

A close-up photograph of a large tree trunk in a forest, showing the rough bark and surrounding green leaves.

# Al filo del agua:

cogestión de la subcuenca  
del río Pixquiac, Veracruz

Luisa Paré y Patricia Gerez (coordinadoras)



## **Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz**

---

*Un sauce de cristal, un chopo de agua,  
un alto surtidor que el viento arquea,  
un árbol bien plantado mas danzante,  
un caminar de río que se curva,  
avanza, retrocede, da un rodeo  
y llega siempre:  
un caminar tranquilo...*

Octavio Paz. Fragmento de *Piedra del sol*

*El árbol poderoso comienza en la semilla  
y aunque el amor sea profundo y alto  
es también mínima la semilla del hombre.*

*El nacimiento del arroyo el polen  
el huevecillo de la blanca paloma  
la piedra que ha rodado por el monte nevado  
desde su pequeñez llegan al mar  
al girasol al vuelo interminable  
al planeta de nieve que nada detendrá.*

*En la lucha social también los grandes ríos  
nacen de los pequeños ojos de agua  
caminan mucho más y crecen  
hasta llegar al mar.*

*En la lucha social también por la semilla  
se llega al fruto  
al árbol  
al infinito bosque que el viento hará cantar.*

Roque Dalton. *Ley de vida*

# **Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz**

---

**LUISA PARÉ Y PATRICIA GEREZ (COORDINADORAS)**

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

SENDAS, A.C.

Universidad Veracruzana

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Instituto Nacional de Ecología (INE)

Universidad Iberoamericana, campus Puebla

Juan Pablos Editores

Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por académicos externos al Instituto, de acuerdo con las normas establecidas por el Consejo Editorial de las Colecciones de Libros del Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Primera edición: 2012

**D.R. ©** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209. Col. Jardines en la Montaña  
C.P. 14210. Delegación Tlalpan, México, D.F.  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)  
Periférico Sur 5000. Col. Insurgentes Cuicuilco  
C.P. 04530. Delegación Coyoacán, México, D.F.  
[www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

FOTO DE LA PORTADA: Patricia Gerez (Campesinos e investigador en los bosques ejidales)  
DISEÑO DE LA PORTADA: Álvaro Figueroa

ISBN 978-607-7908-89-0  
Impreso y hecho en México • *Printed in Mexico*

# Índice

PRÓLOGO	7
RECONOCIMIENTOS	9
INTRODUCCIÓN	13
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	21

## PRIMERA PARTE

<b>CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO</b>	<b>25</b>
<i>Luisa Paré, Tajin Fuentes, Georgina Vidriales, Isabel García Coll</i>	
<b>CAPÍTULO 2. EL CONTEXTO REGIONAL: HISTORIA Y MARCO INSTITUCIONAL</b>	<b>51</b>
<i>Luisa Paré</i>	
<b>CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO NATURAL</b>	<b>75</b>
<i>Georgina Vidriales Chan, Isabel García Coll, Avelino Martínez, Patricia Gerez, Miguel Ángel Muñíz Castro</i>	

**CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y PROBLEMÁTICA DE LA SUBCUENCA 135**

*Patricia Gerez, Tajín Fuentes, Georgina Vidriales Chan,  
Tarín Toledo Aceves, Karla Pérez D.*

**SEGUNDA PARTE**

**CAPÍTULO 5. EL COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO PIXQUIAC: ENSAYOS PARA  
LA CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA SOCIAL DE COGESTIÓN Y SU  
INSTRUMENTO DE FINANCIAMIENTO 191**

*Tajín Fuentes, Luisa Paré*

**CAPÍTULO 6. ACCIONES HACIA LA COGESTIÓN DE LA SUBCUENCA Y LA  
CONSOLIDACIÓN DEL SUJETO SOCIAL 219**

*Tajin Fuentes, Patricia Gerez, Luisa Paré, Georgina Vidriales,  
Tarín Toledo Aceves, Karla Pérez, Magdaleno Mendoza,  
Miguel Ángel Muñiz Castro*

**CAPÍTULO 7. REFLEXIONES FINALES Y ALGUNAS RECOMENDACIONES 259**

**BIBLIOGRAFÍA 283**

**ANEXOS 301**

**IMÁGENES A COLOR. DESPUÉS DE LA PÁGINA 344**

# Prólogo

---

Hace más de 10 años que no vivo en Xalapa. Dejé buenos amigos y un espacio con grandes retos por venir. Ahora esos amigos comparten sus experiencias sobre esos desafíos. El tema del acceso al agua de manera sustentable es el tema central de *Al filo del agua*. Se trata de un estudio serio y comprometido con la construcción de redes de colaboración para la sustentabilidad ambiental y la gestión integral de este vital líquido en la subcuenca del río Pixquiac. La hipótesis del trabajo es clara y reveladora: establecer condiciones de cogestión para mantener la integridad de los ecosistemas lo que garantice el acceso adecuado de agua a las comunidades tanto rurales como urbanas de este vital servicio.

El trabajo pone de relieve la compleja red de relaciones institucionales locales que a su vez enfrenta a las grandes amenazas globales que representan la pérdida de seguridad alimentaria y el cambio climático, fenómenos que afectan prioritariamente a los grupos sociales marginados. Tanto en los medios urbanos como rurales, los pobres viven frecuentemente en situación de vulnerabilidad y por tanto en mayor riesgo de ser víctimas ante el incremento de fenómenos climatológicos extremos, los cuales se convierten en desastres por los procesos de degradación ambiental y social presentes en diversos contextos.

En este contexto el libro ofrece un ejemplo en el que debido a una vulnerabilidad progresiva por el crecimiento urbano y la degradación ambiental emergen movimientos sociales organizados desde abajo, en defensa de la vida, de la tierra, del agua o de la vivienda; es así que en el caso de Xalapa surgen organizaciones

vecinales y de académicos que ofrecen la generación de propuestas con la activa participación de la sociedad.

A lo largo de esta obra se puede acceder a una experiencia que, desde la academia ha impulsado una red de acción e intercambio de propuestas y conocimientos mediante la ejecución de proyectos piloto con alternativas locales, de pequeña escala y de bajo costo que después pueden ser difundidos a otras regiones. Pero quizás uno de los mejores logros de la presente investigación es el desarrollo de nuevos métodos de colaboración, entre organismos públicos, empresas y gobiernos locales, para el desarrollo sustentable de programas municipales.

Así pues, el libro representa un valioso esfuerzo ciudadano de participar en la planeación y en la toma de decisiones alrededor de una cuenca sobre el postulado de la generación de sistemas de cogestión social de cuencas que integren planes ciudadanos más eficientes en el marco legal y que garanticen el uso equitativo del recurso y que incluyan la participación de la sociedad organizada en la planeación del desarrollo y en la toma de decisiones.

El libro debido a la complejidad del tema abre significativos campos de incidencia a desarrollar en el futuro, los cuales van desde el desarrollo de tecnologías alternativas locales, la planeación de presupuestos participativos y el rescate de los saberes tradicionales y la generación de una cultura de uso sustentable del agua, entre otros.

De la manera en que afrontemos este reto depende la supervivencia y el acceso a una vida digna de las presentes y futuras generaciones.

### **Benjamín Ortiz Espejel**

Coordinador del Programa Interdisciplinar en Medio Ambiente

Dirección de Investigación y Posgrado

Universidad Iberoamericana, Puebla

# Reconocimientos

---

*Al filo del agua* no hubiera sido posible sin el apoyo de muchas instituciones y personas. En primer lugar de CONACYT y Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología (COVECYT) gracias a la convocatoria 2003-2004 del Fondo Mixto del Gobierno de Veracruz, que nos permitió arrancar este proyecto

El Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM y su departamento administrativo, dirigido por la CP Juana Esquivel y la contadora Lizeth Duarte, en todo momento, con gran profesionalismo y paciencia brindaron el apoyo necesario para resolver los absorbentes aspectos administrativo. La DGAPA de la UNAM contribuyó también con recursos complementarios para esta investigación a través del PAPIIT (Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica).

Campesinos de los ejidos San Antonio Hidalgo, San Andrés Tlalnelhuayocan, Agua de Los Pescados y San Pedro Buenavista son los protagonistas de este trabajo. Las autoridades de este último ejido y su asamblea en particular se han involucrado como colectividad en este proceso. Sin ellos no tendríamos esta historia que contar. Algunos, a su vez, fueron además protagonistas en la lucha contra un proyecto del libramiento de Xalapa que estuvo en el origen de nuestro involucramiento en la zona. Otros académicos y miembros de la sociedad civil que acompañaron esta saga merecen un reconocimiento y son de alguna manera nuestros padrinos, nuestro *Consejo de Ancianos*: Marcela Cao Romero, Isabel García Coll, Eckart Boege, Cristina Almazán, Alberto Robledo, Enrique Alatorre, de Marangola

AC, Guadalupe Williams-Linera, Hipólito Rodríguez, Sergio Rodríguez y otros. Con ellos se puso la primera piedra para que este proceso se iniciara.

Al Biól. Héctor Hernández, Director de Desarrollo Forestal de Veracruz en la administración 2004-2010, quien apoyó nuestra candidatura al Fondo Mixto, así como la propuesta que le hicimos al Alcalde de Xalapa Ricardo Ahued para iniciar un Programa de Compensación por Servicios Ambientales en el municipio de Xalapa. Esta fue la segunda piedra en el cimiento de un proceso que ha ido avanzando con la colaboración e incorporación de numerosos actores, funcionarios, ciudadanos, académicos y dueños de bosques.

Merecen un reconocimiento especial los compañeros y compañeras del proyecto Cuencas y Ciudades y colegas del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, a su vez puente con la Fundación Gonzalo Río Arronte que ha permitido al proyecto crecer. En particular gracias a Cecilia Blasco y Renée González Montagut, que han creído en nosotros.

Asimismo queremos reconocer los apoyos y sugerencias aportadas por el Ing. José Antonio González Azuara, y a su equipo de CONANP, quienes nos han alentado para que este proyecto siga creciendo. Al Biol. Jesús Dorantes y a Angélica Cristóbal Acevedo, quienes desde CONAFOR-Veracruz comprendieron los alcances del proyecto apoyando a los dueños de bosques comprometidos con la conservación y el buen manejo.

Los colegas Rosa Amelia Pedraza de la Universidad Veracruzana y Robert Manson del Instituto de Ecología fueron constantes en su participación en la Comisión Técnica del Comité de Cuenca del Río Pixquiac. Las facilidades acordadas a Patricia Gerez por el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la UV para apoyar al proyecto con su investigación, son muy valoradas. PLADEYRA ha sido un colaborador constante gracias a la gran experiencia y conocimientos de sus expertos: la Dra. Isabel García Coll y M. en C. Avelino Martínez. Las doctoras Silvia Purata y Tarín Toledo han sido colaboradoras creativas que se han sumado con sus propias iniciativas, la primera con apoyos de People and Plants International y de Overbrook Foundation, y la segunda con una beca postdoctoral de la UNAM y apoyo de la CONABIO y de Rainforest Alliance (Kleinhans Fellowship). Al Ing. Raúl Álvarez Ocegüera y al Ing. Abraham Vega por su interés y aportaciones para lograr convencer a un grupo de taladores de entrarle al manejo forestal regulado.

El apoyo del Global Water Watch desde la Universidad de Alabama fue vital para formar una Red de Monitores del Agua en el Pixquiac. Un agradecimiento al

Dr. William Deutsch de GWW y a la Telesecundaria Juan Amós Comenio de Rancho Viejo, Maestra Alicia García Medina y Maestro Miguel Ángel del Toro Huerta, siempre entusiastas y comprometidos con las iniciativas ambientales y necesidades de la comunidad y de sus alumnos.

Carlos García Aguilar y Alejandro Negrete, quienes no aparecen como autores de este libro, han jugado un papel importante el primero en la documentación visual y el segundo en generar materiales de sensibilización como la maqueta de la cuenca que sintetiza y simboliza nuestra identidad de cuenqueños.

Un reconocimiento a los jóvenes colaboradores y entusiastas del proyecto Gestión de la Cuenca del Río Pixquiac quienes día a día hacen posible este trabajo: Karla M. Pérez, Rubí Rodríguez, María Luisa León, Nelcy Rodríguez, María Heleodora Saldaña, Isauro Cortés, Magdaleno Mendoza, Luis Miguel Andueza, Daniel Valenzuela Pozas; y a los que volaron hacia otras experiencias, pero que en su momento aportaron su energía y compromiso Salvador López, Miguel Ángel Muñiz-Castro, Saira Edith Gómez, Gerardo Peinado, Heriberto Oliva, Sarai Casas y Leticia Fernández

A los jóvenes campesinos y ejidatarios que se involucraron en los estudios ecológicos y silvícolas, Adalberto Morales y Valente Ceballos, y todos los que nos permitieron conocer su relación con sus bosques: Hermilo Hernández Ochoa, Erick Saldaña Gabriel, Ángel Morales Gabriel, Placido Martínez, Guadalupe Sangabriel, Pedro Vázquez, Aurelio Ceballos, Simón Ceballos, Julián García Cortina, Eustacio Durán Aburto.

Todos ellos por supuesto contagiados del entusiasmo, compromiso y seguimiento amistoso y responsable de Tajín Fuentes y Georgina Vidriales de SENDAS, A.C., quienes se echaron a cuestras la aventura de transformar un movimiento contra algo en un proyecto propositivo. Tajín, con su constancia y dedicación logró integrar a los ejidos en una visión de cuenca. Y en esa corriente navegamos todos, sorteando piedras y remolinos, buscando aguas mansas y riberas sombreadas, consensos y sinergias.

No es posible mencionar a todos los que apoyan al proyecto de Cogestión integral de la Cuenca del río Pixquiac, a Cutberto Martínez por su diligencia y compromiso con el proceso, así como a los 25 socios de COCUPIX AC y otros como Leticia Arriaga de Ruta de la Niebla que promociona el proyecto de Ecoturismo Cañadas del Pixquiac.

Agradecemos los comentarios enriquecedores aportados por los dictaminadores anónimos y en particular por una gran conocedora del tema, la Dra. Helena

Cotler del Instituto Nacional de Ecología y a su institución por el interés en publicar este libro.

Y por supuesto a todos los que hacen posible cada día que este proceso se mantenga con energía, se enriquezca permanentemente de todos, críticos, seguidores, lectores, compañeros.

**Luisa Paré y Patricia Gerez (coordinadoras)**

Verano del 2011

# Introducción

---

A pesar de la relativa abundancia de agua en el centro de Veracruz, y en particular en la conurbación de la ciudad de Xalapa y las áreas que la abastecen, la región no escapa a la cada vez más aguda problemática que enfrenta México en torno a este recurso.<sup>1</sup> Como muchas otras ciudades medianas del país, Xalapa, capital de Veracruz está creciendo a tasas siempre mayores que los servicios de abasto de agua y saneamiento, y sin guardar proporción alguna con la capacidad de los ecosistemas regionales para brindar servicios ambientales indispensables para la ciudad, incluyendo el agua.

Durante mucho tiempo las soluciones dadas al problema se han concentrado en la urgente necesidad de hacer llegar el servicio de agua potable a la mayor parte de la población, dejando para después consideraciones importantes, como el saneamiento de las aguas servidas o residuales o el cuidado de las áreas donde se

---

1 CONAGUA (2002) señala que el agua disponible por persona en México ha disminuido 64% respecto de lo que teníamos hace menos de 50 años. En ese lapso la población aumentó cuatro veces, mientras que la disponibilidad de agua ha seguido una tendencia constante a la baja, tanto en cantidad como en calidad; 96 de los 450 acuíferos regionales que hay en el territorio nacional están sobre explotados, y 70% de las aguas usadas son vertidas en algún cuerpo de agua sin ningún tratamiento previo, pues se estima que sólo 9% del agua superficial tiene calidad aceptable, 39% está contaminada moderadamente y 52% está muy contaminada (CONAGUA, 2002). Por otra parte, la pérdida de aproximadamente 300 mil ha de bosques al año coloca a México entre los primeros lugares de deforestación mundial.

capta este líquido para la ciudad. Estos últimos dos aspectos apenas empiezan a formar parte de las agendas de los gobiernos estatales y municipales. Para cubrir la demanda creciente de agua se ha recurrido a la tecnología; es decir, a la construcción de infraestructura para traer el agua, mediante trasvases, afectando su disponibilidad en otras regiones, cerrando los ojos a la elemental evidencia de que la disponibilidad de agua en calidad y cantidad es finita, por lo que sí importa desde donde se extrae.

Como muchas otras ciudades en expansión Xalapa, a pesar de su nombre, “manantiales en la arena”, ya no depende de fuentes de agua ubicadas dentro de su territorio y ha tenido que conseguirla de fuentes cada vez más lejanas (véase Capítulo 2). De este modo se ocasionan impactos a los ecosistemas, así como a la economía y la vida local en áreas rurales vecinas, originando tensiones entre los sectores urbanos que se benefician de los servicios ambientales hídricos proporcionados y la población rural asentada en las áreas donde se infiltra y capta el agua. Las tensiones han sido ignoradas hasta donde ha sido posible, y cuando no, han sido atendidas mediante acuerdos puntuales que no abordan el problema de fondo, posponiendo y perpetuando este conflicto. Basta con revisar los encabezados de los principales diarios de la región para constatar que la perspectiva en Xalapa no es diferente a la de la gran mayoría de las ciudades de nuestro país.<sup>2</sup> Sin embargo, ni el Estado ni la sociedad han desarrollado las capacidades necesarias para enfrentar las nuevas dimensiones de un viejo problema: satisfacer las necesidades humanas de agua y lograr los acuerdos necesarios para ello, así como planear a mediano y largo plazo la difícil ecuación entre necesidades y capacidades del propio sistema hídrico de abastecimiento.

