

# Fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca La Soledad, Honduras.

## 1. Caracterización de los acueductos y evaluación de prácticas agrosilvopecuarias<sup>1</sup>

**Gabriel Sosa Pérez<sup>2</sup>;**  
**Francisco Jiménez Otárola<sup>3</sup>**

En la microcuenca La Soledad, Honduras, los acueductos presentan una red de distribución obsoleta, las obras de captación requieren una reestructuración debido al mal estado en que se encuentran, no hay control en el tratamiento del agua que ingresa al sistema y se requiere una planta de cloración. En cuanto a las prácticas agrosilvopecuarias, el impacto provocado por los sistemas forestales es bajo debido a la ausencia de aprovechamiento comercial; no se presenta un riesgo alto de contaminación de las fuentes de agua debido al ganado; las prácticas agrícolas en pendientes pronunciadas y la dependencia de productos químicos para la producción son los factores que influyen en el bajo nivel de cumplimiento de la agricultura conservacionista.

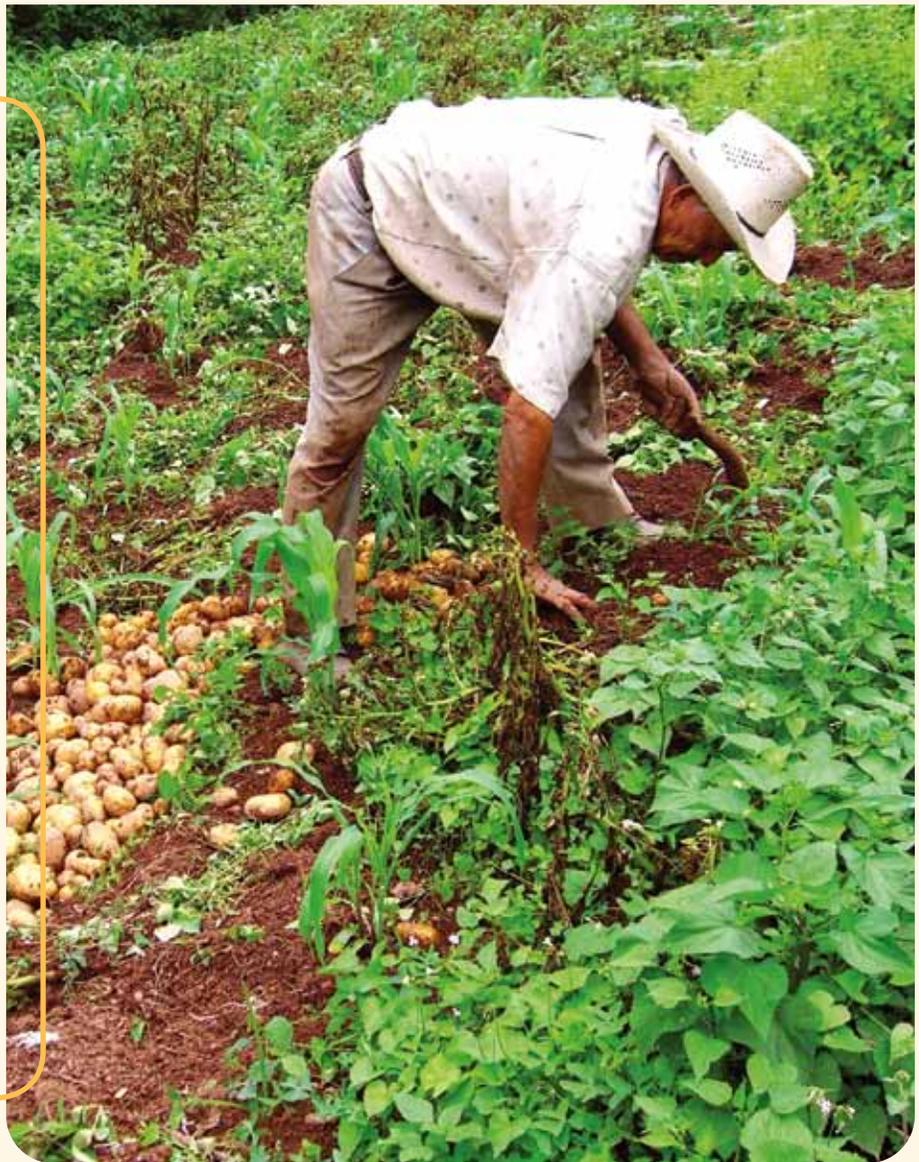


Foto: Gabriel Sosa Pérez.

