverías Huerse, Ricardo. **Agroecología: Evaluación de impacto y desarrollo sostenible**. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED), Lima: 1999.
- Putnam, Robert. **Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community**. New York: Simon & Schuster, 2000. For quote, refer to Bowling Alone, by Robert Putnam Website. <http://www.bowlingalone.com/socialcapital.php3> Online.
- Rojas Melo, Teodoro Mesías. «Manejo Ecológico del Agua: Experiencia de la Comunidad de Cullpe» en **Agricultura Ecológica: Hablan los productores de sus experiencias exitosas: Resumen del IV encuentro nacional de productores ecológicos del Perú**. Huánuco, Perú: ANPE, Agosto 11-13, 1999.
- Varas Castillo, María Nilda. **Agua y Cambios en la Comunidad de Cullpe**. IPROGA Revista Agua y Riego, Nro. 14. Online. http://www.ciedperu.org/agualtiplano/revista/rev_agua/rev14/rev14d.htm.

Testimonio de una experiencia de aprovechamiento del agua de riego en un fundo situado en laderas de fuerte pendiente y en una zona de mínima precipitación pluvial, pero con acceso y vinculación al mercado

Fundo Shaja

Mi fundo está ubicado en la sierra del departamento de Lima, a 3.000 m sobre el nivel del mar, en el distrito de Langa, provincia de Huarochirí.

Es una zona de cerros con una capa arable, en su mayor parte, de sólo 15 cm. de profundidad y durante la temporada de lluvia en los meses de enero a marzo, hay abundante disposición de agua. Durante los restantes meses del año, principalmente de mayo a diciembre, el agua es sumamente escasa. Es por ello que los lugareños hacen la siembra en los meses de enero y febrero, para aprovechar la mayor disposición de agua, y en los meses restantes no se siembra cultivos de pan llevar como papas, arvejas, maíz, etc., debido a la escasez de este recurso.

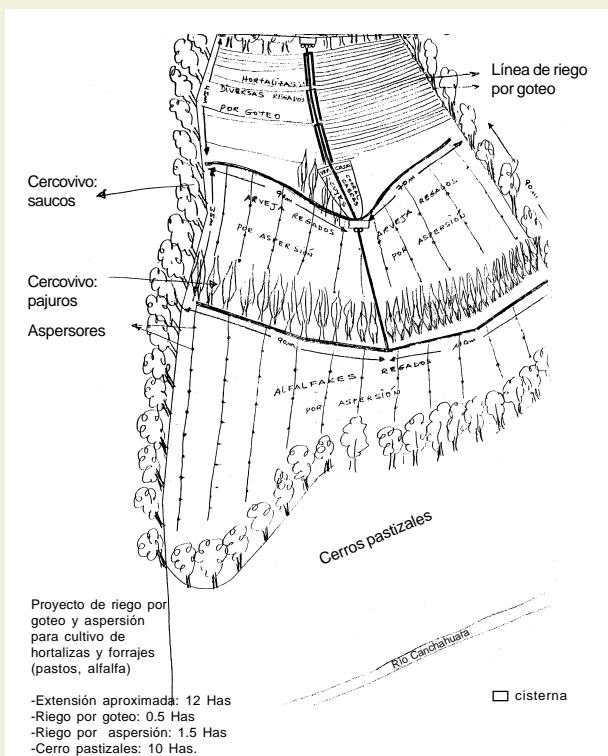
Estas son razones suficientes que me han hecho optar por optimizar el uso del agua y diseñar un sistema de riego por goteo para los cultivos como la papa, arvejas, alcachofas, y otras hortalizas, y riego por aspersión para pastos y otros cultivos forrajeros como la alfalfa. Paralelamente voy construyendo andenerías, como las incaicas, para mejorar y conservar el suelo.