Xalapa y su zona conurbada se benefician de los servicios ambientales que les aportan dos subcuencas tributarias del río La Antigua, que se origina en el volcán Cofre de Perote.<sup>3</sup> La expansión desordenada de la mancha urbana sobre municipios vecinos ubicados en las subcuencas del Sedeño y del Pixquiac, compromete estos beneficios a mediano plazo. En la zona serrana se han parcelado los bosques lo que dificulta una gestión comunitaria de los recursos naturales en general. La población

---

2 Recientemente México pasó a ser un país predominantemente urbano desde el punto de vista de la concentración de su población (77.2% de la población total cae en este rubro, Mendoza y Tapia, 2011:17). Esta distribución determina que, actualmente y en el futuro inmediato, la problemática del acceso al agua tenga como escenario principal dichas zonas, pero sobre todo las periurbanas, donde la demanda aumenta constantemente por encima de la capacidad para proveer de agua potable y sanear las aguas residuales.

3 El concepto de servicios ambientales es explicado más adelante.

campesina que habita el área vive en condiciones de marginación y pobreza a pesar de la riqueza natural que representan los suelos, los recursos forestales y los servicios ambientales que proporcionan sus predios.

La falta de inversiones en el campo, para valorizar la producción agropecuaria y crear fuentes de empleo, ha llevado a las familias campesinas a incorporarse a la economía urbana, sea porque obtienen su ingreso de actividades como la construcción, el transporte y otros servicios (albañiles, choferes de taxi, o servicio doméstico), o bien porque venden sus parcelas atraídas por el proceso de conurbación. Además, la no aplicación de diversas normas jurídicas, como la propia Ley Forestal o el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada de Xalapa facilita que la zona se vea transformada a favor de los intereses de los grandes traficantes de madera y de quienes especulan con la compra de bienes raíces, proceso facilitado por los cambios en la tenencia de la tierra, antes bajo control comunal y ahora bajo decisiones individuales. La ausencia de un ordenamiento ecológico vinculante para los distintos programas de gobierno, en los tres ámbitos de la administración pública, facilita esta transformación poco compatible con la vocación de reservorio de agua que tienen estas regiones.

En este contexto, con el objetivo de atender la problemática desde una perspectiva integral y con un horizonte de planeación más allá de lo inmediato, desde el año 2006 varios actores y sectores de la sociedad regional han conjuntado esfuerzos para construir un modelo práctico de gestión en la subcuenca del río Pixquiac. La iniciativa partió de la colaboración entre una asociación civil, SENDAS AC y el proyecto de una investigadora del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, a través del apoyo a la investigación del Fondo Mixto del Gobierno del estado junto con CONACYT (convocatoria 2003-2004). La iniciativa ha sido tan compleja como el problema que pretende atender. Por un lado, el equipo de trabajo desarrolló investigaciones académicas de carácter interdisciplinario que buscaban comprender en conjunto los procesos que experimenta la subcuenca, considerando las dimensiones social, económica, política y ambiental. Por otra parte, se realizaron acciones de intervención para promover los acuerdos necesarios entre los actores rurales, y entre éstos y los urbanos, para propiciar y sostener alternativas de uso de los recursos naturales compatibles con el cuidado de una de las subcuencas, la del río Pixquiac.

Quizá el principal reto y aportación de esta experiencia de intervención comunitaria para el manejo de los recursos naturales ha sido tratar de conjugar todos estos elementos para construir una propuesta sólida, desde los ámbitos científico y técnico, y viable para generar una plataforma social sobre la cual se desarrolle un

proyecto de cogestión integral de cuenca. Ésta, como veremos en los capítulos siguientes, es tema de muchas aristas, pues cubre desde los aspectos relacionados con las cuencas altas proveedoras de agua, donde los habitantes utilizan cotidianamente los recursos y transforman el territorio para ganarse la vida, hasta la parte baja de las mismas que reciben las aguas para riego, limpias o contaminadas, las aguas residuales que provienen de los drenajes de las ciudades, con o sin plantas de tratamiento, y el trasvase de unas cuencas a otras.

Cabe la aclaración que la escala en la que se ubica este trabajo es la de una subcuenca y sus microcuencas, aunque en ocasiones nos referimos a la cuenca más amplia, la del río Antigua.<sup>4</sup> Esta escala de subcuenca resulta importante en este tipo de intervención puesto que es en ella donde se presentan los distintos ámbitos de relaciones sociales e institucionales y donde los actores sociales pueden participar de manera directa y articulada para planear el manejo de los recursos y de la gestión hídrica.

## Antecedentes y motivaciones

Las primeras iniciativas ciudadanas concretas dirigidas a proteger zonas de bosques ubicadas en una de las subcuencas abastecedoras de agua de la ciudad de Xalapa, la del río Pixquiac, empezaron en la década de 1990 con la oposición a la construcción de un libramiento que evitaría el paso por Xalapa del tráfico pesado entre el puerto de Veracruz y las ciudades del altiplano.<sup>5</sup> A pesar de que este libramiento era una necesidad reconocida por todos, el movimiento ciudadano se opuso al trazo propuesto que implicaba construir una carretera sobre el cauce del río Pixquiac en su parte baja. La movilización ciudadana logró que en el *Programa de ordenamiento urbano de la zona conurbada Xalapa-Banderilla-Coatepec-Tlalnelhuayocan* (POUZCUX), decretado en julio de 1998, se contemplara la construcción de dicha vialidad al norte de la ciudad de Xalapa, evitando así que fuera afectada el área de recarga de acuíferos de la ciudad, considerada por la CONABIO como un área prioritaria para la conservación de la biodiversidad (Región Terrestre Prioritaria 122 Pico de Orizaba-Cofre de Perote).

---

4 Véase el mapa de ubicación en el capítulo tres.

5 Más adelante haremos referencia a programas que se enfocaron principalmente a la gestión de los recursos forestales en la región del Cofre de Perote. Aquí nos estamos refiriendo específicamente a la subcuenca del río Pixquiac.

Hacia el año 2001, en contravención a lo dispuesto por el POUZCUX, se reactivó el proyecto de construir el libramiento, con un trazo por las barrancas y laderas donde afloran innumerables manantiales y se ubican algunas “presas derivadoras” de agua. Por los posibles impactos negativos sobre esta área estratégica de bosques de niebla y captación de agua, nuevamente amplios sectores de la población manifestaron su desacuerdo, presentando en una consulta pública sólidos argumentos técnicos y ambientales. El movimiento ya constituido como *Foro ciudadano contra el libramiento y por la ciudad que queremos* logró, después de mucho cabildeo, desplegados, manifestaciones y una marcha, que se convocara a un foro de consulta pública y a un panel de expertos para el dictamen de la propuesta. Los argumentos fueron contundentes y la manifestación de impacto ambiental y el proyecto fueron rechazados. El panel de expertos señaló que el libramiento tenía que hacerse por el lado norte de la ciudad, tal como lo marcaba el Programa de ordenamiento urbano de la zona conurbada.

Los resultados de esta lucha reforzaron la conciencia de diferentes sectores productivos locales (trucheros, campesinos, ganaderos, artesanos, mujeres comerciantes) acerca del potencial que tienen los recursos naturales de su región para dinamizar la economía local y regional, ya que la mayoría no tiene hoy en día otras alternativas que la migración o continuar con actividades agropecuarias que tienden a avanzar sobre el bosque o al aprovechamiento no regulado de este último.

Una vez alejada la amenaza del libramiento, algunos campesinos involucrados en este proceso nos preguntaron: “¿para qué es importante proteger el bosque de niebla?, ¿qué proponen que hagamos ahora para vivir de él?” Fue así como nació la propuesta de investigación-acción del proyecto inicialmente llamado Gestión integral de la cuenca del río Pixquiatic, impulsado por algunas de las personas que habían participado en el movimiento, entre los que estamos incluidos los autores del libro *Al filo del agua*. El Equipo SENDAS, AC-UNAM elaboró un proyecto para el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua, que posteriormente presentamos a CONACYT-Fondo Mixto del Gobierno del Estado, que abrió su primera convocatoria el 2003-2004, como señalamos antes.<sup>6</sup>

La propuesta de investigación-acción proponía cubrir los siguientes objetivos:

---

6 Registrada ante FOMIX-CONACYT como Gestión comunitaria y ciudadana y redes de aprendizaje en la zona de recarga que abastece de agua a la ciudad de Xalapa, en las microcuenclas de los ríos Pixquiatic y Xocoyolapan.

- Analizar los conflictos sociales en torno al manejo del agua e identificar a sujetos sociales que impulsen procesos alternativos de gestión comunitaria, ciudadana y/o sectorial con enfoque de cuenca en la zona.
- Propiciar que las comunidades de la región asuman un papel activo y propositivo en el cuidado del agua y los recursos asociados a ella y promover modelos autogestivos de manejo sustentable del agua.
- Fortalecer las iniciativas actuales hacia la gestión integral del agua y de los recursos asociados a ella en la subcuenca del río Pixquiac.
- Establecer nuevas iniciativas y ampliar las propuestas comunitarias ya existentes en torno a la restauración y uso sustentable del agua y recursos asociados en la subcuenca del río Pixquiac.
- Establecer redes de aprendizaje sobre los temas de gestión de cuencas y servicios ambientales.

Los estudios realizados indicaban una tasa de deforestación alta para esta región<sup>7</sup> (CEDROSA, 2004; García Romero et al., 2010; Muñoz-Villers y López Franco, 2007). Una hipótesis inicial nuestra planteaba que la reforestación era un aspecto importante para la salud de la subcuenca y que los esfuerzos por reforestar tendrían un impacto directo en el mediano y largo plazo en el volumen de agua que capta la misma. Esta hipótesis fue fundamental en los estudios de la vegetación y en la elaboración del balance hídrico. Veremos en los distintos capítulos si nuestros hallazgos confirmaron o descartaron esta hipótesis, y cómo, en función de ellos, se diversificó el programa de intervención.

La intención de sistematizar esta experiencia de seis años de cogestión en una subcuenca es la de reflexionar sobre nuestra metodología, nuestra estrategia de trabajo y aprendizajes, con el fin de socializar para interés de otros grupos involucrados en temas afines, y para enriquecer acciones futuras. La complejidad del trabajo que nos hemos propuesto, la imbricación de los intereses rurales con los urbanos, implica obviamente un acercamiento interdisciplinario y nos ha llevado a abarcar temas tan variados como el proceso de conurbación, la relación campo-ciudad, los servicios ambientales, la gobernanza ambiental, el desarrollo local, el manejo sustentable de los recursos naturales, la función de los organismos operadores de agua, los mecanismos de pago por servi-

---

7 Tasa anual de deforestación de 2.3% dentro del Parque Nacional Cofre de Perote (Vázquez Torres et al., 2008;); otras fuentes indican una pérdida de 200 ha/año (García Romero y cols., 2010).

cios ambientales, el conocimiento de los recursos naturales existentes integrados en la matriz del paisaje, el balance hídrico de la cuenca, así como la delimitación de zonas de atención prioritaria para la conservación y restauración, principalmente.

Este trabajo se divide en dos secciones. La primera incluye cuatro capítulos: el primero expone el marco conceptual y metodológico; es decir, la estrategia adoptada para impulsar un proceso social de planeación regional que enfatiza la rehabilitación ambiental y la protección de áreas forestales de importancia estratégica por los servicios ambientales hidrológicos, que a la vez busque el mejoramiento de las condiciones de vida de la población local. En el segundo capítulo, puesto que un objetivo central es contribuir a una gestión sustentable de los recursos hídricos de Xalapa, analizamos cómo ha cambiado el abasto de agua de la ciudad conforme ésta ha ido creciendo. Al final de este apartado presentamos el marco institucional existente con sus oportunidades o limitantes para desarrollar esta iniciativa. En el capítulo tres caracterizamos la zona de estudio, la subcuenca del río Pixquiac, en términos de la vegetación y de sus condiciones geo-hidrológicas. En el cuarto capítulo se traza el mapa de los actores locales involucrados en la región, se revisa la dinámica poblacional y económica, y la del uso de los recursos, en una perspectiva histórica y sincrónica. Esta reconstrucción de la problemática social incluye las políticas y programas que han contribuido a cambiar el paisaje natural y social.

La segunda sección, que se refiere al proceso de construcción de la plataforma social para la cogestión, comprende tres capítulos. En el capítulo quinto analizamos la experiencia del Programa de compensación por servicios ambientales impulsado por nosotros desde 2006 y donde relatamos el proceso de construcción de un nuevo espacio para la participación social, el Comité de cuenca del río Pixquiac o COCUPIX. En el capítulo sexto revisamos los avances obtenidos en las diferentes líneas de acción, para luego pasar a un capítulo de conclusiones en el que abordamos las dificultades, retos y perspectivas de este trabajo de cogestión de la subcuenca y hacemos algunas recomendaciones.

Para facilitar la lectura enviamos a anexos la información técnica que ha sido imprescindible para sustentar los planteamientos y propuestas que aquí se presentan. El uso de recuadros pretende sintetizar algunas secciones en algunos casos y, en otros, añadir información no estrictamente indispensable para la comprensión del texto, pero que nos ubica en perspectivas culturales, éticas y estéticas complementarias.



# Siglas y acrónimos

---

ABC	Agua, Bosques y Cuencas (relacionado con Iniciativa ABC o Fideicomiso ABC)		Rural y Ordenamiento Ambiental, SA de CV
AICA	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (regionalización de CONABIO)	CFE	Comisión Federal de Electricidad
ANP	Área Nacional Protegida	CGMA	Coordinación General de Medio Ambiente (estado de Veracruz)
APROMSA	Área Promisoria para la creación de Mercados de Servicios Ambientales (CONAFOR)	CMAS-X	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa
AVPZ	Asociación de Vecinos Pixquiac- Zoncuantla	CMAS-C	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Coatepec
BMM	Bosque Mesófilo de Montaña	COMUDERS	Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable
CaC	Campesino a Campesino	CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CADER	Centros de Apoyo para el Desarrollo Rural	CONAFE	Consejo Nacional Fomento Educativo
CAEV	Comisión Agua del Estado de Veracruz	CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CDM	Consejo de Desarrollo Municipal	CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CEDROSA	Consultora para Desarrollo	CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
		CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

CONAPO	Consejo Nacional de Población	INECOL	Instituto de Ecología, Asociación Civil
COCUPIX	Comité de cuenca del Río Pixquiac	INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
COTAS	Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas (CONAGUA)	INVEDER	Instituto Veracruzano de Desarrollo Rural
CSVA	Consejo del Sistema Veracruzano del Agua	LAN	Ley de Aguas Nacionales
DGDF	Dirección General de Desarrollo Forestal – SEDARPA (edo. Veracruz)	LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico para la Protección del Medio Ambiente
EPA	(Environmental Protection Agency) Agencia para la Protección Medio Ambiente de los Estados Unidos	MAEZAPATA	Movimiento Ambientalista Emiliano Zapata
FAN México	Red Mexicana de Acción por el Agua (Freshwater Action Network por sus siglas en inglés)	ONG	Organización No Gubernamental
FIDECOAGUA	Fideicomiso Coatepecano para el Pago de Servicios Ambientales Forestales Hidrológicos	OSC	Organización de la Sociedad Civil
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido	PCSAX	Programa de Compensación por Servicios Ambientales del Ayuntamiento de Xalapa
FOMIX	Fondo Mixto (CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz)	PDN	Plan de Desarrollo Nacional
GAVATT	Grupo de Validación y Transferencia de Tecnología	PDV	Plan de Desarrollo Veracruzano
GOMA	Gulf of Mexico Alliance (Alianza para el Golfo de México)	PSA	Pago por Servicios Ambientales
GWP	Global Water Partnership	PSAH	Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos
GWV	Global Water Watch	PLADEYRA	Planeación Desarrollo y Recuperación Ambiental, SC
IAP	Investigación Acción Participativa	POUZCUX	Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Xalapa,
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	PROCEDE	Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares
INBIOTECA	Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Universidad Veracruzana)	PRODICOP	Programa de Desarrollo Integral del Cofre de Perote
		PROSAPIX	Programa de Compensación por servicios ambientales del Pixquiac

RAN	Registro Agrario Nacional	SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
RFNM	Recursos Forestales No Maderables	SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
RHP	Región Hidrológica Prioritaria (regionalización de CONABIO)	SEP	Secretaría de Educación Pública
RMCACRP	Red de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua de la cuenca del Río Pixquiác	SPB	Ejido San Pedro Buenavista (Acajete)
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	SRA	Secretaría de la Reforma Agraria
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos	SSA	Secretaría de Salubridad y Asistencia
SEV	Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Veracruz	SSA-VER	Secretaría de Salud del Estado de Veracruz
SEDAP	Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Pesca (ahora SEDARPA)	UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
SEDARPA	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca (Gobierno del Estado de Veracruz)	UMA	Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
SEDESMA	Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente del Estado de Veracruz	UNCADER	Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural
		UV	Universidad Veracruzana



# Marco conceptual y metodológico

---

Luisa Paré, Tajin Fuentes y Georgina Vidriales, Isabel García Coll

## Al filo del agua: nuestra metáfora del proceso de investigación

Como en toda cuenca, los grandes ríos se forman de lo que otros van aportando a su cauce; desde los arroyos que nacen en manantiales pequeños, que al fluir se incorporan a otros arroyos, unos angostos y escabrosos, otros amplios y tranquilos, así hasta conformar un gran río principal. De manera similar ha sido (y continua siéndolo) este proceso de trabajo. En su inicio fueron acciones pequeñas y de alguna forma dispersas pero, siguiendo el filo del agua, conforme se suman diversos actores locales e institucionales, cada uno con sus propias dinámicas e intereses, se ha ido construyendo y desarrollando esta corriente amplia y variada que se propone aportar no sólo al proceso de cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, sino de otras cuencas en la región y en el país. A este río, dinámico por naturaleza, se incorporan también los aprendizajes derivados de experiencias que otros grupos impulsan en diferentes partes del país y de América Latina y los conocimientos de muchos estudiosos del tema.