<sup>1</sup> Basado en Sosa (2007).

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua, México. C.P. 33000 Tel. y Fax. 01 (639) 472 21 51 sosa.gabriel@inifap.gob.mx

<sup>3</sup> Programa Gestión Territorial de Recursos Hídricos y Biodiversidad. fjimenez@catie.ac.cr

## Resumen

Se caracterizaron 21 acueductos y se analizó la existencia y cumplimiento de buenas prácticas de manejo de los sistemas de producción agrícola, pecuaria y forestal en relación con el manejo y conservación del agua en la microcuenca La Soledad, Honduras. Se determinó que el 37% de las prácticas de agricultura evaluadas en la microcuenca no se cumplen y 30% sí se cumplen. Los principales factores negativos son los cultivos en pendientes pronunciadas y la dependencia de productos químicos para la producción. De las prácticas forestales, 21% no se cumplen y 44% se cumplen, el impacto es bajo debido a la ausencia de aprovechamiento forestal comercial. El 46% de las prácticas de ganadería no se cumplen y 26% se cumplen; la ganadería es una actividad poco practicada y sólo el 2,3% de la superficie en la microcuenca está cubierta por pastos. El principal problema es el acceso del ganado a las corrientes de agua. Se está avanzando en la implementación de algunas estrategias y acciones para la protección del recurso hídrico en la microcuenca, tales como la declaración de una zona de protección para recarga hídrica, diversificación de fincas y contratos vinculantes.

**Palabras claves:** Recursos hídricos; cuencas hidrográficas; conservación de aguas; red de agua potable; sistemas de producción; sistemas agrosilvopastoriles; recarga hídrica; Valle de Ángeles; Honduras.

## Summary

**Water Sources for Human Consumption in La Soledad Microwatershed, Honduras. 1. Characterization of Aqueducts and Evaluation of Practices in the Agricultural, Livestock and Forest Production Systems.** Twenty-one aqueducts were characterized and analyzed with respect to implementation of good management practices in agricultural, livestock and forest production systems in La Soledad micro-watershed, Honduras. Results indicated that 37% of agricultural practices are not being implemented, while 30% are. The main negative factors are crops on steep slopes and dependence on agrochemicals. In relation to forest practices, 21% are not being implemented and 44% are. This low impact is due to the absence of commercial exploitation. As for livestock practices, 46% are not being implemented and 26% are; however, only 2.3% of the area is as pasture. The main problem is access of livestock to water streams. Some strategies and actions for water protection in the microcuenca are being developed, such as the protection of water recharge zones, farm diversification and forest protection entailing contracts.

**Keywords:** Water resources; watershed; water conservation; drinking water network; production systems; agrosilvopastoral systems; water recharge; Valle de Angeles; Honduras.

### Introducción

En Centroamérica, la oferta natural de agua se encuentra distribuida en forma irregular, tanto en el espacio como en el tiempo, lo cual afecta su disponibilidad. Esta situación se agrava debido al sobrepastoreo, la intensificación de la agricultura, el uso de tecnologías agrícolas inadecuadas y el uso de sistemas orientados a maximizar

la producción a corto plazo. Todo ello resulta en alteraciones del ciclo hidrológico, contaminación hídrica, reducción de la disponibilidad y demanda creciente de agua; en consecuencia, aumentan la competencia y los conflictos por el uso del recurso.