Antes a mis melocotoneros les tocaba la 'mita' del riego cada 3 meses, al igual que los alfalfares que se regaban cada tres meses, con una alta erosión del suelo debido a que el terreno tiene una pendiente mayor de 5%, y a la dificultad de controlar el agua porque se echaba al terreno, en tres tomas con tres regadores. Este tipo de manejo del agua trae pobreza a los campesinos que vivimos en la zona. Los frutales tienen un rendimiento bajísimo y los alfalfares se secan porque no alcanza el agua para regarlos.

Mejorando el sistema de riego y haciendo un uso óptimo del agua, es que puedo sembrar todo el año incluyendo las épocas de escasez de agua. Con-

jugando con la construcción de andenerías y haciendo incorporación de materia orgánica al suelo es que pude mejorar la fertilidad de la tierra. Todas las frutas cosechadas las llevo a vender directamente al público en la Bioferia de Miraflores.

La distribución de mi parcela es 80% de pastos naturales con alfalfares para la crianza de vacas (cuento con cuatro vacas y un toro); tengo como meta criar 20 vacas. Todo este terreno es regado en época de abundancia de agua con 15 aspersores por puesta, en 12 horas de riego, y en la época de escasez de agua con 5 aspersores por puesta, en 6 horas de riego.



Comparación de un terreno bajo riego tecnificado con su similar de riego por gravedad en Langa

Bajo riego tecnificado

- No erosiona el suelo
- Bajo consumo de agua
- Se puede regar todo tipo de suelo
- No se necesita ayuda (operario)
- Hace posible la siembra todo el año
- Control del pulgón por efectos del lavado del riego de aspersión

Sin riego tecnificado

- Erosión del suelo por efecto del agua al regar
- Alto consumo por pérdidas
- Muy difícil manejar el agua en suelos en pendiente
- Uno, dos, tres operarios para regar
- Escasez de agua para riego todo el año
- Fuerte ataque de pulgones

FILTRO PARA RIEGO POR GOTEO:

- Se usaron 2 cilindros de polietileno de 120 lts. c/u.
- Se hicieron 3 agujeros de 2 pulgadas de diámetro en la base. En 2 de ellos se conectó un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro por 80 cm. de largo, con perforaciones de 2mm. de diámetro cada 3 cm. Forrados con tela para filtrar el agua.
- En el agujero central sale el agua subiendo por el cilindro 15 cm. (este espacio de 15 cm. es usado para decantación de arena e impurezas) continúa subiendo el agua e ingresa a través de los 4 filtros de tela hacia la tuberías de riego.

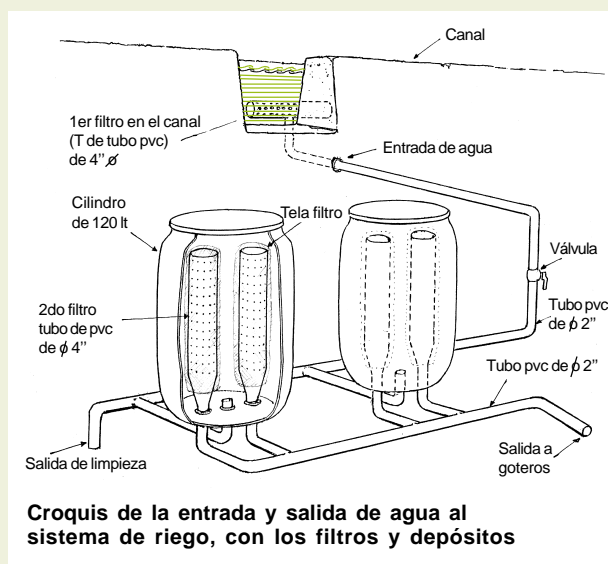
RIEGO POR ASPERSIÓN:

- Se hace la captación en el fondo de la acequia (a 5 cm. del piso) con un tubo de PVC de diámetro de 4 pulgadas con perforaciones de 2mm. de diámetro cada 1 cm. Por 1.20 m. de largo.
- Se conduce el agua con tubo de PVC de diámetro de 2 pulgadas siguiendo la pendiente del terreno hasta conseguir una presión de 20 metros de columna de agua.
- Se distribuye por 2 brazos con tubo de PVC de diámetro de 2" con salidas de agua de diámetro 3/4 de pulgada cada 12 m.
- En cada salida de agua se instala una manguera de 20 mm. de diámetro para c/u de los aspersores.