## Una visión integral del agua y de las cuencas

Múltiples estudios científicos sobre los efectos de las actividades humanas en los ecosistemas acuáticos y terrestres del planeta indican que uno de los errores centrales en la mayoría de las políticas de gestión de los sistemas naturales es el su-

puesto de que los humanos y la naturaleza son entidades diferentes que pueden ser conceptualizadas y tratadas independientemente (Folke et al., 2002). Sin embargo, las evidencias acumuladas en diversas regiones del planeta sugieren que la naturaleza y la sociedad conforman un solo sistema, un *socioecosistema*, y por tanto deben ser estudiadas como una unidad integrada (Duarte, 2006; Leff, 1998).

De acuerdo con Duarte (2006), los socioecosistemas son sistemas naturales que, de una forma compleja se vinculan e interactúan de manera dinámica e interdependiente con uno o más sistemas sociales. Este concepto aporta una visión integral de la complejidad de los problemas ambientales, dentro de los cuales se inserta la gestión del agua o de una cuenca, ya que permite tender puentes entre las ciencias biogeofísicas, sociales y las tecnologías, generando un marco interdisciplinario gracias al cual ecólogos, economistas, sociólogos, antropólogos e ingenieros comparten no sólo el objeto de estudio sino sobre todo un marco conceptual y metodológico. Considerar una cuenca como un socioecosistema permite orientar la toma de decisiones partiendo de un análisis que integra el conocimiento sobre los componentes biofísicos y su estructura que determinan su funcionamiento, con los aspectos económicos, sociológicos y políticos que actúan sobre ella.

El socioecosistema que nos ocupa está acotado a un espacio determinado que conceptualizamos como una cuenca, entendida ésta en cuanto a sus atributos biofísicos, de la siguiente manera:

*La cuenca hidrográfica es el espacio geográfico que contiene los escurrimientos del agua y que la conducen hacia un punto de acumulación terminal. Incluye ecosistemas terrestres (selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, entre otros) y ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, etc.) y sus límites se establecen por el parteaguas desde donde escurre el agua que se precipita en el territorio delimitado por éste, en un punto de salida. (Carabias y Landa, 2008:31)*

Es cada vez más común una visión integral y no sólo biofísica que considera a las cuencas como: *territorios donde se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos, y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas.* (Faustino Jiménez Faustino y Campos, 2006)

Por su parte, la cuenca hidrológica se refiere a la unidad de gestión administrativa que puede comprender varias cuencas hidrográficas. Al definir nuestro universo

de estudio, la subcuenca del Pixquiac, como un socioecosistema buscamos superar lo que nos parecen son importantes limitaciones conceptuales y prácticas del modelo que ha dominado el ámbito de la gestión del agua. Nos referimos al modelo "hidráulico",<sup>1</sup> pues reduce el problema de gestión a la conducción del agua hacia las áreas de consumo doméstico, industrial o agropecuario, sin incorporar una concepción ambiental sobre el origen de ese recurso, ni los aspectos que modifican o afectan la calidad y cantidad del abasto (Landa y Carabias, 2007).

Este modelo hidráulico carece de un enfoque transectorial de las políticas públicas, el cual se caracteriza por una gestión que parte de enfoques y medidas fragmentadas en distintos sectores de la administración pública. Así se divide el manejo del agua en cuatro grandes fases secuenciales, desde que el agua brota de alguna fuente natural para consumo humano, hasta su destino como aguas residuales tratadas; a) captación (embalse, conducciones por tuberías, tratamiento y depósito), b) distribución, c) alcantarillado, y d) depuración o saneamiento. En lo administrativo cada fase tiende a corresponder a un ámbito de responsabilidad de distintas instituciones o dependencias relacionadas con el manejo del agua. En la práctica cada institución actúa sobre un segmento del flujo, de manera que la coordinación es muy débil e inadecuada para abordar una problemática tan compleja e impide planear estrategias desde una perspectiva integrada. Esta forma de gestión ha originado políticas parciales y desarticuladas entre sí. Una de las grandes omisiones en este modelo es lo referente a las condiciones ambientales y sociales del territorio donde se originan y donde culminan estas fases secuenciales.

Frente a esta fragmentación o segmentación, pensar la cuenca como socioecosistema permite vincular una concepción integral con una práctica correspondiente y salir de los límites político-administrativos que no corresponden a las realidades socioambientales, ni a configuraciones socio-territoriales de gran interdependencia como son el campo y la ciudad. Emerge así la importancia de reconsiderar la tran-

---

1 ... cuando la solución a los problemas del agua se podía encontrar dentro del ámbito técnico de la ingeniería, el concepto de gestión no iba más allá de un enfoque hidráulico. El agua estaba en una fuente situada en un punto determinado del territorio, con una distribución natural en el tiempo y de una calidad dada. Los usos que querían hacerse de dicha fuente, por el contrario, estaban en otro sitio, requerían de una distinta distribución temporal de los caudales y de una calidad diferente a la encontrada en la fuente. Las obras hidráulicas fueron entonces el "operador" que convirtió los vectores de entrada (localización, régimen hidrológico y calidad naturales) en vectores de salida (localización, régimen hidrológico y calidad requeridas por el uso específico (García et al., 2005).

sectorialidad de las políticas públicas y su articulación con distintos ámbitos de la administración pública.

Desde una perspectiva antropológica e incluso política, se podría argumentar que la utilización de nomenclaturas como *cuenca*, *subcuenca* y *microcuenca* para designar espacios que constituyen territorios ocupados desde hace miles de años por diferentes culturas y generaciones de seres humanos, podría no corresponder a las percepciones locales. Si bien el concepto *cuenca* no se utiliza como tal en el lenguaje campesino, en la región de trabajo encontramos una idea afín en la medida en que la gente identifica su territorio dentro de los límites marcados por los filos o parteaguas y los arroyos, que incluso muchas veces constituyen las demarcaciones entre ejidos y municipios.

Algunos autores han propuesto el concepto de *cuenca social* como unidad de análisis porque es especialmente apropiado para entender las relaciones sociales en torno al agua y los conflictos entre las personas ubicadas en las zonas altas y los múltiples usuarios que se encuentran en las zonas medias y bajas de las cuencas andinas.

*Una cuenca social es, entonces, un espacio delimitado por los nacimientos de los cursos de agua y las zonas altas que los protegen y nutren, y se extiende hasta donde llegan las aguas 'naturalmente' y hasta donde se conduce el agua por los hilos contruidos por las sociedades. Se puede decir que es una composición compleja que comprende la cuenca geográfica y sus zonas de influencia, determinadas por los usuarios y usuarias del agua. Una cuenca social suele implicar un traslape de varias cuencas geográficas entrelazadas por el tejido social que construyen los múltiples usuarios. (Poats, 2007)*

Reconocer la cuenca como espacio social y tratar de entender su imaginario social nos permite pensar un modelo de gestión efectiva y equitativa del agua por parte de los múltiples usuarios y usuarias de las cuencas. Sin embargo no se trata de pensar que, por sí sola, esta realidad con una perspectiva territorial y determinada por el uso ancestral del hábitat equivale a una herramienta de gestión, ya que a lo largo de la historia se han ido sucediendo distintas configuraciones socio-territoriales con distintos polos de mando. Si bien la colaboración está presente en las relaciones intercomunitarias, el conflicto es un elemento constante. Es por esto que, no obstante el reconocimiento de este espacio social y sus interrelaciones, se

requieren instrumentos de gestión hídrica para la articulación en todo el territorio. En este sentido la apropiación del concepto de cuenca de parte de los distintos actores implica una hibridación entre nuestra manera “científica” de concebir este espacio y la percepción local del territorio con su bagaje cultural, sus relaciones, sus conflictos y sus alianzas tradicionales y potenciales.

## La cogestión de cuenca

En la búsqueda de instrumentos de gestión que faciliten la transversalidad de políticas sectoriales, diversos países han encontrado en el Manejo integral de cuencas un instrumento de planeación y de gestión adecuado (Cotler, 2004). En las últimas décadas el Manejo Integrado de Cuencas, la Gestión de Recursos Hídricos (GRH), la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), y la Gestión conjunta de Cuencas, se han ido sucediendo como nuevos conceptos para guiar las políticas públicas y definir los espacios más idóneos para la planeación en cuencas o regiones ligadas a recursos hídricos de uso estratégico, para diferentes grupos sociales del ámbito rural o urbano.

Es a partir de la conferencia de las Naciones Unidas en Mar de la Plata en 1977 y luego la reunión de Dublín de 2002 que toma auge el concepto de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). Este último evento inspira la definición oficial como “un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, de la tierra y de recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultantes de una forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales.” (GWP, Global Water Partnership. Comité Asesor Técnico, 2000)

Para Luis García, Enrique Aguilar, y Salvador Parrado (2005),<sup>2</sup> mientras la GIR se refiere a un solo uso del agua, la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) remite a dos o más usos que compiten por la misma fuente o cuerpos de agua, implicando por lo tanto conflicto entre ellos. De ahí se desprende que necesariamente la aplicación de este concepto implica buscar consensos entre distintos actores sociales.

El enfoque de *gestión* propugna por la gestión del agua desde el punto de vista de la función y servicios de los ecosistemas y considera los vínculos del recurso

---

2 El documento de García et al. (2005) fue encargado por la Subdirección de Planeación de la Gerencia de Planeación Hidráulica de la Comisión Nacional del Agua para revisar el mandato de la Ley de Aguas Nacionales de 2004 de que la gestión del agua debe hacerse en forma integrada y descentralizada.

agua – como recurso natural - con la economía, el ambiente y la sociedad. García et al. (2005:s. n. p.) proponen que:

*... para tomar en cuenta los aspectos económicos, sociales y ambientales en la GIRH, se “maximice” la contribución del agua al objetivo de eficiencia económica, con restricciones impuestas por los sectores social y ambiental. La mayor o menor severidad relativa de estas restricciones es lo que determinará el mayor o menor énfasis relativo que se dé a los objetivos de eficiencia económica, desarrollo social y sostenibilidad ambiental.*

Si hablamos de gestión *de una cuenca* además de percibir los recursos hídricos como parte de un sistema funcional considerando las complejas interconexiones entre los componentes físicos y bióticos, se debe tomar en cuenta dos grupos de acciones complementarias: Un grupo de acciones orientadas a *aprovechar* los recursos naturales (usarlos, transformarlos, consumirlos) presentes en la cuenca para asistir al crecimiento económico, y otro grupo de acciones orientadas a *manejarlos* (conservarlos, recuperarlos, protegerlos) con el fin de asegurar una sustentabilidad del ambiente. Podría agregarse además que estos dos grupos de acciones deben ejecutarse con la participación de los actores, habitantes o con intereses en la cuenca, con el fin de tender hacia la equidad (Dourojeanni et al., 2002).

En la evolución del concepto de Manejo e incluso de Gestión integral de cuenca se ha ido incorporando cada vez más la necesidad de considerar los aspectos sociales y la participación. Sin embargo, más allá de las declaraciones y de las intenciones, la cuestión fundamental finalmente es si existe una verdadera posibilidad de autodeterminación o si la participación se limita a decisiones tomadas desde arriba, por los actores con más poder, o simplemente para aparentar cumplir con un marco normativo.

En México, la utilización de la cuenca como unidad de gestión se remonta a varias décadas, aunque con enfoques y propósitos disímiles (Cotler y Pineda, 2008). El objetivo de este libro no es el de reconstruir los cambios institucionales y jurídicos en la gestión y administración del agua en México.<sup>3</sup> Para un encuadramiento

---

3 Para una visión amplia de este tema remitimos a la obra exhaustiva de Jiménez, Blanca, María Luisa Torregrosa y Luis Aboites (2010). El Agua en México: cauces y encauces. Academia Mexicana de Ciencias y Conagua.

general, en el Anexo 1 elaboramos un cuadro que nos muestra las distintas etapas en la gestión hídrica donde se muestra una evolución desde el enfoque de la oferta hacia el enfoque de la demanda.

Para fines de contextualización histórica de ciertos conceptos que guían nuestro trabajo basta mencionar que hasta 1989, la gestión del agua ha sido prácticamente monopolio federal. Desde 1989, la agencia competente para la gestión del recurso es CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), que se implanta en todo el territorio nacional a través de 13 Gerencias Regionales y 20 Gerencias Estatales (Sancho y Parrado, 2004). A partir de la puesta en vigor de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) en 1992, y sus reformas en 2004, se fortalece el marco legal de la gestión del recurso a nivel de Cuencas Hidrográficas y se amplía la participación social en los Consejos. En el ámbito de los estados, se inicia un proceso de reestructuración institucional que creará las instancias para la gestión estatal del recurso.

Por un lado se transfieren funciones a los poderes estatales y por el otro se impulsa la creación de una instancia regional, el Consejo de Cuenca cuya función es regular y normar la gestión integrada de la cuenca que esté por encima de las instancias estatales. Este proceso ha contribuido a crear tensiones entre los gobiernos estatales y las instancias regionales de CONAGUA, las cuales no han sido resueltas a la fecha (Torregrosa, 2010:600-601). Por un lado surgen ámbitos de poder no previstos y, por otro no se transfieren los recursos necesarios para apuntalar el proceso de descentralización en un contexto en el que la mayor parte de los estados carece de la infraestructura física, institucional e incluso humana para recibir las nuevas responsabilidades que se les transfieren (Torregrosa et al., 2010: 603).

Torregrosa señala cómo, a pesar de los esfuerzos por pasar de un modelo de racionalidad administrativa fuertemente centralizada y vertical, hacia uno desconcentrado y descentralizado con participación de nuevos actores, se han agudizado los conflictos sociales en torno al agua. Esto se debe a que el modelo propuesto de gestión se circunscribe a la gestión del recurso -al margen de las condiciones sociales y ambientales del entorno y soslaya las grandes diferencias sociales, políticas, económicas, culturales y valorativas de la población involucrada y llamada a participar. Otro factor que no ha podido ser remontado es la persistencia de una cultura política clientelar que dificulta la instalación de tomas de decisiones basadas en mecanismos consultivos (Torregrosa et al., 2010).

Según el problema, la extensión territorial del mismo y sus vínculos con otros problemas y regiones, la delimitación y consolidación de las funciones, responsabilidades y jurisdicción de los diferentes niveles de decisión en relación al recurso

puede resolverse utilizando mecanismos de consenso, concertación y decisión a nivel de acuífero, microcuenca, subcuenca o cuenca. Al tratar de identificar un ámbito territorial en el que se aplique la GIRH en México, se pueden tener en cuenta varios tipos de delimitaciones. A nivel hidrográfico podemos estar hablando de cuenca, subcuenca, microcuenca, acuífero. Tomando en cuenta la división en 13 regiones hidrológicas, 20 gerencias estatales y 25 consejos de cuenca podemos ver que “existen dos problemas en la gestión del espacio: la vinculación entre la región hidrográfica y la administrativa, y la relación entre región hidrográfica, administrativa y política (García et al., 2005).

Más recientemente se empieza a buscar una planeación en ámbitos más pequeños que involucran menos entidades político-administrativas, es decir sub cuencas y micro cuencas. Es en estos espacios que se puede desarrollar de mejor manera una gestión conjunta de cuenca. En 1990 la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) acota los conceptos de gestión conjunta –también llamada cogestión, gestión mixta, multilateral o de diálogo. Nos hemos identificado más con este concepto ya que en la gestión conjunta, los participantes sociales negocian, definen y garantizan entre ellos mismos una participación justa en las funciones de gestión, los derechos y responsabilidades de un determinado territorio, zona o conjunto de recursos naturales. “Gestión conjunta” o cogestión quiere decir una participación plural en la gestión de los recursos naturales, basada en el aprendizaje recíproco y la negociación entre intereses y preocupaciones diferentes, incluyendo aquellos de los expertos técnicos y autoridades normativas.

De acuerdo con Faustino et al. (2006) del CATIE de Costa Rica, la diferencia entre gestión y cogestión está dada por el grado de participación en la toma de decisiones colectivas sobre el territorio de la cuenca. Es resultado de la construcción de una *plataforma social* que permite orientar la acción conjunta de los actores sociales e implica tres aspectos: 1) las partes involucradas reconocen que tienen problemas en común, 2) hacen explícitos sus conflictos en torno al uso de los recursos del territorio (bosques, agua, suelos) y 3) negocian sus intereses alcanzando consensos en torno a los intereses comunes.

Este proceso resulta de un aprendizaje social en que las partes entran en contacto con nueva información y conocen las perspectivas de otros involucrados y, como resultado, amplían su comprensión de su sistema socioeconómico y natural. Este aprendizaje permite a los involucrados “enfrentar los problemas a un nivel de agregación social más amplio, por ejemplo al trasladar su acción de nivel de parcela al de cuenca hidrológica” (Hagmann y Guevara, 2004).

Desarrollar un esquema de corresponsabilidad entre el Estado y las comunidades no se resuelve sólo con el discurso de la participación. Para que sea un proceso de relaciones recíprocas entre el campo y la ciudad se requiere contar, en primera instancia con comunidades fuertes y organizadas en torno a sus recursos, con normas internas, claras y colectivamente establecidas y respetadas, así como con instituciones locales legitimadas (Ostrom, 2000). Raras veces se cuenta con este perfil por lo que la construcción de la plataforma social incluye la generación de estos acuerdos, normas, arreglos institucionales, diálogos, etc. Por otro lado, la participación implica la apertura de espacios de negociación y construcción de acuerdos entre los diferentes actores sociales, dentro de las comunidades y en la relación que éstas establecen con el gobierno central, sea municipal o estatal.

El flujo del agua a través de territorios ocupados por diferentes personas bajo estructuras político-administrativas distintas hace que el acceso y el manejo de la misma sea fuente de conflictos. Por lo mismo la cogestión de cuenca implica necesariamente la gestión del conflicto. Los conflictos por los recursos naturales pueden producirse en diversos niveles, desde el ámbito familiar al plano local, regional, social y mundial.

Debido a vacíos en la legislación y a las formas en que se lleva a cabo la intervención gubernamental, es común que a nivel local estos conflictos no sean atendidos adecuadamente o que su solución se deje en manos de los dueños de los recursos y de los organismos operadores de agua. Estas interacciones no siempre se dan en un ámbito de concordia e incluso llegan a veces a situaciones de violencia. Una visión de gran alcance, en este contexto, implica no sólo atender los conflictos cuando se presentan, sino prevenirlos.