En el municipio de Valle de Ángeles, Honduras, y en particular en la microcuenca La Soledad, la

dinámica de uso de la tierra ha generado procesos de uso inadecuado. Esta microcuenca es de vocación forestal; por ello, buena parte del territorio está bajo régimen de área protegida en el Parque Nacional La Tigra. Sin embargo, tanto en la zona de amortiguamiento como en las áreas contiguas a la zona núcleo se desarrollan cultivos anuales intensivos, sin prácticas de conservación

de suelos y aguas (CATIE 2005), y otras actividades pecuarias que afectan la conservación de los recursos naturales en general y la disponibilidad y calidad del agua en particular.

El suministro de agua para consumo humano a las comunidades está fragmentado en más de 20 pequeños acueductos; por la importancia estratégica de la microcuenca, es necesario caracterizarlos y analizar las prácticas conservacionistas usadas en los sistemas de producción agrícola, pecuaria y forestal en las zonas de captación y recarga hídrica. Con esa información se podrá sustentar la toma de decisiones para un manejo y gestión sostenible de la microcuenca y del abastecimiento actual y futuro de agua para la población. Con este estudio se buscó generar dicha información; esta primera parte, da cuenta de los acueductos existentes en la microcuenca y de las prácticas agrosilvopecuarias empleadas; un segundo artículo, en este mismo número de la RRNA (pág. 108), informa sobre la calidad del agua para consumo humano. En conjunto, se busca fortalecer y dar seguimiento a los procesos de gestión del desarrollo impulsados por los actores locales y externos del municipio, como las juntas de agua y la Alcaldía Municipal, con el apoyo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través del Programa Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la Cogestión Adaptativa de Cuencas (Focuecas II).

#### Descripción del área de estudio

El Municipio de Valle de Ángeles pertenece al departamento de Francisco Morazán, ubicado en la región central de Honduras. Se encuentra a 22 kilómetros de la capital, Tegucigalpa, y su extensión territorial es de 107,2 km<sup>2</sup>. Geográficamente se localiza entre 14°10' y 14°15' latitud norte y 87°00' y 87°10' longitud oeste. La mayor parte de la microcuenca La Soledad se ubica en Valle de Ángeles, y tiene una superficie

total de 4582 hectáreas en territorios del Distrito Central y del municipio de Santa Lucía. La microcuenca forma parte de la subcuenca del río Yeguaré, parte alta de la cuenca del río Choluteca. La zona es montañosa, con altitudes entre 1224 y 2200 msnm; más del 60% de las tierras son de laderas, las partes planas son casi inexistentes y las tierras aptas para la agricultura y ganadería son escasas (Fundación Vida 2004).

Los suelos de la microcuenca son medianamente fértiles, de vocación forestal; solo las partes bajas de pendientes suaves son aptos para agricultura (Focuecas 2001). La precipitación media anual varía entre 1100 a 1600 mm, con dos estaciones muy marcadas: la lluviosa, de mayo a octubre y la seca, de noviembre a abril (Rivera 2002). La cobertura vegetal está conformada principalmente por bosque de pino y latifoliado, guamiles y cultivos diversos, como hortalizas, flores y granos básicos (Focuecas 2005). La microcuenca tiene alrededor del 43% de su territorio en situación de área protegida (Parque Nacional La Tigra); en las zonas de amortiguamiento se desarrollan cultivos anuales e intensivos.

La población del municipio es de alrededor de 13.000 habitantes, con una tasa de crecimiento anual cercana al 3%. El municipio se compone de siete aldeas y 31 caseríos; el 55% de la población reside en la cabecera municipal (INE 2001). La cuarta parte de la población se dedica a actividades agrícolas (producción de hortalizas y granos básicos) y el resto a pequeñas actividades artesanales y comerciales (Fundación Vida 2004). Su cercanía a Tegucigalpa, genera un constante movimiento de turistas y desarrollo económico; Valle de Ángeles es, probablemente, la comunidad con más actividad turística del centro del país, ya que posee uno de los mayores pabellones artesanales permanentes de Honduras.