Voy avanzando muy lento, alrededor de 30% de crecimiento anual, debido a que no existe crédito financiero para ejecutar proyectos de esta naturaleza. A pesar que pienso que es el riego tecnificado y la construcción de andenerías lo que se debe hacer para mejorar los niveles de ingreso económico del poblador rural.

Para mi ha sido posible este avance en mi finca, gracias a los estudios realizados en la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la Facultad de Ingeniería Agrícola, y además cuento con la asesoría técnica y apoyo crediticio de la ONG IDMA-Programa Lurín.

Mario Salcavilca
Agricultor ecológico



Mario Salcavilca muestra los depósitos de agua y los filtros de tela

Experiencia del Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA) en la parte alta de la cuenca del río Lurín

Manuel Inga

El IDMA - Programa Lurín, inició su intervención como Programa en la cuenca del río Lurín en 1989 y, específicamente en la parte alta de la cuenca, en el Distrito de Langa, en 1998. Langa es un distrito que se encuentra a 2.800 msnm, con más de 1.500 habitantes, en su mayoría población adulta. La actividad económica que predomina es la agricultura con cultivos de frutales y pan llevar y la ganadería para carne y producción de quesos; también el comercio es una actividad importante de este distrito de la sierra de Lima. En esta zona la disponibilidad de agua es escasa con una precipitación pluvial de 250 mm/año, que se concentra en los meses de enero, febrero y marzo. Las tierras agrícolas se encuentran en una zona de aproximadamente 100 hectáreas, denominada La Campiña, donde 200 familias campesinas del distrito las cultivan con cereales, tubérculos, alfalfa y frutales en parcelas de su propiedad que tienen de 300 a 1200 metros cuadrados de extensión. Los terrenos agrícolas son irrigados por el afluente Canchahuara, que desemboca en el río Lurín.

Estrategias de intervención

La estrategia de intervención empleada por el IDMA en la zona ha sido la siguiente:

- Conversatorio comunal participativo, mediante el cual se pudo conocer la problemática del distrito, en los aspectos de salud, educación, agricultura, mercado, infraestructura vial, y otros de importancia para la población.
- Planificación participativa de actividades, según las necesidades de la población.
- Jornadas de capacitación a través de cursos, talleres, encuentros, intercambio de experiencias, etc. sobre diversos temas relacionados con la agricultura ecológica y la gestión integral de cuencas.
- Implementación de un fondo de desarrollo (créditos), como parte de la promoción del cambio hacia una agricultura ecológica.
- Impulso y apoyo a las organizaciones de productores ecológicos.

Aporte tecnológico

El Programa IDMA-Lurín, ha contribuido a aliviar el problema de la disponibilidad del agua para riego a través del apoyo técnico y los materiales para 10 familias del distrito y a implementar las «granjas integrales» dentro de las cuales los agricultores están usando sistemas de riego por aspersión, especialmente para el cultivo de alfalfa que les sirve para alimentar el ganado vacuno y para venta como forraje. Estos sistemas de riego por aspersión son elaborados por los mismos agricultores, con materiales accesibles localmente como la tubería de PVC. El apoyo tecnológico y crediticio que han recibido del IDMA los productores agroecológicos de la zona, ha contribuido a incentivar la innovación de sus sistemas de riego y la conservación y uso eficiente del agua, recurso muy escaso por las condiciones de aridez de la sierra de Lima. Es importante enfatizar que el uso eficiente del agua para riego permite irrigar mayor cantidad de áreas y es por esta razón que estas experiencias deben replicarse en otras zonas que tengan no sólo poca disponibilidad de agua, si no que busquen racionalizar este recurso y al mismo tiempo, evitar la erosión de los suelos por escorrentía y/o salinización.

Ing. **Manuel Inga**
Miembro del Equipo Técnico del Programa IDMA-Lurín