A diferencia de los enfoques de planeación que separan lo urbano de lo rural, donde el municipio es la unidad territorial de menor escala en la planeación y asignación presupuestal, consideramos que para el caso de las zonas conurbadas o metropolitanas es indispensable un enfoque regional que trascienda los límites entre lo rural y lo urbano, es decir los límites municipales. El enfoque de cuenca permite justamente superar esta limitación. La sustentabilidad urbana no será posible si las ciudades no integran las zonas de las que dependen para su abasto de agua y para la disposición de las aguas residuales. Sin embargo, si no hay una integración de los sujetos interesados en los espacios de participación, se mantendrán las relaciones de subordinación y de intercambio desigual entre las zonas rurales y las urbanas, y por ende no se podrán generar nuevas formas de gobernanza y de resolución de conflictos (González et al., 2010).

No se puede menoscabar en este proceso la necesidad de una presencia positiva del Estado como articulador y soporte de nuevos arreglos en la sociedad; de una arquitectura institucional que permita la descentralización efectiva; de la incidencia en políticas públicas para trascender lo local; para que, finalmente, se asegure un acceso equitativo a los recursos por parte de las poblaciones pobres (Leitman, 2005).

El manejo de cuencas es un proceso adaptativo que alinea, coordina y construye programas hacia objetivos para un bien común. Es por esto que la implementación de un manejo integral de cuencas requiere la concurrencia, la cooperación y la colaboración de diversos actores bajo una visión consensuada (Cotler y Caire, 2009). Es cuando, a nuestra manera de ver podemos hablar de cogestión, concepto cuya especificidad radica en la idea de la construcción de una plataforma social como veremos más adelante.

En este contexto, desarrollamos nuestro trabajo con la perspectiva de sentar las bases para una *Cogestión integral de cuenca*, a través de la construcción colectiva de espacios de participación y de planeación, tanto en los ámbitos comunitario como regional, donde se involucran los diferentes interesados y afectados por el manejo de los recursos naturales, dentro de los límites del espacio natural conformado por una cuenca hidrológica. El objetivo de esta construcción de espacios de participación es facilitar el desarrollo de mecanismos de gobernanza (concepto que explicamos más adelante) donde se puedan conjugar los intereses de los pobladores rurales, con los de los habitantes de las ciudades. Es decir, buscar tanto el mejoramiento de las condiciones de vida de la población local, como mantener y recuperar las condiciones ecológicas que permitirán mantener los servicios ambientales que provee la cuenca a los habitantes que viven dentro de sus límites, así como a la población de las áreas urbanas que se beneficia de ellas.

## Nueva ruralidad y nuevas configuraciones territoriales

*Para percibir la ciudad tal como es y resolver sus problemas, es necesario expandir el pensamiento y la acción fuera de los estrictos límites urbanos (Bettini, 1998: 79).*

La construcción de la plataforma social se logra no sólo con los actores incluidos dentro de los límites de una cuenca. En la medida en que hablamos de un bien público, el agua, que interesa a múltiples actores, más allá de lo rural, y de una zona geográfica ubicada en los bordes periurbanos de una zona metropolita-

na, también es necesario referirnos a los procesos de urbanización y a la interfase campo-ciudad.

*En México en el debate urbanista contemporáneo ha surgido una serie de categorías que pretenden dar cuenta de los procesos de ampliación de las ciudades a escala megalopolitana, en donde emergen espacialidades que, más allá de lo propiamente metropolitano o intraurbano, se configuran como zonas, fronteras, territorios, áreas o regiones que vinculan, bajo formas novedosas y complejas, lo urbano y lo rural (Grajales et al., 2006: 58).*

Concheiro y Grajales (2009) desde la sociología rural y desde una visión territorial del desarrollo plantean que:

*En la concepción de la nueva ruralidad, el “nuevo modelo de desarrollo rural” tendrá que asumir un carácter territorial, capaz de superar la visión sectorialista y dicotómica prevaleciente en el pasado. Esto implica que estará encaminado a impulsar una nueva relación entre lo rural y lo urbano, en donde se reconozca la importancia del mundo rural para el bienestar general de la sociedad. (Grajales et al., 2006: 64)*

La relación de las ciudades con el espacio rural que les circunda se caracteriza, por lo menos en México, por la gran desigualdad tanto en lo socio-económico como en lo ambiental. Bajo distintas formas la población del campo subsidia la viabilidad económica de la ciudad, sea a través de los precios bajos a cambio de sus productos agropecuarios, forestales o de su mano de obra; o bien cuando deja de aprovechar sus áreas forestales que, de este modo aportan servicios ambientales hídricos a la ciudad.

El manejo del agua, el bien público por excelencia, adquiere cada vez más un papel central en esta relación asimétrica entre lo rural y lo urbano y en los conflictos sociales. Por un lado el líquido es extraído de las zonas rurales privando muchas veces a sus habitantes de los volúmenes necesarios para sus actividades productivas o domésticas, dando pie a un número creciente de conflictos entre el campo y las ciudades, o contribuyendo a engrosar las filas de la población periurbana desplazada por los impactos de este fenómeno. La expansión urbana absorbe tierras antes dedicadas a la producción de alimentos. Para este crecimiento, pocas veces planificado, se encuentran el capital especulador y la industria de la construcción por un lado y, por

otro, campesinos para quienes seguir sembrando en las condiciones actuales ya no es negocio, pues no se cubren los costos y tampoco da de comer a la familia, por lo que buscan mejores opciones económicas. El círculo vicioso se cierra con la constatación que es por la falta de empleos en el campo que los campesinos emigran a las ciudades donde encuentran empleos precarios e informales o materia para la delincuencia.

Por otra parte las zonas rurales localizadas “hacia abajo” de las urbes suelen recibir todos los efectos negativos de las aguas residuales, de las que en nuestro país sólo el 30% recibe algún tratamiento de saneamiento. Los costos ambientales, económicos, sociales y de salud no están interiorizados en los costos de producción, en el valor de la tierra, ni en la provisión de servicios urbanos.

Para Pérez (2001), de esta nueva condición de las zonas rurales se desprende la necesidad de:

*...un nuevo modelo de relaciones o contrato social entre lo urbano y lo rural, redefiniendo los roles de cada uno de los ámbitos y asumiendo la estrecha interdependencia entre ellos. Sin la revalorización del mundo rural, éste no sólo pierde su identidad sino también su población, sus modelos de organización y muchas de sus actividades. (Pérez, 2001: 24)*

En sintonía con el abandono del campo, al que ya no se le reconoce gran valor productivo, salvo si se trata de grandes empresas e inversionistas, las ciudades crecen comiéndose literalmente el territorio rural. A la vez que la ciudad se presenta como una oportunidad y un mercado, hasta cierto punto representa también la negación de la posibilidad de mantener un estilo de vida rural, sobre todo cuando no existen políticas de fomento a la producción agropecuaria y que los alimentos son traídos de otras regiones o países.

En el fondo de lo que se trata es de buscar nuevas formas de relación y de articulación con lo global, y nuevas políticas públicas que no impliquen la desintegración de la vida campesina sino al contrario su reestructuración incorporando otras formas de valoración que integren su aportación de bienes y servicios ambientales a la sociedad.

## **Servicios ambientales y servicios ecosistémicos**

En la experiencia que sistematizamos en la segunda parte de este trabajo hemos utilizado como instrumento de política ambiental el de “compensación por servicios ambientales”.

*Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles. (WRI, 2003: 3)*

Servicio ambiental y Servicio ecosistémico son dos términos similares, utilizados comúnmente como sinónimos. Balvanera y Cotler (2007) indican que el primero es un término utilizado fundamentalmente entre los tomadores de decisiones, diseñadores de políticas públicas y funcionarios; particularmente cuando se quiere enfatizar en los aspectos ambientales o medio-ambientales que pueden o están siendo afectados, o que se propone conservar. Un ejemplo de esto es el Programa de Pago por Servicios Ambientales de CONAFOR. El segundo es un término empleado entre la comunidad científica, en cuyo significado se reconoce explícitamente la existencia de interacciones entre los organismos y las condiciones abióticas, enfatizando en el hecho que las sociedades humanas se benefician de los resultados o productos de dichas interacciones. Los dos términos, por tanto, tienen elementos básicos comunes: se trata de un concepto que permite hacer un vínculo explícito entre las condiciones y funcionamiento de los ecosistemas, con el bienestar humano (Balvanera y Cotler, 2007; Balvanera et al., 2001; MEA, 2005).

La tipología presentada por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) distingue cuatro servicios ecosistémicos en términos de su función y relación directa o no con las sociedades humanas: a) servicios de provisión, tales como agua, alimento, madera, fibras; b) servicios de regulación, como la regulación climática, de inundaciones, de enfermedades y plagas, de desperdicios, de la calidad del agua; c) servicios culturales, como pueden ser para la recreación, disfrute estético, científico y espiritual; y d) servicios de soporte, como la formación de suelo, la fotosíntesis, el ciclo de nutrientes. Esta tipología ha sido retomada tanto por la comunidad científica, como por los diseñadores de políticas públicas (MEA, 2005).

El concepto de servicios ecosistémicos ha contribuido a que diferentes grupos sociales y tomadores de decisiones se informen sobre cuán dependiente es la sociedad humana de los ecosistemas y, por tanto, de la necesidad de desarrollar estra-

tegrías de manejo sustentable (Maass et al., 2005). En síntesis, el término servicios ecosistémicos guía y facilita la generación de conocimientos para el desarrollo de políticas públicas; mientras que el término servicios ambientales puede considerarse como el componente operativo de las políticas públicas dirigidas a impulsar acciones para el cuidado y restauración de las funciones de los ecosistemas.

Si bien estos mecanismos pueden ayudar a financiar acciones de conservación y desarrollo rural, reconocemos su limitación ya que son insuficientes para corregir las graves desigualdades existentes entre las áreas rurales y las urbanas. Además, los esquemas de compensación por servicios ambientales tienen el riesgo de caer en la tentación de dar un valor económico mercantil a cada servicio ambiental y dejar en manos de “los mercados” las decisiones políticas y de manejo. Desde nuestra perspectiva, consideramos que, sobre todo, es un concepto útil para establecer relaciones de reciprocidad entre los abastecedores (que no productores) y los usuarios de dichos servicios. La compensación puede darse en distintas formas, además de la monetaria, tal como en capacitación, insumos, y otros.

En todo México el Programa de Pago por Servicios Ambientales ha seguido el modelo y reglas de operación impulsado por CONAFOR, al cual se le han hecho evaluaciones críticas y que ha sido ajustado a lo largo de los años. Este tipo de Programa está incluido en los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y en los REDD, es decir Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (Dooley et al., 2008). El anuncio en la COP16 de grandes inversiones que se destinarán a este programa ha suscitado fuertes polémicas, aportamos algunos elementos sobre sus posibles implicaciones de acuerdo a algunas interpretaciones:

*Los pueblos indígenas y otros observadores también han expresado su preocupación por los posibles efectos negativos. Si se atribuye un valor monetario a los bosques de acuerdo con los planes de REDD, muchos temen que – en lugares donde los derechos de propiedad territorial no están bien definidos y la toma de decisiones se sigue basando en un orden jerárquico – surjan nuevos conflictos entre las comunidades indígenas y locales, y entre ellas y el estado.<sup>4</sup> Los mecanismos REDD podrían excluir a las poblaciones locales de los procesos de aplicación y reparto de los beneficios, e incluso hasta expulsarlos de sus propios territorios. «El aumento del valor monetario atribuido a los recursos forestales actuales y al crecimiento forestal abre la puerta a la corrupción en países donde ésta ya abunda. La planificación*

centralizada, (...) en virtud de la cual el gobierno nacional crea planes, recibe pagos y distribuye los nuevos fondos, solo sirve para agravar la marginalización de los pueblos de los bosques.<sup>4</sup>

Estas inquietudes se ven reforzadas por las dificultades que encuentran los pueblos indígenas para acceder a los debates internacionales en materia de cambio climático, a pesar de que varios proyectos REDD se llevarán a cabo en territorios indígenas. En las negociaciones de Poznan, 'los pueblos indígenas mostraron su sorpresa al ver la versión final del proyecto de conclusiones sobre 'REDD', la cual eliminó toda referencia a los derechos de los pueblos indígenas y a la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas'. Victoria Tauli-Corpusz señala que uno de los riesgos de REDD es que puede reforzar los mecanismos altamente centralizados de gobernanza y financiamiento para bosques, que estas discusiones se volverán cada vez más técnicas, excluyendo por lo tanto a los pueblos indígenas de la aportación de su conocimiento tradicional y del control sobre sus bosques.

En respuesta, representantes de los pueblos indígenas y de la sociedad civil declararon que 'se trata[ba] de una situación completamente inaceptable (...) ya que los bosques que están en la mira de REDD son los que los pueblos indígenas han preservado y protegido durante miles de años'. (Climate Frontlines - REDD – un tema candente con relación al cambio climático, 13 febrero 2009).<sup>5</sup>

El componente de pago o compensación por servicios ambientales presenta una contradicción inherente al significado que tienen los derechos al agua como lo marcan las leyes nacionales y la Constitución. Esta última señala al agua como un bien de la Nación, sin embargo al brotar ésta en el territorio de un asentamiento, de una persona, o en un terreno entregado en posesión a sus habitantes a través del ejido, se genera una noción de un derecho particular sobre ese recurso. En este sentido la extracción de agua (u otros recursos naturales) hacia la ciudad, aún

---

4 Comunicado de prensa de Victoria Tauli-Corpusz por el día de los Derechos Humanos y Tauli Corpus (Statement of the United Nations Permanent Forum on Indigenous Issues (UNPFII))

5 En la Cumbre de Cancún el 2010 el sector de los altermundistas ha hecho fuertes críticas a los REDD .

cuando es aceptada por los pobladores rurales, crea siempre una expectativa de reciprocidad, de que algún día se obtendrá algo a cambio, sobre todo cuando hay promesas de por medio.

Cuando los campesinos a cambio de “su agua” piden caminos, aulas o una iglesia, están recordando a las autoridades que sus derechos no han sido cubiertos. Cambiar estas demandas por proyectos vinculados al manejo sustentable de sus parcelas o de las áreas en común constituye una agenda adicional.

Sin embargo, en la nueva relación ciudad-campo no basta con algún programa aislado que pague a los campesinos por conservar sus bosques. Se requiere un cambio radical de visión que reconozca la viabilidad de la producción campesina, dejando de lado la concepción de las áreas rurales como el traspatio de las megalópolis, como proveedoras en declive de productos agrícolas, como fuente de mano de obra barata, y ahora, si acaso, proveedores de servicios ambientales. En ese sentido la destrucción de la economía, la cultura y la identidad campesina no son procesos naturales, neutrales e inevitables, como bien lo plantean Concheiro y Grajales (2009), sino que son resultado de decisiones políticas, aún cuando sea fundamentalmente por omisión.

## **Gobernanza, instituciones, participación social y políticas públicas**

Los políticos pueden aceptar la “participación” y su retórica asociada, pero no la democracia, el pluralismo y la rendición de cuentas en la planeación. La participación efectiva implica involucrarse no sólo en la recolección de información sino también en el análisis, la toma de decisiones y la implementación, lo que implica devolver el poder de decidir (Pretty y Scoones, 1991:2).

Desde el ámbito de la planeación y la gestión a nivel de cuencas, subcuencas y microcuencas se puede favorecer el impulso a procesos de carácter regional y generar articulaciones campo-ciudad e intermunicipales hasta ahora inexistentes o insuficientes. Sin embargo esto no es suficiente ya que deben considerarse las articulaciones con elementos espaciales externos a determinada cuenca o subcuenca, tanto en lo físico como en lo económico y político, así como tomar en cuenta los factores históricos que han ido definiendo a las instituciones locales, usos y costumbres en el aprovechamiento del agua.

Los problemas a analizar y atender rebasan a las escalas geográficas y socio-políticas, por lo que un asunto fundamental a resolver es la coordinación entre organizaciones de la sociedad civil, entre instituciones gubernamentales y entre

estos dos ámbitos. Al no coincidir los límites de una cuenca o subcuenca con los límites municipales, la política pública tiene que rebasar los ámbitos de jurisdicciones como los municipios. Esta transjurisdiccionalidad es un asunto complejo que requiere de nuevos esquemas institucionales, y de una nueva gobernanza para la gestión hídrica. Estos nuevos esquemas no deben partir de andamiajes contruidos desde la academia, la administración pública o los conceptos y herramientas de moda promovidas por los organismos internacionales. Estos últimos pueden ser adoptados o adaptados, pero siempre y cuando reconozcan el sustrato social en sus dimensiones históricas y culturales.

En el lenguaje común o cotidiano se suele entender por “instituciones” a las dependencias de gobierno que cumplen una serie de funciones. En términos sociológicos y antropológicos el concepto es mucho más amplio y no se circunscribe al ámbito gubernamental. Para Uphoff (1985: 8-9) la institución consiste en “un conjunto de normas y comportamientos que persisten a través del tiempo, al servir a algún propósito socialmente valorado; mientras que la organización es una estructura con papeles reconocidos y aceptados”.<sup>6</sup>

Junto con Ostrom et al. (1994) y Leach y colaboradores (1997), entendemos por instituciones al conjunto de comportamientos regularizados que emergen de normas, reglas, regulaciones y convenciones en una sociedad, lo que permite a sus habitantes y grupos tanto actuar como negociar y le dan la cohesión necesaria a las acciones emprendidas.