#### Procedimientos metodológicos

##### **Caracterización de los acueductos.**

Se revisó información secundaria y se hicieron recorridos en campo para ubicar física y geográficamente las obras de captación, almacenamiento y distribución de cada sistema; para ello se utilizó un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés). Para la edición de mapas se utilizó el programa Arc View GIS 3.3. Los criterios considerados para la caracterización fueron: organismo administrador, ubicación de las fuentes de agua, obras de captación y almacenamiento, tipo de vegetación y uso del suelo en la zona de captación de la fuente, estado general del acueducto y población abastecida.

##### **Uso de prácticas agrosilvopecuarias.**

Dentro de la microcuenca La Soledad, se analizaron los sistemas de producción agrícola, pecuario y forestal, mediante las prácticas establecidas en el protocolo de monitoreo de la cogestión de cuencas hidrográficas (Jiménez 2006). Se puso especial atención a la variable 'patrones de producción que contribuyen a la gestión sostenible de las cuencas y el ambiente'. Para el análisis de los sistemas de producción se identificaron las áreas prioritarias considerando los siguientes elementos:

- a. Áreas en conflicto de uso o zonas que requieren de algún manejo especial, según la zonificación para el ordenamiento territorial en Valle de Ángeles.
- b. Ubicación de los sistemas de producción cercanos a las fuentes de agua y zonas de captación de algunos acueductos.
- c. Caseríos cuya población se dedica a la producción agrícola, pecuaria o forestal.

La metodología considera indicadores para aquellas actividades productivas que contribuyen al buen manejo de la cuenca en:

- a. Fincas con prácticas de agricultura conservacionista y de manejo y protección del agua.

- b. Fincas con prácticas de producción pecuaria conservacionista y de manejo y protección del agua.
- c. Fincas con prácticas de producción y conservación forestal, de utilización bioenergética y de manejo y protección del agua.

Cada indicador se compone de una serie de prácticas a evaluar; básicamente se determinó el nivel de cumplimiento de las prácticas conservacionistas de manejo y conservación del agua. El cumplimiento se dividió en tres niveles: se cumple, se cumple a medias, no se cumple. Con esto se pudo determinar si las prácticas están interfiriendo con una gestión adecuada de los recursos naturales en la cuenca. Dado que se trata de un análisis cualitativo, presencial y de observación de campo, se visitó a cada productor en su finca para recavar información sobre ubicación y usos principales de la tierra en la finca, y evaluar las prácticas de agricultura, ganadería y producción forestal que emplean.

## Resultados

### Caracterización de los acueductos

En los 21 acueductos estudiados, la estimación de la población total

abastecida para el año 2007 fue de 9369 habitantes, aproximadamente al 70% de la población total del municipio. Hay 16 acueductos, administrados por juntas administradoras de agua, que suplen al 50% de la población abastecida. Los otros cinco acueductos (San Francisco, El Suizo, Las Martitas, La Cimbra y El Tablón) son administrados por la Alcaldía Municipal y abastecen al casco urbano (Fig. 1).

De acuerdo con los fontaneros, y con base en la observación de las condiciones del sistema, los acueductos presentan deficiencias y problemas como los siguientes:

- La red de conducción y distribución es obsoleta; hay tramos viejos y en mal estado, tuberías expuestas, fugas, falta de válvulas de aire. Además, algunos usuarios abusan del servicio (se tienen reportes de que el agua es utilizada para el riego de jardines o cultivos); tales abusos son difíciles de detectar pues se carece de medidores de agua.
- Las obras de captación requieren una reestructuración debido al mal estado en que se encuentran. En algunos casos, no captan el 100% del caudal y en otros, se necesitan nuevas fuentes de abastecimiento.

- No hay control en el tratamiento del agua que ingresa al sistema; se requiere una planta de cloración.