En este contexto, grandes temas en las diversas experiencias históricas de manejo del agua, desde las sociedades hidráulicas (Wittfogel, 1966) hasta la actualidad son el rol del Estado por una parte, y la participación de la sociedad por otra. Hall (1996) plantea la necesidad de rediseñar los roles de los gobiernos locales y de los actores sociales en el manejo del agua, colocando cada vez más las responsabilidades en el ámbito local. Esto nos lleva al tema de la gobernanza, término fácilmente confundido con el de gobernabilidad y que los políticos utilizan a diestra y siniestra que entendemos como el “proceso formal e informal de interacción que

---

6 La tradición institucional en la sociología puede remontarse a Weber (1977) quien utilizaba el concepto de institución para estudiar los sistemas de reglas que definen la estructura social y la acción de gobierno, Parsons (1937) quien entiende las instituciones como sistemas sociales que regulan las relaciones entre individuos, y Durkheim (1986) para quien las instituciones son sistemas simbólicos de creencias y conocimientos que refuerzan las conductas. Este mismo autor fue más lejos y consideró que la sociología era, precisamente, la ciencia de las instituciones.

conforman un marco institucional entre actores para la conducción de una sociedad.” (Pulgar Vidal, 2005)

*(La gobernanza) contempla los mecanismos y procesos a través de los cuales los ciudadanos logran articular sus intereses, ejercer sus derechos legales, cumplir sus deberes, etc. Se trata de una noción más amplia que gobierno, puesto que no está referida a estructuras específicas, sino a una serie de procedimientos y prácticas. Asimismo, involucra a una amplia gama de actores y redes. (Reyes y Jara, 2004:6)*

*La gobernanza puede ser descrita también como el medio a través del cual la sociedad define sus metas y prioridades y avanza hacia la cooperación, ya sea global, regional, nacional o local. Los sistemas de gobernanza se expresan a través de marcos políticos y jurídicos, estrategias y planes de acción. (Aguilar e Iza, 2009: XI)*

La buena gobernanza es que “todos los actores de la cuenca involucrados en la gestión de los recursos hídricos contribuyen a la determinación de los objetivos, negocian los principios de relación entre ellos, los implantan posteriormente y evalúan los impactos ocasionados así como las relaciones entre los actores, quedando al gobierno la capacidad de intervenir subsidiariamente cuando los demás actores no alcancen un acuerdo sobre los objetivos o sobre cómo conseguirlos” (Sancho y Parrado, 2004:6).

En lo que respecta a los recursos hídricos, el Global Water Partnership (GWP) se refiere a la gobernanza eficaz del agua y la define como el “rango de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que se establecen para desarrollar y manejar los recursos hídricos y el suministro de agua en los diferentes niveles de la sociedad” (GWP, 2002: 14).

La expresión común “la actual crisis del agua es una crisis de gobernanza”, nos refiere sobre los problemas relativos al acceso al agua y al servicio de saneamiento, a la degradación y agotamiento de los ecosistemas acuáticos y acuíferos, y a los daños y riesgos relacionados. Y, por otra parte, a que éstos son generados por deficiencias en la gestión del recurso, en la falta de agilidad de los mecanismos institucionales para la toma de decisiones y para la resolución de conflictos, así como en la escasa coordinación entre los actores involucrados para generar acción (Peña y Solanes, 2003).

Sin embargo, no podemos reducir el concepto a una cuestión meramente instrumental ya que involucra el ejercicio del poder político por actores que buscan definir los fines y valores en que se sustenta el desarrollo social.

*El proceso de la ciudadanía en relación con el agua tiene que ver con el ejercicio efectivo de los derechos, por ejemplo en el acceso a la información sobre las decisiones cruciales en relación a cómo se gobierna el agua, quién la gobierna, o sobre cómo se decide quién y cómo. (Castro, 2007: 286)*

En cuanto al concepto de gobernabilidad las definiciones suelen establecer primero lo que no es la gobernabilidad. Para Angel Flisfisch (1987), ésta se refiere a:

*La calidad del desempeño gubernamental a través del tiempo ya sea que se trate de un gobierno o administración, o de varios sucesivos, considerando principalmente las dimensiones de la 'oportunidad', la 'efectividad', la 'aceptación social', la 'eficiencia' y la 'coherencia' de sus decisiones. Flisfisch, 1987:113).*

Para otros definiría la calidad o estado del ejercicio de gobierno. En otras palabras y para concluir diríamos que de las prácticas de gobernanza dependerá la gobernabilidad.

Buena parte de la experiencia analizada en este libro se refiere justamente a la construcción de espacios para redefinir de manera plural y coordinada nuevas políticas públicas en la región. La construcción de espacios para la planeación del desarrollo rural es un tema central que iremos documentando en la segunda parte del libro.

La participación social en la planeación persigue dos objetivos: 1) incrementar la cualidad de las decisiones, y 2) generar el compromiso necesario (compromiso definido como fuerzas combinadas o en sinergia que mantienen las partes unidas en una relación duradera) (Hemmati, 2002). Esto significa que una verdadera participación requiere conocer las estrategias locales y construir la nueva propuesta regional a partir de la definición de reglas y compromisos entre diversos actores sociales (Pretty et al., 1995).

En este sentido y retomando los planteamientos de Ostrom (2000) respecto al gobierno de los comunes y la idea de la acción colectiva, Durand (2006) define la participación social como “el esfuerzo organizado de las comunidades locales por incrementar el control sobre sus recursos y la capacidad de sus instituciones para regular el acceso a los mismos” (Durand, 2006: 69). Se trata por tanto de un acercamiento distinto al llamado de muchas instituciones gubernamentales a

“participar”, llamado muchas veces formal y simulado cuando no hay posibilidad de participar en la planeación y diseño de las acciones que tendrán un impacto sobre sus propias actividades y sobre sus recursos.

La planeación adaptativa se reduce muchas veces al ámbito local debido a que, a pesar del discurso de la descentralización, los gobiernos tienden a retener el poder burocrático en el centro; la tendencia ha sido descargar en el sector no gubernamental estos enfoques adaptativos (Pretty et al., 1995).

La participación involucra tanto el ámbito de los actores locales de la cuenca donde se construyen o reconocen espacios, donde se puede dar a conocer la opinión de todas las partes, como el ámbito externo donde la participación implica facilitar el acceso a la información, acceso a la justicia y acceso a los procesos. Participación va en dos sentidos: no sólo de los actores locales a involucrarse en propuestas y programas diseñados desde el Estado, sino la participación real y comprometida de las instituciones y autoridades de distintos ámbitos a concurrir a sus propios llamados de participación.

El clientelismo político, escenario que encontramos actualmente en la región de trabajo como en la mayoría de las áreas rurales, es definido por Torres (2002) de la siguiente manera:

*... se entiende por clientelismo político a una institución frecuente en las democracias de los países subdesarrollados, no universalista, que se presenta como una relación de intercambio entre personas pero que es –en realidad– una relación de dominación, de la que participan ciertos individuos (a los que se denomina patrones) que prestan determinados servicios, bienes o favores a otros (clientes) que los retribuyen con fidelidad, asistencia, servicios personales, prestigio y/o apoyo político y electoral. Entre ambos (patrones y clientes) puede encontrarse a los llamados mediadores, que ejercen una especie de intermediación, de suma importancia para la reproducción de la relación clientelar, entre los servicios, bienes o favores que provienen del patrón y la fidelidad, asistencia, servicios personales, otorgamiento de prestigio y/o apoyo político y electoral que provienen de los clientes. (Torres, 2002:s. n. p.)*

En este sentido el fortalecimiento de las capacidades locales, la construcción de acuerdos y consensos y la construcción de un Proyecto con visión común, sin limitarse a la ejecución de pequeñas acciones particulares, es la única manera de

revertir la inercia del asistencialismo y del clientelismo político que conduce a un “círculo vicioso de pobreza con alta dependencia del poder político, el cual restringe el acceso a la información relevante, desalienta la participación y mantiene a los pobres alejados de cualquier ámbito de gobernanza” (Almirón *et al.*, citado por: Pulgar Vidal, 2005: 4).

## Metodología participativa y el proceso de investigación

Las personas o instituciones interesadas (*stakeholders*) en el buen manejo de los recursos en la subcuenca, mientras no tengan una identidad compartida, intereses explícitos en común, y mecanismos de comunicación, no conforman un sujeto fácilmente identificable con quien se pueda dialogar, acordar e impulsar acciones concretas. El punto de partida de cualquier proyecto de cogestión de cuenca es, por tanto, la identificación y formación de los sujetos para la acción colectiva. Para ello, adoptamos un enfoque constructivista en el que buscamos desarrollar con los demás actores sociales un conocimiento sobre la realidad, donde establecemos intercambios y diálogos buscando una construcción colectiva de esa realidad a partir de nuestros conocimientos previos y nuestras experiencias respectivas.

Inspirados en autores como Freire (1980a) nuestro papel en este proceso ha sido fungir como facilitadores en esta mediación intersubjetiva.<sup>7</sup> Desde esta perspectiva, los autores de este libro abordamos el trabajo con una perspectiva de investigación-acción participativa, entendida como:

*Un proceso en el que la gente participa en diferentes espacios y momentos para definir sus necesidades y encontrarse con los satisfactores. Es un proceso que está alentado y apoyado por personas expertas en esta metodología. Este encuentro con satisfactores produce intercambio y construcción colectiva de conocimiento que puede provocar acciones de cambio. Por lo tanto, para nosotros, la IAP es una metodología que puede ayudar no sólo a la transformación de las cosas materiales, sino que también produce cambios colectivos. (Encina *et al.*, 2008:s. n. p.)*

---

7 En la mediación intersubjetiva el mediador filtra, organiza los estímulos y vuelve evidentes las relaciones que, de otra manera llegan dispersas, anecdóticas (Freire, 1980a).

La investigación-acción se remonta a propuestas y prácticas de Paulo Freire y Orlando Fals Borda en América Latina desde los años sesenta del siglo pasado. Siendo nuestro tema la propia sociedad a la que pertenecemos, a diferencia del abordaje y método de las ciencias duras, y de la corriente predominante en ciencias sociales, no podemos considerar como “objetos de investigación” a quienes son parte de la sociedad como nosotros mismos.

*La relación de sujeto investigador a objeto investigado es la más frecuente en las ciencias sociales. ...los objetos que pretendemos investigar (colectivos, sectores, comunidades, personas, etc.) en realidad tienen sus propias estrategias como sujetos que son. (Rodríguez Villasante, 1998)*

En esta perspectiva, cuando la gente poco a poco va sintiéndose parte del proceso de investigación, se tiende a romper la dicotomía entre sujeto y objeto. El resultado es intersubjetivo y negociado, no hay una “realidad” o “verdad”. Este enfoque dialogante da lugar no simplemente a una pluralidad de visiones, sino que permite impulsar acciones y procesos, alternativos al discurso dominante. Al crear espacios para posibles acciones, la necesidad de analizar las relaciones de poder durante el proceso de investigación se vuelve cada vez más clara. Obviamente habrá que cotejar a partir de la experiencia sistematizada si estos supuestos son factibles, debido tanto a las condiciones del contexto social, como a las prácticas de los investigadores.

Esta práctica parte de una idea diferente a la convencional según la cual el investigador investiga, el planificador planifica y las agencias gubernamentales diseñan y operan los programas. Si damos por supuesta esta división del trabajo nos encontramos muchas veces con que los estudios y libros se quedan en los estantes, los planificadores y agencias gubernamentales, poco o ningún uso hacen de ellos y los actores sociales o supuestos beneficiarios se quedan en la misma situación, sin que se obtengan los resultados esperados, si acaso se buscaba un cambio. Es, por ello, cada vez más común encontrar un rechazo de “los informantes” a los investigadores que sólo vienen a extraer información sin que nada cambie la situación de los “investigados”, la mayoría de las veces gente que, aunque tenga riqueza cultural y natural, suele vivir en una pobreza material.

La orientación epistemológica y metodológica de esta forma de hacer investigación es coherente con la generación de condiciones para la gobernanza y de establecer una plataforma social necesaria para una gestión compartida de una cuenca, pues permite aportar insumos más apropiados para este tipo de procesos

que el estilo convencional de investigación académica o investigación extractiva. En la investigación-acción, la participación de los actores sociales es indispensable para conocer y actuar sobre el contexto que se quiere transformar; significa un arreglo distinto en la relación entre la investigación básica y la construcción de alternativas técnicas o acuerdos para el manejo.

La investigación participativa orienta acciones concretas; se entiende como un proceso y un mecanismo que contribuye a materializar una nueva división de responsabilidades entre todos los actores inmersos en el proceso de generación-difusión de información y tecnología (Triomphe, citado por Alemán, 1998). En el proceso se incorpora la experiencia y conocimiento de los actores locales a lo largo de todas las etapas de la investigación. Dentro de este paradigma la posición de la población y actores locales respecto a las alternativas y decisiones orientadas a partir de la investigación, no es la de receptores pasivos (como suele suceder en la investigación convencional), si no la de coautores.

*Incorporar a los campesinos en los procesos de innovación con científicos y otros acrecentará el capital social y humano. Al trabajar cercanamente con los investigadores, los campesinos podrán fortalecer tanto su conocimiento técnico acerca de la agricultura como sobre el manejo de recursos naturales, a la par que sus capacidades analíticas sobre cómo evaluar sistemáticamente diferentes tecnologías.*

*Si trabajan como un grupo pueden mejorar sus capacidades organizativas. También se ha observado que como resultado de la participación, aumenta la confianza de los campesinos para interactuar con los investigadores (extensionistas, promotores o asesores) y otros, empoderando a los campesinos para abordar sus propios problemas así como para buscar activamente información adecuada o asesoría cuando es necesario (Knox y Gupta, 2000: 31. Traducción de Luisa Paré).*

Es cierto que ha habido un abuso de los métodos participativos que se han vuelto para muchos organismos de desarrollo del ámbito internacional y nacional un requisito para definir y financiar proyectos y una herramienta de manipulación (Cooke y Kothari, 2001). Sin embargo los abusos y desviaciones en prácticas de investigación participativa no quitan el mérito a los esfuerzos honestos y con resultados para una mejor gobernanza como lo demuestran Hickey y Mohan (2004). Estos autores reivindican los resultados que apuntan hacia la transformación y evi-

tan quedarse en simples intervenciones burocráticas pues buscan generar: 1) ser parte de un proyecto político más amplio, 2) están enfocados en asegurar derechos de ciudadanía y participación a grupos marginados, y 3) están involucrados con el desarrollo como un proceso subyacente de cambio social (Hickey y Mohan, 2004:159).

En esta perspectiva, en la construcción de un proceso que será de largo plazo buscamos en primer lugar fortalecer las capacidades en términos técnico-productivos, a la vez que avanza la capacidad organizativa, se construyen o respetan acuerdos locales, se desarrolla un manejo administrativo honesto y se intenta insertar la comprensión de algunos problemas locales y la adopción de prácticas de manejo en el ámbito global.

Si bien adoptamos un enfoque de investigación-acción, no compartimos visiones que subestiman la importancia y valor del conocimiento científico *per se*, es decir cuando no ha sido producido de manera participativa, ni tampoco con aquellas que no reconocen el valor de la investigación cualitativa y sólo consideran “científica” o representativa la investigación que arroja resultados cuantitativos. El enfoque de IAP *no excluye* la aplicación de metodologías y protocolos de investigación de la ciencia convencional; en lugar de esto, su aportación es tender puentes entre el conocimiento científico y el conocimiento local a fin de construir alternativas que sean factibles de llevarse a la práctica, tanto desde un punto de vista técnico, como social. En el fondo este enfoque implica que todos los actores –sobre todo los académicos– están dispuestos a *compartir el control* sobre el proceso de investigación.

En la investigación participativa se buscan alternativas técnicas y toma de decisiones a partir de un diálogo entre la visión externa, técnica y las perspectivas de los actores locales. Cuando los temas a investigar son definidos a partir del interés académico únicamente y no de las necesidades locales, el impacto no será significativo. Siguiendo la terminología utilizada arriba, el carácter de la investigación participativa determina también que las formulaciones teóricas sean permanentemente revisadas en la práctica; este ir y venir entre la teoría y la *praxis* hace que la investigación y la acción se desenvuelvan de forma paralela y no en una secuencia cronológica.

Nuestra perspectiva metodológica tiene un fuerte carácter interdisciplinario, el planteamiento del problema desde las ciencias sociales y las naturales, para desarrollar un diagnóstico socioambiental y la identificación de propuestas de solución, así como las características del equipo (biólogos, antropólogos, economista) y de

los propios campesinos, con sus distintas visiones y experiencias. Por ejemplo, el balance hídrico de la subcuenca del río Pixquiac y los mapas de vegetación fueron generados básicamente como producto del análisis de bases de datos y de fotografías aéreas. Estos estudios específicos de carácter técnico-académico han permitido identificar una línea base sobre la cual se desarrollan las diferentes acciones propuestas, las cuales se presentaron y discutieron con los grupos con los que se trabaja. En el Anexo 2 se presenta un cuadro que sintetiza los diferentes componentes de la investigación técnico-académica y sus aportaciones al proceso del proyecto general.



## CAPÍTULO 2

# El contexto regional: historia y marco institucional

---

Luisa Paré

Si bien la ciudad de Xalapa no forma parte de la subcuenca del río Pixquiac, es imprescindible incorporarla en nuestro análisis puesto que los principales beneficiados con los servicios ambientales hídricos de la cuenca son precisamente los habitantes de esta ciudad. De hecho el territorio municipal de Xalapa se asienta en dos subcuencas vecinas y los ríos que la atraviesan vierten hacia el nororiente en la cuenca del río Actopan. No se trata de un asunto menor, se trata de un trasvase pues el 98% del agua limpia que recibe Xalapa proviene de la cuenca del río Antigua, la cual es vertida como aguas residuales no tratadas a otra cuenca. Desde el punto de vista de las políticas públicas, es fundamental entender cuáles son las fuentes de abasto de agua de la capital del estado, la evolución de la demanda de agua y las estrategias que desarrolla o contempla para garantizar su abasto futuro; sin afectar las condiciones locales de las zonas abastecedoras o receptoras de las aguas residuales.

### Breve historia de las fuentes de abasto de agua de Xalapa

Evocar Xalapa es evocar su chipi chipi, la humedad, la vegetación exuberante, sus manantiales en la arena alrededor de los cuales fundaron sus barrios los antiguos totonacas. Xalapa o *Xallapan* como su nombre lo indica significa manantial en la arena. Esta denominación y la historia relativa al temprano asentamiento de los totonacas (siglo XIV) alrededor de los cuatro manantiales de lo que es ahora

Xalapa nos indica que el lugar era favorable para establecerse. Los manantiales Techacapan, Xalictic, Tecuanapan y Tlalnecapan permitieron que estos asentamientos fueran creciendo hasta albergar lo que llegó a ser posteriormente *Xallapan* conquistada por los aztecas en el siglo XV.

En el área que abarca la subcuenca del río Pixquiatic, que en náhuatl significa *Cosecha de agua*, la presencia del recurso agua, así como tierras fértiles y proveedoras de materiales e insumos ha sido significativa para el desarrollo de los polos económicos de Coatepec y Xalapa. Las referencias más antiguas que mencionan al río Pixquiatic se remontan a la época colonial (1560), donde se tiene el registro del establecimiento de la hacienda de San Pedro Buenavista (conocida como La Orduña) cuyos límites se extendían desde la zona baja de la subcuenca del Pixquiatic hasta lo que hoy en día es el ejido San Pedro Buenavista en el municipio de Acajete. En la parte baja de la subcuenca se establecieron sembradíos de caña, mismos que prevalecen en la actualidad en algunas zonas. Para esta actividad se derivaba agua del río Pixquiatic y de otros afluentes para el riego del cultivo, así como para el funcionamiento del trapiche local. En la parte media de la subcuenca los principales usos del suelo fueron la ganadería y el cultivo de granos de parte de la hacienda, y el cultivo de maíz que hacían los trabajadores de la hacienda y pobladores locales -en otros tiempos fueron dueños originales de la tierra.

Después de la Hacienda de La Orduña, se establecieron la Hacienda de Consolapa y La Hierbabuena (entre los ríos Xocoyolapan y Pixquiatic), todas ellas compartieron en parte, el espacio geográfico de la subcuenca del río Pixquiatic. Estas haciendas y otras en la región de Xalapa y Coatepec mantenían el control sobre el uso de los recursos naturales, así como el poder de los cantones.<sup>1</sup>

Con el paso del tiempo y el cambio en las condiciones socioeconómicas los hacendados introdujeron las fincas de cítricos y café (Baez Landa, 2004). Hacia el siglo XIX la presencia de estos múltiples cuerpos de agua permitió el desarrollo de la industria textil en la región. En un principio se derivó agua de la subcuenca

---

1 "El nombre de cantón aludía a una subdivisión geográfica político administrativa, cuya prolongación temporal correspondía a los acantonamientos de tropas establecidas durante la época de la colonia en puntos importantes del territorio" (García, M. S, 1990). En el estado de Veracruz se reportan para el año de 1877, 18 cantones: Ozuluama, Tantoyuca, Chicontepec, Tuxpan, Papantla, Jalacingo, Misantla, Jalapa, Coatepec, Huatusco, Córdoba, Orizaba, Zongolica, Veracruz, Cosamaloapan, Los Tuxtles, Acayucan y Minatitlán; siendo los más importantes para 1900 Veracruz, Córdoba, Orizaba y Xalapa. Los cantones fueron vigentes hasta el año de 1911 cuando se derogan.

del Pixquiac para tener un aforo suficiente para el lavado de los textiles, y cuando se introdujeron los motores hidráulicos, fue necesario el desvío de agua para que tuviesen la fuerza motriz necesaria.

Los relatos de los viajeros son elocuentes testimonios de esta exuberancia (Humboldt, Clavijero, Paso y Troncoso, entre otros). No en vano en el escudo de Xalapa aparece un cuerno de la abundancia. De acuerdo con la mitología griega, Amaltea alimentó a Zeus con leche de cabra y, éste, agradecido, le entregó uno de los cuernos de la cabra que tenía el poder de dar a la persona que lo poseía todo lo que deseaba, de ahí el origen de Cornucopia o el cuerno de la abundancia. ¿La cornucopia de Amaltea, la nodriza-cabra de Zeus, en el escudo de Xalapa es una promesa de abundancia eterna o la cosecha de agua ya empieza a mermar?

La sequía y la escasez también han sido temas en el imaginario y en la realidad regional. En un interesante ensayo sobre el agua y la industria textil de Xalapa, Florescano Mayet (1989) relata los proyectos y emprendimientos de los industriales locales para ampliar el aporte de agua desde el Cofre de Perote, por el río Santiago (derivación del río Pixquiac) a las industrias textiles.

*En aquel tiempo los industriales emprenden una intensa discusión con el Ayuntamiento para traer más agua del río Pixquiac, una 'corriente de mucho menos importancia que el Sedeño, pero hasta la cuarta década del s. XIX, sólo escurría ligeramente por el rumbo de la ciudad de Xalapa, contribuyendo a la formación del río Santiago cuyo nombre se volvería más famoso al correr del tiempo'. (Florescano Mayet, 1989:184)*

La conservación de los empleos en la industria textil motivó la exigencia de una extracción mayor de agua de la subcuenca del río Pixquiac.

La escasez del agua no siempre es un fenómeno natural, sino que muchas veces es el resultado de distintas visiones e intereses relativos al destino de una región, intereses cuyos equilibrios y consensos pueden distar del bien común. Entre 1837 y 1841, en la región de Xalapa se presentaron conflictos en torno al acceso al agua y en combinación con periodos de sequía:

*Las tensiones entre los grupos locales de hacendados cañero-ganaderos, hacendados-comerciantes, empresarios textiles, vecinos de Xalapa y pequeños agricultores, produjeron escasez donde no debiera haberla y, con ello, más conflictos, toda vez que involucraban a los habitantes de la re-*

*gión. Al establecerse la industria textil en un espacio con características más bien rurales que urbanas, se alteraron sustancialmente las condiciones materiales entre los antiguos y diversos usuarios del agua. A la vez, se modificaron las normas, los usos y las costumbres que mantenían la funcionalidad y las regulaciones del agua en los ámbitos local y regional. (León Fuentes, 2011: s. n. p.)*

Las controversias, nos explica, ocurrían ante la negativa de los ganaderos, privilegiados con el agua durante la Colonia, a realizar adecuaciones para un aprovechamiento óptimo del recurso.

La historia cambia y a la vez se repite. Conforme ha ido creciendo Xalapa desde su formación en el siglo XVI, cuando era autosuficiente gracias a los manantiales donde se asentaron los primeros pobladores, ha ido dependiendo de su entorno inmediato para satisfacer sus necesidades de agua. Brevemente se describe cómo se fue desarrollando la simbiosis entre Xalapa y la ladera suroriental del Cofre de Perote para satisfacer las necesidades de agua de su población.

Desde la conformación de Xalapa como Villa en 1791, hasta su constitución como ciudad en 1830, el incremento de la población ya era notable debido a que, por la Guerra de Independencia la población rural se refugió en la ciudad (Florescano Mayet, 1986).

Ya a fines del siglo XIX las fuentes de agua locales no alcanzaban para abastecer de agua a la ciudad y a la industria textil.<sup>2</sup> En 1885 se introdujo el agua potable del Río Pixquiac<sup>3</sup> y en 1907 Otilpan se sumó como abastecedor de Xalapa. Es hasta 1970 donde nuevamente inicia un crecimiento explosivo de la ciudad (figura 1). En la década siguiente se presenta una crisis agropecuaria, pero a la vez marca el boom de la producción cafetalera.

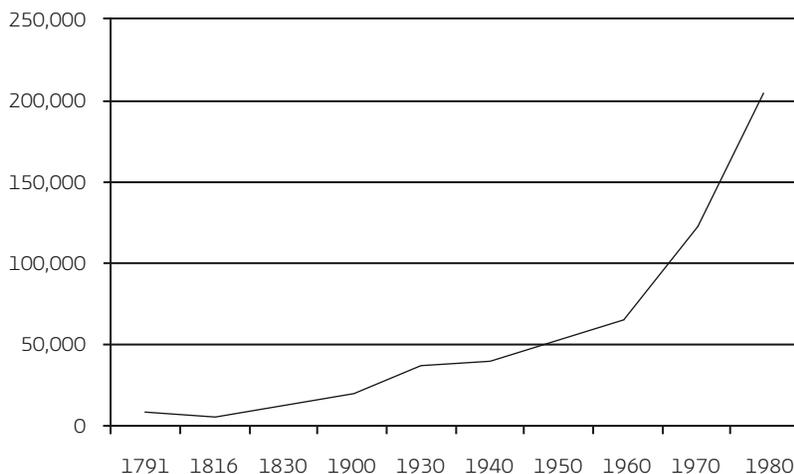
Actualmente el municipio de Xalapa forma parte de una zona conurbada que integra cinco municipios: Xalapa, Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata y Tlalnelhuayocan. Los últimos dos se ubican respectivamente cuenca abajo

---

2 1835-1845. Xalapa ocupó el tercer lugar como centro textil en el país, al fundarse cinco fabricas: Lucas Martín o Nuestra Señora de los Remedios, San Roque o Molino de Pedreguera, la Industrial Xalapeña (conocida en el siglo XX como El Dique, fundada en 1836), La Bella Unión (cambió su nombre a mediados de siglo por Probidad, fundada en 1837) y La Victoria.

3 Todavía hoy puede recorrerse una parte del acueducto subterráneo construido en la montaña para tal fin

Figura 1. Crecimiento poblacional de Xalapa entre 1791 y 1980 (tomado de Florescano Mayet, 1986).



y cuenca arriba de Xalapa. Al incrementarse la población y ser insuficientes las fuentes de agua con las que se contaba, en la década de 1950 se construyó una presa en la zona media del Pixquiac que capta agua proveniente de las laderas del Cofre de Perote en municipios ubicados río arriba sobre el río Pixquiac (Acajete y Perote). El crecimiento posterior requirió que en 1955 se trajera agua del Alto Pixquiac a los 2950 msnm, directamente de los manantiales ubicados en los bosques del ejido Los Pescados, en el Cofre de Perote, municipio de Perote.<sup>4</sup>

El agua del Alto Pixquiac se une con la que se capta en el río Sedeño y es canalizada a unos tanques de almacenamiento en el cerro Macuiltépetl donde se distribuye a 11 colonias de la parte alta de la ciudad. Hay que mencionar que debido al uso de sumideros naturales para disponer de las aguas residuales y la ausencia de drenajes en varias partes de la ciudad, los manantiales locales ya no son utilizados

---

4 Quince manantiales aportaban 400 l/seg es decir un volumen anual de 7'884,000 litros, 250 l conducidos hacia Xalapa y 150 lts almacenados en una presa. Esta infraestructura consta de 28 cajas recolectoras y 23 km de acueducto. Debido a los problemas de deforestación, en 1985 había disminuido de 500 l/seg a 300 lts (Ing. Víctor González, CMAS, 2009; comunic. pers.).

para abastecer de agua potable a Xalapa. De esta manera ha ido muriendo la calidad emblemática que le dio origen a Xalapa: la abundancia de agua limpia y sana proveniente de sus manantiales en la arena.

En 1978 se construyó una nueva fuente de abasto a partir de una presa derivadora sobre el río Xocoyolapan, afluente del río Pixquiác. El gobierno del estado, ante la disminución del caudal de los ríos de la región y la contaminación de los manantiales que tradicionalmente habían abastecido de agua a Xalapa, buscó complementar el abasto con la construcción, en 1995, de un acueducto para llevar agua a la ciudad de Xalapa, desde el río Huitzilapan, en el estado de Puebla. El río Huitzilapan, municipio de Quimixtlán, Puebla, donde se ubica la presa de los Colibríes se ubica en la parte alta de la cuenca del río La Antigua, que desemboca en el Golfo de México, 20 kilómetros al norte del Puerto de Veracruz. Este río está conformado por varios ríos jóvenes e impetuosos provenientes en su mayoría de las partes altas de la sierra de Quimixtlán, a un costado del Pico de Orizaba. En 1990, considerando las necesidades de agua potable para la ciudad de Xalapa, se amplió la capacidad de tratamiento de la planta potabilizadora de 500 a 1,050 l/seg con la construcción de un segundo módulo que entró en operación en diciembre de 2001. La última parte del acueducto fue completada en 2000-2001 proporcionando como máximo 1,800 l/seg (Alle-Andó, 2004). El acueducto tiene una longitud total de 64 km, atraviesa los municipios de Quimixtlán, Ixhuacán, Cosautlán, Xico, Coatepec y Tlalnelhuayocan antes de llegar a Xalapa a una altitud de 1,487 msnm.

En esta relación de transferencia de agua de Puebla a Xalapa media un convenio de colaboración entre las dos entidades federativas; el Ayuntamiento de Xalapa paga a CONAGUA por los derechos de concesión. El abasto actual de Xalapa o gasto utilizado desde las diversas fuentes mencionadas, de acuerdo con los datos oficiales, representa 1,464 lps (cuadro 1). De acuerdo a información de CMAS Xalapa, en 2009 el déficit fue de 400 lps por lo que se tendría un abasto de 1,000 lps. La disminución del caudal se debe a que el 22 por ciento del agua suministrada a Xalapa se pierde en fugas y tomas clandestinas en las líneas de conducción desde la presa (Osorio, 2009).

## **El cuerno de la cabra Amaltea ¿fertilidad para siempre?**

De acuerdo al diagnóstico realizado por el CSVA (Programa Hidráulico Estatal) a pesar del gran volumen de agua que nace y escurre en la entidad veracruzana, la disponibilidad del recurso hídrico es cada vez menor debido al crecimiento de la de-

**Cuadro 1. Fuentes de agua de Xalapa. Fuente: CMAS-Xalapa, 2009**

Presa derivadora o fuente	Volumen concesionado Lps	Volumen utilizado Lps
Presa de los Colibríes	1000	850
Medio Pixquiac	250	180
Alto Pixquiac	250	250
Xocoyolapan	100	80
Cinco Palos	100	50
El Castillo	60	54
Total	Q= 1,760 LPS Concesionado ante CONAGUA)	Q = 1,464 LPS
Gasto subsidiado a comunidades Q= 167 lps		

manda y la contaminación del agua. Esto contrasta con las crecientes de los ríos e inundaciones como resultado de tormentas y huracanes. Este exceso de precipitación en un tiempo corto no puede ser visto únicamente como fenómeno “natural”. Los desastres son resultado de la falta de prácticas de manejo y conservación del suelo, protección de los bordes de los arroyos, y de infraestructura que promueva la infiltración y detenga la sedimentación de los ríos, éstos no logran desfogar con suficiente velocidad hacia el mar, ocasionando inundaciones en las partes bajas, donde se han construido extensas colonias en los cauces y en sus bordes.<sup>5</sup>

Una estimación de la demanda de agua en Xalapa para el año 2010 (Allé-Ando, 2004), basada en las tasas de crecimiento poblacional de la ciudad en los últimos 50 años (3.9%) y la del año 2000 (2.9%), indicaba que en un escenario de crecimiento poblacional del 3.9 por ciento, el déficit de suministro de agua en el periodo de alta demanda alcanzaría los 500 lps; mientras que para un crecimiento poblacional del 2.9 por ciento, el déficit estimado sería de 300 lps.

Rebasa los objetivos de este trabajo analizar la problemática del crecimiento de la zona conurbada de Xalapa en relación con las necesidades futuras del agua. La población de Xalapa, de acuerdo con el Censo de 1990, era de 288,331 habitantes, de 390,728 habitantes en el 2000, y de 510,000 en el 2009.<sup>6</sup> De acuerdo

5 Este problema podría agravarse por el cambio climático y el incremento en el nivel del mar.

6 Proyecciones a 2020 estiman 707,290 habitantes (Censo de Población de 1970, 1980,

a otro estudio, toda la zona conurbada, que consta de 5 municipios, agrupaba en el año 2000 a 555,686 (Zentella Gómez, 2005: 237). Entre 1920 y 1990 la ciudad ha crecido a una tasa de 5% anual. En los últimos 20 años este crecimiento se ha disparado al doble y la tendencia parece ser que cada dos décadas se siga duplicando la población.

*En lo que se refiere a la extensión ocupada por la ciudad ésta creció 19 veces entre 1920 y 1990 y desde 1966 a 1990 en 84 ha más (Capitanachi et al., 2001). En los últimos 30 años la capital del estado ha multiplicado 2.6 veces su población a la vez que ha triplicado su extensión. (Palma, R., 2002:13) Este crecimiento acelerado, ha sido a costa de sus zonas agrícolas y de grandes áreas de vegetación aledañas, ya que el 40% del área urbana... (ha ido expandiéndose sobre terrenos rurales)... a costa de la destrucción de vastas zonas agrícolas (café, caña, maíz, etc.) anulando los ríos para ocuparlos como drenajes de aguas negras (como el Sedeño, el Carneros y el Sordo) y cegando los manantiales. (Palma, 2002:27)*

Los que han abordado este tema y funcionarios al frente de la administración pública municipal hace un par de trienios, han señalado que este crecimiento es acelerado y desordenado y responde en parte a la migración desde las comunidades vecinas o de otras partes del estado pero también a los intereses de la industria de la construcción:

*... mientras el actual modelo de desarrollo seguido por el país no se revierta hacia las zonas rurales, la deserción del agro y el debilitamiento económico por la improductividad de las actividades primarias irán en aumento... los agentes humanos representados en ciudad y ruralidad, han perturbado el ecúmene de la zona conurbada; contaminación y merma de agua, disminución de catálogos de vegetación nativa, desaparición de especies de fauna local, etc., impele hacia un estado de conflicto que, hasta lo más posible, habrá de intentarse revertir. (POUZCUX, 2003:90)*

La ciudad de Xalapa y su zona conurbada disponen de un instrumento de planeación, el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada (POUZCUX)

---

1990 y 2000. Censo INEGI (1995, 2000).

que tiene entre sus objetivos *establecer el equilibrio entre sociedad urbana y medio ambiente*. Sin embargo éste, no ha resultado ser un instrumento efectivo de planeación del crecimiento metropolitano, como se lo había planteado, no porque no sea bueno sino porque no se respetan sus lineamientos y se siguen autorizando desarrollos urbanos en áreas que este mismo instrumento tiene señaladas como reservas ecológicas.