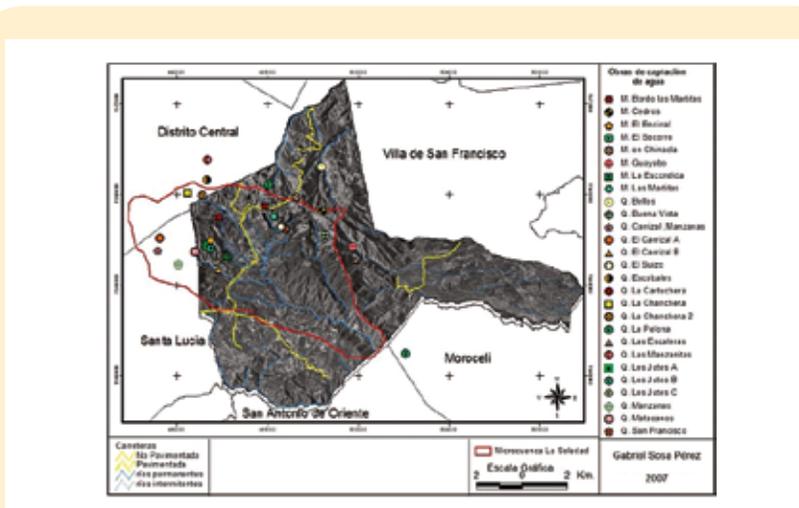
Nueve de los acueductos tienen sus obras de captación en la zona de influencia del PN La Tigra; sin embargo, las principales fuentes que abastecen al casco urbano se encuentran fuera de la influencia del parque (Cuadro 1). Ocho obras de captación se localizan fuera de la microcuenca del río La Soledad, mientras que 13 acueductos captan agua dentro del límite de la microcuenca.

### Uso de prácticas conservacionistas

El uso actual del suelo en el municipio está representado por ocho patrones, aunque predomina la cobertura forestal (64,0%, 6778 ha); el uso agrícola corresponde únicamente al 3,6%. Si bien no hay zonas ganaderas bien definidas, la superficie clasificada como pasto ocupa el 2,3%. Algunas de las prácticas conservacionistas analizadas fueron las siguientes:

- Prácticas de producción y conservación forestal. El aprovechamiento forestal comercial está vedado, pero se permite el aprovechamiento de autoconsumo para mejoramiento de las viviendas y obras de infraestructura comunitaria. El hecho de que no haya aprovechamiento comercial determinó el nivel de cumplimiento de las prácticas evaluadas (Fig. 2).

**Prácticas que no se cumplen:** En el municipio aún hay caseríos que carecen de energía eléctrica (Buena Vista, El Guayabo, Jocomico, Chinacla y otros más pequeños), lo que incrementa el consumo de leña y, por lo tanto, la presión sobre el bosque para la corta de árboles. No existen mecanismos de cobro ni de pago por servicios ambientales a los dueños de las fincas en las partes boscosas de la microcuenca.



**Figura 1.** Ubicación de las obras de captación de agua potable en Valle de Ángeles, Honduras

**Prácticas que se cumplen:** Los productores no venden leña o carbón; los incendios forestales se controlan con el apoyo del cuerpo de bomberos en el casco urbano, así se ha logrado reducir la superficie quemada cada año. No existe extracción de productos no maderables del bosque. Para la tala de árboles se requiere de un permiso de la Unidad Municipal Ambiental (UMA), la que también se encarga de controlar y verificar la tala ilegal.

■ **Prácticas de ganadería conservacionista.** En las mismas parcelas se da una asociación entre la agricultura y el pastoreo: los productores agrícolas tienen algunas cabezas de ganado bovino para las labores agrícolas y consumo local, o ganado equino para el transporte de los productos agrícolas.

**Prácticas que no se cumplen:** El poco ganado que hay, tiene acceso directo a las quebradas o nacientes; no se ha delimitado una zona de protección al cauce o a la naciente, ni bebederos. Dado que las parcelas agrícolas son utilizadas también para el pastoreo, el ganado circula por zonas que tienen pendiente mayor al 70%, cuando lo recomendable es que tengan bosque u otra cobertura vegetal permanente.

**Prácticas que se cumplen:** No se utiliza la quema de las pasturas y vegetación como práctica para limpiar el terreno y control de malezas, ya que buena parte de la alimentación animal proviene de los rastrojos de las cosechas.

■ **Prácticas de agricultura conservacionista**

**Prácticas que no se cumplen:** Los productores no utilizan cultivos de cobertura permanente o temporal que luego sean incorporados al suelo para aportar nutrientes. Más del 90% de los agricultores dependen de los fertilizantes inorgánicos y utilizan el arado con tracción animal para la siembra o plantación de cultivos; no se emplea el sistema de labranza mínima o nula.

**Cuadro 1.** Cobertura vegetal y uso del suelo en las fuentes de agua potable de Valle de Ángeles

Características generales de cobertura vegetal y uso del suelo		Acueducto
PN La Tigra	Zona núcleo Bosque mixto latifoliado Bosque denso de coníferas	El Portillo Liquidambal El Cantón La Cimbra Quebrada Honda Chagütillo, Sauce y Cañadas
	Zona de amortiguamiento Bosque de coníferas ralo, parcialmente protegido con problemas de cortas clandestinas	Los Lirios El Tablón La Escondida
Bosque de coníferas	Parcialmente protegido y asentamientos humanos en la zona de influencia	San Francisco El Suizo Bordo Las Martitas
Bosque mixto	Parcialmente protegido con fincas abandonadas	Chinacía El Guayabo Guanacaste Sabaneta
Agricultura	Fincas agrícolas cercanas a la obra de captación con presencia de ganado en la zona	Las Martitas Chiquistepe La Esperanza
Zona urbana	Viviendas a 150 m	Jocomico El Molino

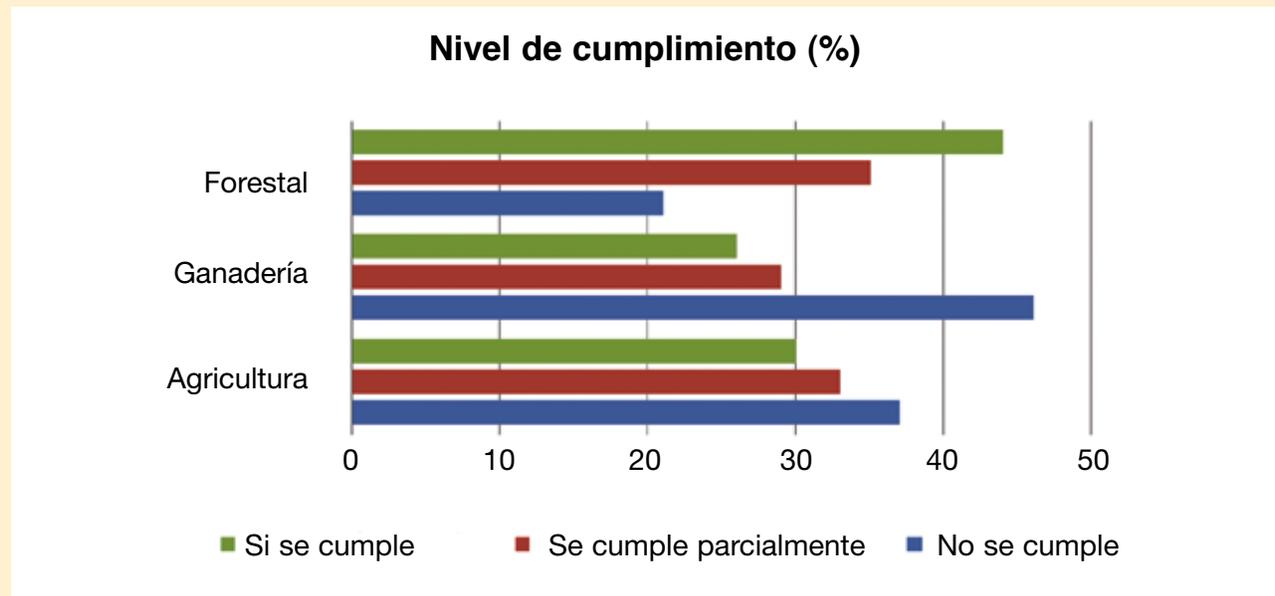
Muchas fincas con pendientes mayores al 70% están dedicadas a la agricultura con cultivos temporales, aunque lo ideal es la cobertura vegetal permanente o cultivos permanentes poco intensivos. El 94% de los agricultores no utilizan un manejo integrado de plagas; sólo en pocos casos realizan prácticas de cultivo como raleo, control de densidades, aporca y eliminación de plantas hospederas. Más que todo, utilizan herbicidas de contacto para el control de malezas y poco control manual. No hay control biológico de plagas mediante enemigos naturales, ni se utilizan variedades tolerantes y/o resistentes a las plagas y enfermedades.