Los *Zeus modernos* no determinan el crecimiento de la ciudad de acuerdo a la capacidad de abasto de agua, sino que autorizan un crecimiento de la oferta inmobiliaria de acuerdo a los intereses de los desarrolladores urbanos. La oferta de créditos y de vivienda nueva de manera horizontal (en vez de un modelo vertical) provoca el crecimiento del territorio urbano sobre el rural y la necesidad de traer agua cada vez de zonas más alejadas.

El crecimiento de fraccionamientos en la zona conurbada de Xalapa no parece tener relación con la disponibilidad de agua. Los permisos se dan sin considerar este factor. El efecto más inmediato es la contaminación de aguas residuales para quienes se encuentran hacia debajo de estos desarrollos urbanos, pero también representa una competencia por el agua para la ciudad que no tiene la capacidad instalada para abastecer a este incremento poblacional, y sobre todo, que no se plantea políticas públicas de abasto alternativo, como podría ser el almacenamiento de agua de lluvia en todos los edificios públicos, de servicios y comerciales.

*Por el crecimiento de la mancha urbana de Xalapa hay una amenaza directa para los manantiales de los cuales depende el abasto de agua de 30 mil habitantes de Emiliano Zapata, por lo que es necesario detener la construcción de 10 mil viviendas que ya se proyecta para la zona metropolitana, establecer un programa de reordenamiento ecológico y detener las descargas de aguas negras que siguen llegando del municipio de Xalapa, que prácticamente ha convertido en su letrina a Emiliano Zapata, reclamaron integrantes del Movimiento Ambientalista de Emiliano Zapata (Maezapata). (Ruben Rojas, Mancha urbana amenaza manantiales, *Diario de Xalapa*. 21 mayo 2008)*

Este desbordamiento territorial resulta suicida para el núcleo urbano que crece como tumor, a costa de sus propias fuentes de abasto de agua. Las ciudades se sustentan en una estructura natural, a través de los ciclos del agua, el suelo, la energía, los insumos alimenticios o la capacidad de absorción de los desechos

o residuos sólidos o aguas residuales. No conocer o desconocer esta realidad es llevar a la urbe al desastre. Para los municipios ubicados en la zona conurbada, su pseudo-urbanización o su transformación parcial en la periferia urbana les aporta más problemas que beneficios. Se carga a sus magros presupuestos municipales el costo de servicios de recolección de basura, de seguridad pública y otros cuando, en realidad, le correspondería a la ciudad atender estas necesidades. En otros países o regiones del país estos problemas han sido enfrentados con procesos de “remunicipalización” en que se crean aglomeraciones metropolitanas u otras formas de gobiernos regionales o de comisiones intermunicipales.<sup>7</sup>

En un contexto de cercanía entre una zona rural y la urbe, nos encontramos ante una ruralidad cambiante, definida tanto por la cultura y prácticas tradicionales del medio rural, como por las nuevas oportunidades que le aporta esta cercanía.

*Cada territorio debe diseñar su propia política de desarrollo territorial, en la que la dicotomía entre lo rural y lo urbano queda superada al constituirse el “partenariado” (la cooperación) rur-urbano como parte fundamental de dicha estrategia de desarrollo. Representa esta opción un paso más, superando el propio ámbito municipal, en el desarrollo de nuevas redes de actores como elemento consustancial a las nuevas formas de gobernanza en las escalas de proximidad. (Romero González y Farinós Dasí, 2004:355)*

¡Qué contraste entre este concepto de PARTENARIADO con los reclamos de pueblos rurales cuando se perciben como la letrina de las ciudades!

En la sección siguiente examinamos el marco institucional y jurídico en el que pueden circunscribirse las acciones para una gestión hídrica que rebase una visión fragmentada y sectorializada, que conjugue los intereses rurales con los urbanos.

## **Marco jurídico e institucional para la cogestión de la subcuenca del río Pixquiac**

Cotler y Caire (2009:84) plantean que “el manejo de una cuenca debe ser una responsabilidad compartida, que pueda ser asimilada por los diversos actores que la

---

7 El debate sobre este tema se ha centrado en torno a la eficiencia comparativa de los modelos de fragmentación versus consolidación metropolitana (Tiebout, 1956; Bourne, 1999), tema que rebasa los objetivos de este trabajo.

habitan y hacen uso de sus diferentes recursos naturales". Muchos llamados se han hecho para que los campesinos mejoren las prácticas de manejo de sus recursos en beneficio de los usuarios de los servicios ambientales que proporcionan esos ecosistemas; incluso el gobierno federal, a través de CONAFOR, ha impulsado un Programa de Pago por Servicios Ambientales a nivel nacional para incentivarlos a la protección del bosque y de los suelos en las cuencas altas.<sup>8</sup>

Sin embargo bien vale la pena preguntarnos si el marco institucional existente es suficiente, en su conceptualización y, sobre todo, en su operación para responder a los esfuerzos de los dueños de los bosques cuando es el caso. Las autoras mencionadas subrayan que "es necesario lograr, bajo el contexto institucional existente, la colaboración intergubernamental (entre niveles de gobierno) e intragubernamental (entre agencias del mismo nivel de gobierno)" (Cotler y Caire, 2009:84). En efecto si se tuviera esta visión compartida se lograría "la asignación de recursos a proyectos estratégicos para la cuenca, coordinando recursos y capacidades gubernamentales y sociales"

En las páginas que siguen revisamos algunos de los instrumentos jurídicos y líneas estratégicas de instancias gubernamentales federales y, especialmente, los del estado de Veracruz, que permitirían impulsar un programa de gestión de subcuenca o que limitarían su capacidad operativa. Aunque, de antemano podemos anunciar que, aún con un marco jurídico e institucional facilitador, la mayoría de las veces son otros factores los que intervienen para frustrar, bloquear o abortar estos procesos. Retomaremos este marco en el capítulo 5 para analizar, en el caso particular de la subcuenca del río Pixquiac, los ámbitos de coordinación logrados y aquellos donde no ha sido posible aún o sólo de manera parcial.

La cuenca es reconocida de varias maneras y con distinto énfasis en los diversos instrumentos de planeación. El Artículo 27 de la Constitución regula los elementos naturales susceptibles de apropiación. Por otro lado los programas de largo alcance como *Presente y futuro del agua en México (2002-2025)* pretenden:

- Lograr el equilibrio hidrológico de las cuencas y acuíferos del país.
- Consolidar la descentralización del sector al concretar la participación efectiva de los usuarios y autoridades locales en la solución de la problemática del agua en las regiones, subregiones y acuíferos, a través de los Consejos de Cuenca, Comisiones de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas;

---

8 Véase [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx).

- Mantener la estabilización de los acuíferos y el saneamiento de las cuencas del país.

El *Plan Forestal México 2025* busca:

- El fomento de una producción forestal integral cada vez más ecoeficiente y el estímulo a esas formas de producción y conservación forestales, el mejoramiento del bienestar social especialmente en las áreas rurales y el mantenimiento del potencial de producción maderable y de servicios ambientales.
- Promover un cambio cultural para usar el agua y los bosques de manera responsable y sustentable dado que los recursos forestales son un “asunto de seguridad nacional.
- Integrar la política de aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, al manejo de las cuencas hidrológicas, la conservación de suelos y la protección de la biodiversidad.

Por otro lado, la LGEEPA en su artículo 89 plantea la necesidad de prevenir, controlar la contaminación del agua, y en su artículo 3, regular uso del suelo a través del ordenamiento ecológico. Sin embargo, estas provisiones no equivalen a una política pública explícita y sobre todo vinculante en relación con la gestión y planeación por cuencas.

El Plan Nacional de Desarrollo vigente (2007-2012: 234-239) señala la necesidad del cuidado de los acuíferos y de las cuencas hidrológicas. En el ámbito de los estados, a partir de 1989 cuando se crea la Comisión Nacional del Agua, se inició un proceso de reestructuración institucional del cual surgieron las Comisiones Estatales de Agua, los Institutos del Agua y el impulso a la elaboración de Leyes Estatales de Agua. La Ley reglamentaria de la LAN, en su artículo 24, plantea que:

*En la formulación e integración del programa nacional hidráulico y de los subprogramas específicos a que se refiere la fracción II, del artículo 15 de la “Ley”, se tendrán en cuenta los criterios necesarios para garantizar el desarrollo integral sustentable y la debida consideración a la cuota natural de renovación de las aguas que “La Comisión” determine conforme a los estudios que al efecto realice, en el marco de las cuencas hidrológicas y acuíferos, como unidades de gestión del recurso hidráulico.*

El artículo 23 plantea que “La programación hidráulica precisará los objetivos nacionales, regionales y locales de la política en la materia” y (fracción VIII) se impulsará “Los programas, estudios y proyectos sobre las medidas necesarias para la conservación y restauración de los ecosistemas acuáticos, incluyendo los humedales y las interacciones para la conservación y manejo de las cuencas alimentadoras de las aguas nacionales.”

Nos parece que la *Ley de Desarrollo Rural Sustentable* es el instrumento más cercano a una visión de manejo integral del agua desde las cuencas altas y las actividades agropecuarias. Incorpora una visión multisectorial y diversificada, estableciendo que los servicios ambientales constituyen el aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio de la sociedad (artículo 3). En su artículo 13, fracción V plantea:

*A través de los distritos de desarrollo rural, se promoverá la formulación de programas a nivel municipal y regional o de cuencas, con la participación de las autoridades, los habitantes y los productores en ellos ubicados. Dichos programas deberán ser congruentes con los programas sectoriales y el plan nacional de desarrollo;*

El artículo 171, Cap. XVI, señala:

*El Gobierno Federal, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y municipales, apoyará de manera prioritaria a los productores de las zonas de reconversión, y especialmente a las ubicadas en las partes altas de las cuencas, a fin de que lleven a cabo la transformación de sus actividades productivas con base en el óptimo uso del suelo y agua, mediante prácticas agrícolas, ganaderas y forestales, que permitan asegurar una producción sustentable, así como la reducción de los siniestros, la pérdida de vidas humanas y de bienes por desastres naturales.*

En Veracruz, además de la delegación estatal de CONAGUA, existen tres instituciones principales relacionadas con la ocurrencia y aprovechamiento del agua. La Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal, Pesca y Alimentación (SEDARPA); la Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV), y el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA) ahora desaparecido que elaboró el Proyecto del Programa Hidráulico Estatal.

La gestión del agua se rige por la *Ley de agua y saneamiento para el estado de Veracruz-Llave o Ley 21*. En esta Ley de Aguas de Veracruz, en el artículo 140 (Capítulo VI) sobre "*Manejo integral del agua y su uso eficiente en el Estado*", podemos ver que el "manejo integral" y la idea de un uso eficiente del agua se circunscribe a la captación y al reuso:

*Artículo 140. La Comisión y los organismos operadores, deberán realizar las acciones necesarias para promover un uso más eficiente del agua y su reuso, así como la captación y aprovechamiento de las aguas pluviales, sean estas de propiedad de la Nación asignadas al Estado y los ayuntamientos, o sean aguas de jurisdicción estatal, conforme a las medidas que al efecto dicte el Consejo. Para tal fin la Comisión y los Organismos Operadores, en el ámbito de sus respectivas competencias, coordinarán los planes, programas y acciones que permitan dar cabal cumplimiento a los objetivos planteados.*

La Ley 21 estableció la existencia de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Veracruz (CAEV), como un organismo descentralizado dependiente del Ejecutivo, con personalidad jurídica y patrimonio propios (Artículo 11) que es la institución encargada de una serie de funciones relacionadas con la gestión del agua. Otros organismos previstos por esta Ley para proporcionar servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento son: I. Las Comisiones de Agua Potable y Saneamiento, que podrán ser: regionales, de zona conurbada o municipales; II. Las Juntas de Administración, Mantenimiento y Operación de Agua Potable; III. Los Patronatos Pro-Introducción.

El *Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010* y el *Programa Hidráulico Estatal 2005* son los dos instrumentos que dan los lineamientos programáticos generales y específicos al agua. En el *Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010*, en la sección sobre medio ambiente encontramos líneas generales, directrices específicas y proyectos detonadores para la gestión de cuencas. Los objetivos del Plan para medio ambiente plantean entre otras cosas: *mantener los servicios de los ecosistemas, la capacidad de producir agua, y de conservar los bosques*. Las estrategias basarán el manejo del medio ambiente en el potencial de los ecosistemas para proporcionar los servicios ambientales, mantener la biodiversidad y la disponibilidad de recursos naturales y de los ecosistemas. Como proyectos detonadores, en la fracción VII.4.2 se maneja explícitamente el mercado de servicios ambientales, indicando que la valoración de los servicios ambientales ayudará a los tomadores de decisiones a identificar

los costos y beneficios de cada alternativa y escoger las que maximicen el impacto benéfico para la sociedad. Otro proyecto (fracción VII.4.3) es el manejo integral de cuencas y microcuencas donde se plantea que una forma de abordar el conocimiento de regiones es a través de sus cuencas. Aunque parecería tratarse de estudios, añade que la coordinación es difícil y lenta porque las cuencas a veces abarcan varios municipios y estados. De ahí que se concluye que para un funcionamiento más ágil el nivel de trabajo tendría que ser en subcuencas y microcuencas. Otro proyecto detonador, estrechamente relacionado con la gestión de cuencas, serían los ordenamientos para el desarrollo sustentable.

La Ley Forestal de Desarrollo Sustentable del Estado de Veracruz apuntala las atribuciones de los distintos ámbitos de gobierno en materia forestal, a la vez las posibles coordinaciones entre ellas así como la incorporación de estos criterios a los programas sectoriales:

*Artículo 53. La Secretaría y la CONAFOR, escuchando la opinión de los Consejos Forestales y tomando en cuenta los requerimientos de recuperación en zonas degradadas y las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las mismas, promoverán la elaboración y aplicación de programas e instrumentos económicos que se requieran para fomentar las labores de conservación y restauración de los recursos forestales y las cuencas hidrográficas.*

*Las acciones de dichos programas y los instrumentos económicos a que se refiere el párrafo anterior, serán incorporados en los Programas para el Desarrollo Rural, incluyendo las previsiones presupuestarias de corto y mediano plazo, necesarias para su instrumentación, dando preferencia a los propios dueños y poseedores de los recursos forestales para su ejecución.*

Como podemos ver en términos generales, el marco jurídico existente ofrece los elementos necesarios para la integración de políticas sectoriales y la coordinación entre distintos ámbitos de gobierno. Sin embargo, la cogestión de las cuencas requiere del conocimiento y aplicación de este marco jurídico por parte de las distintas instancias involucradas por un lado y, por otro, de la voluntad política para su aplicación como veremos a lo largo de este trabajo.

Uno de los instrumentos legales enfocado a frenar o incluso a revertir el deterioro de los recursos naturales y la destrucción de los ecosistemas es el ordenamiento ecológico del territorio (OET). De acuerdo con la LGEEPA, este instrumento de

planeación tiene como principal objetivo el de regular o inducir el uso del suelo y de las actividades productivas con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es el único instrumento, de carácter mandatorio, reconocido por la legislación mexicana con un enfoque hacia la preservación y el uso sustentable de los recursos naturales, que a la vez busca el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, por lo que puede convertirse en la línea base para un programa de cogestión de cuencas.

Teóricamente los ordenamientos deben llevarse a cabo mediante amplios procesos de participación en los que los actores sociales, productivos y de gobierno involucrados se expresan. Su aprobación y posterior aplicación dependen en buena medida del éxito en términos de la representatividad democrática en la participación y en la comprensión de los objetivos por parte de los actores participantes en los talleres de planeación. Una vez aprobado y decretado el programa de ordenamiento ecológico se debe convertir en norma legal para la aprobación o rechazo de proyectos relacionados con el uso del suelo y los recursos, y corresponde a los municipios su aplicación. Este hecho es uno de los problemas a los que se enfrenta la aplicación de lo decretado en los ordenamientos ya que, de acuerdo con Carabias (Reforma 17 Octubre 2009), “es muy común que las autoridades municipales se enfrenten a fuertes presiones por parte de agentes locales –con poder político y económico- y, que por ello, no respeten los OET o, incluso, que mediante un simple acuerdo de cabildo se modifiquen unilateralmente los ordenamientos expedidos, sin respetar que son producto de extensos procesos de consulta”.

Otro problema que puede debilitar al ordenamiento ecológico como instrumento que orienta la planeación y la toma de decisiones gubernamentales, es la desvinculación o incluso las contradicciones entre éste y los ordenamientos urbanos. En teoría, cada uno de estos instrumentos se enfoca en regular las actividades dentro de su ámbito territorial, de forma tal que el ordenamiento ecológico (responsabilidad de la SEMARNAT y sus contrapartes estatales) incide solo en las decisiones del ámbito rural y no debe intervenir en las decisiones que se toman al interior de las zonas urbanas; éstas se planifican en los ordenamientos territoriales bajo la responsabilidad de la SEDESOL. En estos ordenamientos territoriales se establecen los usos y destinos del suelo en las zonas urbanas y su “área de influencia”, incluyendo las zonas reservadas para crecimiento industrial, las reservas territoriales y las densidades de construcción. De acuerdo con Azuela (2006:222):

*Esta dicotomía supone un debilitamiento de la planeación territorial en su conjunto. Ello se hace evidente cuando se piensa que una autoridad municipal, con todas las limitaciones en las que opera, tiene que formular, someter a consulta y hacer valer dos instrumentos de planeación (uno para los centros de población y otro para las áreas rurales), los cuales lógicamente suponen la interacción con interlocutores distintos, como si esos ámbitos pudiesen desvincularse entre sí.*

Basta un ejemplo: en la región donde se ubica la subcuenca del Pixquiac se encuentran varias ciudades (Xalapa, Banderilla, Coatepec, San Andrés) en una zona conurbada con una matriz de paisajes rurales, semiurbanos y urbanos. Esta conurbación, como se discutió anteriormente, actualmente cuenta con un programa de ordenamiento urbano donde se orientan los usos del suelo, tanto al interior de las ciudades, como en las zonas rurales que se encuentran entre éstas. Recientemente el Ayuntamiento de Coatepec autorizó el cambio de uso del suelo para el desarrollo de un fraccionamiento (La Reserva) de nivel medio-alto en una zona decretada como reserva ecológica restrictiva por este programa, y en el que evidentemente no debería aceptarse un uso habitacional ya que es un área que conserva algunos de los fragmentos de bosque mesófilo inmersos en cafetales de sombra.<sup>9</sup> Ante este hecho, las dependencias estatales y federales relacionadas con los usos del suelo y el medio ambiente, que deberían hacer respetar el programa de ordenamiento urbano, pretendieron librarse de la decisión planteando que el municipio es libre de tomar ese tipo de decisiones y que frente al artículo 115 constitucional no se puede hacer nada.