Las divisiones y los linderos entre las parcelas están demarcadas con cercas muertas y alambrados; no se utilizan las cercas vivas con árboles o arbustos. Tampoco se acostumbra el establecimiento de barreras rompevientos para contrarrestar los daños ocasionados por el viento al cultivo de maíz, sobre todo en el mes de noviembre.

**Prácticas que se cumplen.** Existe una constante rotación de cultivos en las parcelas y también se dejan periodos de descanso que van de dos a cuatro años. La preparación del terreno se realiza con arado por tracción animal, en dirección perpendicular a la pendiente del terreno. Se ha reducido bastante la quema de la vegetación y de residuos de cosecha como práctica para limpiar el terreno; sólo un 15% aseguró realizar las quemas. A veces, esta práctica se justifica por su bajo costo y la cantidad de vegetación en terrenos que se dejan descansar. Un 75% de los productores tienen huertos en sus viviendas con una combinación de árboles frutales, hortalizas, plantas medicinales y flores.

■ **Prácticas generales de manejo y protección del agua**

**Prácticas que no se cumplen.** La Ley Forestal de Honduras establece un radio mínimo de protección de 250 m alrededor de cualquier nacimiento de agua y 150 m a uno y otro lado de cualquier curso de agua permanente. En tres de los acueductos,



**Figura 2.** Nivel de cumplimiento de las prácticas conservacionistas forestales, agrícolas y ganaderas en la microcuenca La Soledad, Honduras



Foto: Gabriel Sosa Pérez.

En la microcuenca La Soledad existe una constante rotación de cultivos en las parcelas y se dejan periodos de descanso que van de dos a cuatro años.

las nacientes de agua no tienen un área de protección con vegetación, ni siquiera en un radio de 150 m. Ellos son Chiquistepe, Jocomico y Las Martitas.

En la microcuenca no se han construido piletas o abrevaderos para los animales, por lo que el ganado vacuno y equino bebe el agua directamente en los cauces. No existe una clara delimitación de las zonas de recarga de agua; en las zonas aparentes de captación y recarga hay fincas con actividad agrícola de cultivos temporales, como maíz y papa.

Los caminos internos en las fincas no están diseñados para reducir la erosión; por lo tanto, las corrientes rápidas de agua arrastran gran cantidad de sedimentos, sobre todo en eventos de precipitación fuerte.

**Prácticas que se cumplen.** No se observa basura producida en las viviendas a orillas o en los cauces de las quebradas, lo que indica que la misma es quemada o enterrada cerca de las viviendas, y no es lanzada a las quebradas, aunque se encuentren secas. El riego

aún no significa un problema, dado que hay diferentes quebradas que satisfacen a las comunidades, tanto para consumo humano como para riego; hasta la fecha no se han presentado conflictos por el uso, frecuencia o distribución del agua entre usuarios.

#### Algunas estrategias de protección del recurso hídrico

Se identificaron algunas acciones y propuestas de los actores locales, con el apoyo de Focuecas II, para la protección y conservación de las fuentes de agua.

Declaración de protección de la zona de recarga hídrica en una superficie de 1039 ha cubiertas por bosque de pino y bosque mixto latifoliado. Aquí existen ocho obras de captación -entre ellas, las tres principales que abastecen el casco urbano de Valle de Ángeles (Las Martitas, El Suizo y San Francisco). El objetivo es aprobar una ordenanza con usos del suelo permitidos y sentar las bases para un ordenamiento territorial, el cual es de gran necesidad por la presión del crecimiento urbano.

Diversificación de fincas. La propuesta es establecer cultivos mixtos de especies de frutales con cultivos agrícolas, de manera que se obtenga

la producción frutal y agrícola en la misma finca, se mejore la protección del suelo y se reduzca el uso de productos químicos.

Contratos vinculantes para frenar el avance de la frontera agrícola, evitar el cambio de uso del suelo, eliminar la quema como práctica de limpieza de los terrenos agrícolas y restringir o minimizar el uso de productos químicos en la producción agrícola (González 2006). Como beneficio, el grupo organizado en una caja rural recibe un incentivo financiero con capital de carácter reembolsable.

#### Conclusiones

La población abastecida por los 21 acueductos representa el 70% de la población total del municipio. De este porcentaje, el 89% (8338 habitantes) se abastece directamente de fuentes ubicadas dentro de la microcuenca La Soledad. Por esta razón, es fundamental el manejo bajo el enfoque de cuencas basado en sistemas productivos que incluyan prácticas conservacionistas de protección al agua.

El PN La Tigra satisface la demanda del 44% de la población en los 21 acueductos. Sin embargo, el 31% de los habitantes se abastecen de una zona sin ningún régimen de

protección especial (San Francisco, El Suizo y Las Martitas); por lo tanto, es importante dar seguimiento a las medidas y estrategias que buscan proteger la zona. Fuera del PN La Tigra, el problema para el manejo y protección del agua es el incumplimiento de la Ley Forestal debido a la distribución de pequeños caseríos en todo el territorio, lo que genera un mosaico de terrenos agrícolas.

El impacto negativo provocado por los sistemas forestales es muy bajo debido a la ausencia de aprovechamiento comercial. El mayor impacto tiene que ver con la falta de energía eléctrica en la zona rural, lo que demanda más consumo de leña.

El uso predominante del suelo son los bosques mixtos latifoliados y bosques de coníferas con diferentes grados de cobertura. Cinco acueductos tienen sus fuentes cercanas a parcelas agrícolas combinadas con ganadería. Sin embargo, esta no representa un alto riesgo de contaminación a las fuentes de agua.

Los principales factores que influyen en el bajo nivel de cumplimiento de prácticas de agricultura conservacionista son los cultivos en pendientes pronunciadas y la dependencia de productos químicos para la producción. 🌱

#### Literatura citada

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2005. Plan de cogestión de la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles. Valle de Ángeles, Honduras, Programa Focuecas II - Consejo de Subcuenca. 77 p.
- Fundación Vida. 2004. Municipalidad de Valle de Ángeles: diagnóstico ambiental municipal y plan de acción. Valle de Ángeles, Honduras. 81 p.
- González, JM. 2006. El contrato vinculante de cuencas: una herramienta bioeconómica para el manejo integrado de cuencas en Valle de Ángeles, Honduras. Valle de Ángeles, Honduras, CATIE. 10 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas, HN). 2001. Censo de población y vivienda. Tegucigalpa, Honduras.
- Jiménez, F. 2006. Propuesta de protocolo para el establecimiento de la línea base y para el monitoreo de la cogestión de cuencas hidrográficas en lo referente a la variable: patrones de producción y comercialización contribuyentes a la gestión sostenible de las cuencas y el ambiente. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 9 p.
- Rivera, L. 2002. Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p.
- Sosa Pérez, G. 2007. Componentes de la gestión del agua para consumo humano en el municipio de Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 174 p.