En el caso de Veracruz, la Ley Estatal de Protección Ambiental considera al ordenamiento ecológico con los mismos objetivos que la LGEEPA, y plantea también la separación entre los centros de población y las zonas rurales (artículo 25):<sup>10</sup>

*III. Las previsiones contenidas en los programas de ordenamiento ecológico del territorio, mediante las cuales se regulen los usos del suelo, se referirán únicamente a las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población. Cuando en dichas áreas se pretenda la ampliación de un centro*

---

9 Véase <http://zoncuantla.blogspot.com>.

10 Ley Estatal de Protección Ambiental de Veracruz (2007). Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/VERACRUZ/Leyes/VERLEY65.pdf>.

*de población o la realización de proyectos de desarrollo urbano, se estará a lo que establezca el programa de ordenamiento ecológico respectivo, el cual sólo podrá modificarse mediante el procedimiento que establezca la legislación local en la materia.*

*IV. Las autoridades locales harán compatibles el ordenamiento ecológico del territorio y la ordenación y regulación de los asentamientos humanos, incorporando las previsiones correspondientes en los programas de ordenamiento ecológico local, así como los planes o programas de desarrollo urbano que resulten aplicables.*

## **El marco institucional inmediato para el programa de cogestión de la subcuenca del río Pixquiac**

Convencidos de que la cogestión de cuencas requiere de la participación de múltiples actores y en particular del sector gubernamental, al iniciar este proyecto buscamos identificar algunas ofertas institucionales con las cuales vimos factible establecer alianzas. Nos interesaron de manera particular aquellas donde se observa una búsqueda para superar la fragmentación y sectorialización de las políticas públicas, ya que éste es el principal cuello de botella de acuerdo con la mayoría de los estudios sobre el tema. En la segunda parte del libro se presentará el tipo de relación que se desarrolló con estas instituciones, los programas que pudieron ser operados y las perspectivas generadas a partir de esta colaboración. Sintetizamos los atributos de cada Programa en el cuadro 2.

En particular exponemos con mayor detalle la Iniciativa ABC del gobierno del estado de Veracruz, y el Plan Municipal de Desarrollo de Xalapa, por ser los instrumentos de nivel estatal y local más adecuados para impulsar el proceso de cogestión. También hacemos referencia a espacios de participación promovidos por CONAGUA.

### **Iniciativa ABC**

La Iniciativa ABC (*Para la conservación, restauración y manejo del agua, de los bosques y las cuencas del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*), derivada de los objetivos planteados en el Plan Veracruzano de Desarrollo fue aprobada por decreto en el año 2005. Esta iniciativa consiste en establecer un fideicomiso que conjunte los recursos de diversos programas gubernamentales y privados, con el fin de promover un uso acorde con la restauración de las cuencas proveedoras de

**Cuadro 2. Atributos de programas gubernamentales y participación conjunta**

Ámbito	Institución	Objetivos /Estrategia
Federal	CONAFOR (Programa de Pago por Servicios ambientales)	El pago por servicios ambientales (PSA) es una alternativa innovadora que busca conservar los ecosistemas forestales a través de promover mercados locales, regionales y nacionales. Se basa en dos principios fundamentales: I. Los dueños y poseedores de terrenos forestales son compensados por los servicios que éstos proveen. II. Los usuarios de los servicios ambientales pagan por ellos, ya sea directa o indirectamente.
Federal	SEMARNAT/ CONANP Parque Nacional Cofre de Perote	Conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos a través de las ANP y los Programas de Desarrollo Regional Sustentable en Regiones Prioritarias para la Conservación, asegurando una adecuada cobertura y representatividad biológica. Integrar esfuerzos, recursos y capacidades a fin de colaborar en la conservación de las ANP y en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades asentadas en ellas. Instrumento de planeación que tiene como principal objetivo regular o inducir el uso del suelo y de las actividades productivas con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
Federal	CONAGUA/ Consejo de cuenca	Conservación, preservación y mejoramiento de los ecosistemas de las cuencas con los que el agua forma sistemas naturales indivisibles. Los Consejos de cuenca buscan promover la participación social en la gestión del agua.
Estatal e intermunicipal	Fideicomiso ABC	Regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la procuración del entorno ecológico y particularmente, consolidar los esfuerzos, acciones y recursos para recuperar la frontera forestal, así como propiciar la compensación por servicios ambientales para lograr la protección, restauración, conservación y el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales; agua, bosque, cuenca, suelo, aire y paisaje del estado.

**Cuadro 2. Continúa**

Ámbito	Institución	Objetivos /Estrategia
	SEDESMA- Coordinación general de Medio Ambiente (ahora Secretaría de Medio Ambiente)	Ordenamiento ecológico: Instrumento de planeación que tiene como principal objetivo regular o inducir el uso del suelo y de las actividades productivas con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
	Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada (POUZCUX) 1989-2001- 2003	Generar y consolidar un proceso endógeno de crecimiento económico basado en las actividades productivas actuales y potenciales de la zona. Establecer el equilibrio entre sociedad urbana y medio ambiente. Mejorar la estructura organizativa administrativa de los gobiernos municipales para conducir más eficaz y eficientemente el proceso de desarrollo.
Municipal	Plan municipal de desarrollo de Xalapa 2008-2010, y subsecuentes	Líneas de acción: Gestionar la creación de un fideicomiso regional para cuidar del bosque y del agua, que busque dar sustentabilidad a todos en la ciudad y en la región. Objetivo: Desarrollar políticas que fomenten el uso racional y la conservación del agua Estrategias: Promover nuevas formas y hábitos de consumo del agua. Realizar programas para mejorar la calidad del agua y asegurar su conservación.

agua a las ciudades del estado. Los objetivos del Fideicomiso (ABC), instrumento jurídico financiero de la Iniciativa, son:

- Evaluar uso del suelo y aprovechamiento de recursos naturales con el objeto de establecer políticas para su manejo.
- Impulsar, promover e inducir el desarrollo sustentable del Estado.
- Procurar el desarrollo sustentable de bosque y participar en la planeación del ordenamiento ecológico de las montañas prioritarias de Veracruz.
- Favorecer e impulsar actividades de (protección) conservación, rescate y restauración de acuíferos.
- Impulsar la formulación de planes, programas y proyectos para el desarrollo rural sustentable.

- Propiciar la participación de la población urbana y rural, y promover, orientar e inducir participación de los particulares.
- Promover acciones de coordinación y concertación social, ambiental y económica con entidades de la Administración Pública Federal, estatal y municipal.
- Promover el mercado de bienes y servicios ambientales.
- Efectuar campañas de cultura forestal y de difusión sobre el ordenamiento ecológico.

El organigrama del Fideicomiso contempla la incorporación de *Subcomités de Cuenca, Subcuenca o Microcuenca* que:

*Tendrán el carácter de auxiliar del Subcomité Técnico Operativo una vez constituido y reconocido por el "COMITÉ TÉCNICO" y fungirán como gestores de las propuestas surgidas en el seno de la Cuenca y como órganos de consulta en la toma de decisiones del "COMITÉ TÉCNICO."*

Para el cumplimiento de los fines del Fideicomiso ABC se contemplan los siguientes programas:

- Planeación de desarrollo forestal sustentable
- Restauración
- Conservación
- Fomento forestal
  - Manejo y aprovechamiento forestal sustentable
  - Servicios ambientales
  - Ordenamiento de actividades económicas

En el capítulo 5 nos referimos ampliamente a las oportunidades y limitaciones que representa este instrumento y cómo se insertó nuestro trabajo parcialmente en el plan de trabajo de esta Iniciativa ABC.

## **Ordenamiento ecológico**

Actualmente no existe ordenamiento ecológico para la cuenca del río Antigua y sus subcuencas. Para lograr una mejor coordinación interinstitucional se pensó en la utilidad de contar con un OET para la subcuenca del río Pixquiac. Sin embargo hay

cierto escepticismo pues son pocas las cuencas que cuentan con un ordenamiento ecológico ya publicado (río Bobos, río Coatzacoalcos). Otros están en proceso (Tuxpan) o en actualización (río Sedeño, río Blanco).

En el estado de Veracruz la Coordinación General de Medio Ambiente, ahora Secretaría de Medio Ambiente, es la que se ocupa de los ordenamientos ecológicos que, en su portal define de la siguiente manera.

*El ordenamiento ecológico es un instrumento de la política ambiental nacional, que se orienta a inducir y regular los usos de suelo del territorio, se basa en la evaluación actual de los recursos naturales, en la condición social de sus habitantes, y en la aptitud potencial del área analizada, considerando elementos de propiedad y de mercado, para determinar la capacidad de usar el territorio con el menor riesgo de degradación.*

Dentro de los principales atributos de la gestión del OET destaca su visión prospectiva. El OET fortifica el carácter preventivo de la política ambiental, ayudando a minimizar sustancialmente costos futuros para el país mediante la construcción de escenarios y pronósticos basados en la aptitud, vocación, capacidad de carga y renovación de cada porción del territorio. Por otro lado, el OET previene y atempera potenciales conflictos sociales, al erigirse como mecanismo de solución de controversias y encauzar la participación social como medio para legitimar el proceso de ordenamiento territorial. El OET genera conformidad, compromiso y acuerdos entre grupos y actores sociales con intereses diversos.

El OET fomenta también la afirmación de la autonomía local e impulsa el desarrollo regional, ya que la legislación ambiental estatal faculta al Ejecutivo del estado para decretar los ordenamientos ecológicos de competencia estatal y que hayan cumplido con el proceso metodológico establecido en la Ley Estatal de Protección Ambiental y el régimen de coordinación entre las autoridades estatales y municipales.

La política ambiental ha procurado modificar el enfoque de la gestión territorial de manera que el OET se convierta en criterio normativo que otorgue certidumbre a la toma de decisiones dentro de la planificación económica y social. Asimismo, que las decisiones en torno a las condiciones óptimas de gasto y asignación eficiente de recursos de un programa de desarrollo estén dirigidas por los espacios de oportunidad que permite una planeación territorial de largo plazo.<sup>11</sup>

---

11 [http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?\\_pageid=53,3840703&\\_dad=portal&\\_](http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=53,3840703&_dad=portal&_)

## Plan Municipal de Desarrollo de Xalapa

El gobierno de la ciudad de Xalapa tuvo intentos previos de promover programas de pago por servicios ambientales. Para ello uno de sus alcaldes contrató años atrás la elaboración de un estudio denominado Plan de Manejo del Área de Captación de Agua para el Municipio de Xalapa, Veracruz (CEDROSA, 2004). La administración 2005-2007 retomó el tema, situación que abrió la puerta para proponerles el diseño y operación de un programa de compensación por servicios ambientales. Durante la administración 2008-2010, si bien la Dirección de Ecología pasó a ser subdirección dentro del Plan Municipal de Desarrollo (PMD), se mantuvieron las declaraciones enunciando acciones relacionadas con la agenda del medio ambiente y del agua. En muchas ocasiones los Planes Municipales de Desarrollo suelen ser contratados con consultores como un requisito para obtener la asignación presupuestal. En este caso, como en algunos otros, se hizo una consulta pública, somera y poco representativa, por lo que lo planteado en dicho documento no necesariamente guió las actividades y erogaciones presupuestales reales.

Con la intención de revisar si el Plan Municipal de Desarrollo (2008-2010) contenía una visión de intervención en las cuencas abastecedoras de la ciudad de Xalapa, analizamos las principales amenazas señaladas en el mismo (que en el documento están presentados como listado sin una lógica aparente) para tratar de identificar una relación de causa/efecto. Entre las amenazas identificadas encontramos las siguientes: a) ausencia de una reserva territorial en el municipio que ordene el desarrollo de la zona metropolitana, b) carencia de un plan urbano de desarrollo a largo plazo, c) abandono de visión de ciudad sustentable para dar paso a la expansión desordenada de la mancha urbana, d) incremento acelerado de la deforestación, crecimiento urbano desmedido y desordenado, e) agotamiento de los recursos hídricos, f) falta de una cultura del reciclaje, infraestructura de agua y alcantarillado deteriorada, g) organización insuficiente para atender fugas de agua, incremento de la contaminación.

Si bien el diagnóstico del Plan no relaciona entre sí las amenazas identificadas, es notable que las últimas cuatro son un efecto de las tres primeras: el crecimiento urbano y la falta de planeación a largo plazo; lo que desde nuestra perspectiva explica el agotamiento de los recursos hídricos, más allá de ser consecuencia de la deforestación.

---

schema=PORTAL.

La visión de la problemática del agua está enfocada principalmente a cuestiones de infraestructura y de redes, sobresalen dos líneas relacionadas con el mejoramiento del medio ambiente y de la calidad del agua, que son la creación de áreas naturales protegidas y la creación de un fideicomiso regional para cuidar del bosque y del agua.

Según el mismo documento, el Gobierno Municipal pondría en marcha mecanismos para ampliar la participación ciudadana, con el fin de que, en forma conjunta, Ayuntamiento y sociedad puedan emprender las acciones que permitan conservar y utilizar de manera responsable el agua que recibe Xalapa.

## CONAGUA

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) prevé la creación de una estructura en la que la participación en la planeación se lleve a cabo dentro del espacio de los consejos, organismos y comités de cuenca. Sin embargo, instancias como los Consejos de Cuenca que corresponden a las grandes regiones hidrológicas suelen representar más bien a los usuarios de las zonas bajas y no a los que viven en las cuencas altas. La escala es tan amplia que su operatividad resulta difícil. Algunos comités de subcuencas y microcuencas se han formado en el país en las zonas altas de las cuencas pero pocos han sobrevivido debido a que carecen de recursos que deberían de ser aportados por los municipios. En el capítulo 6 haremos referencia a la experiencia de este proyecto en su vinculación con esta política federal.

Con estas oportunidades en la administración estatal y municipal consideramos factible impulsar un programa de cogestión integral de subcuenca que tuviera la participación de una gran gama de actores del sector gubernamental. En la segunda parte del libro veremos cómo intervino cada instancia en la construcción de esta plataforma de intervención.

En los capítulos 5 y 6 analizaremos en concreto las relaciones interinstitucionales, así como entre las instituciones y la sociedad civil, en el caso de esta experiencia de conformar una plataforma social para la cogestión de la subcuenca del río Pixquiac.

## Características del medio natural

---

Georgina Vidriales Chan, Isabel García Coll, Avelino Martínez,  
Patricia Gerez, Miguel Ángel Muñiz Castro

### La región de estudio

La subcuenca del río Pixquiac<sup>1</sup> se localiza en el centro del estado de Veracruz y forma parte de la Cuenca Alta del río La Antigua.<sup>2</sup> La zonificación de la cuenca de este último fue hecha en función de su caudal, dividiéndose según este criterio en cuenca alta, media y baja (Pérez y Ramos, 2008). Como se observa en la figura 2, la cuenca alta del río Antigua ocupa la ladera oriental, expuesta al Golfo de México, comprendida entre los volcanes Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, misma que corresponde a la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 122, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para zonas de alto valor ecosistémico y con presencia de especies endémicas.

La subcuenca del Pixquiac se ubica hacia el extremo norte de la cuenca alta del Antigua, en la ladera barlovento del Cofre de Perote, expuesta a los vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México. Con respecto a las principales zonas urbanas con las que se relaciona, la subcuenca del Pixquiac se localiza al

---

1 Para FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido), esta subcuenca es conocida como Rancho Viejo.

2 La cuenca alta del río Antigua abastece 96.5% de las necesidades de agua de la ciudad de Xalapa, así como de las ciudades medias del centro del estado, como son Coatepec, Xico y Teocelo, entre otras.

Oeste de la ciudad de Xalapa y al Noroeste de la ciudad de Coatepec, e involucra parcialmente a los municipios de Perote, Las Vigas, Acajete, Tlalnelhuayocan y Coatepec. Tiene una superficie total de 10,727 ha (lo que equivale al 8.09% del total de la cuenca alta del Antigua) y una longitud de 30.27 kilómetros. La zona alta de la subcuenca incluye 908 ha del Parque Nacional Cofre de Perote<sup>3</sup> (véase figura 2).

Una de sus principales características es que presenta una variación altitudinal, desde los 1,040 msnm en la parte Este, en la confluencia del río Pixquiac con el río Sordo, hasta los 3,760 msnm al Oeste, en la ladera del Cofre de Perote. Lo anterior es un indicador de la variabilidad de condiciones topográficas y climáticas (veánse figuras 3 y 5) que definen a esta región (diversos pisos altitudinales), y que resulta en una alta diversidad ecológica con diferentes tipos de vegetación y fauna, y en consecuencia de usos del suelo asociados. En esta subcuenca se presenta también una gran diversidad de condiciones socioeconómicas contrastantes. En la subcuenca del río Pixquiac encontramos localidades aisladas, con alto grado de marginación, caracterizadas en muchos casos por el uso inadecuado de sus recursos naturales y por la falta de opciones productivas sustentables. Éstas conviven con zonas de rápido desarrollo urbano favorecidas por los bienes y servicios ambientales que aportan las zonas rurales (como es el abastecimiento de agua y el paisaje) y que generan importantes impactos al medio ambiente, entre los que destacan la contaminación del agua que se vierte cuenca abajo y la extracción de recursos naturales.

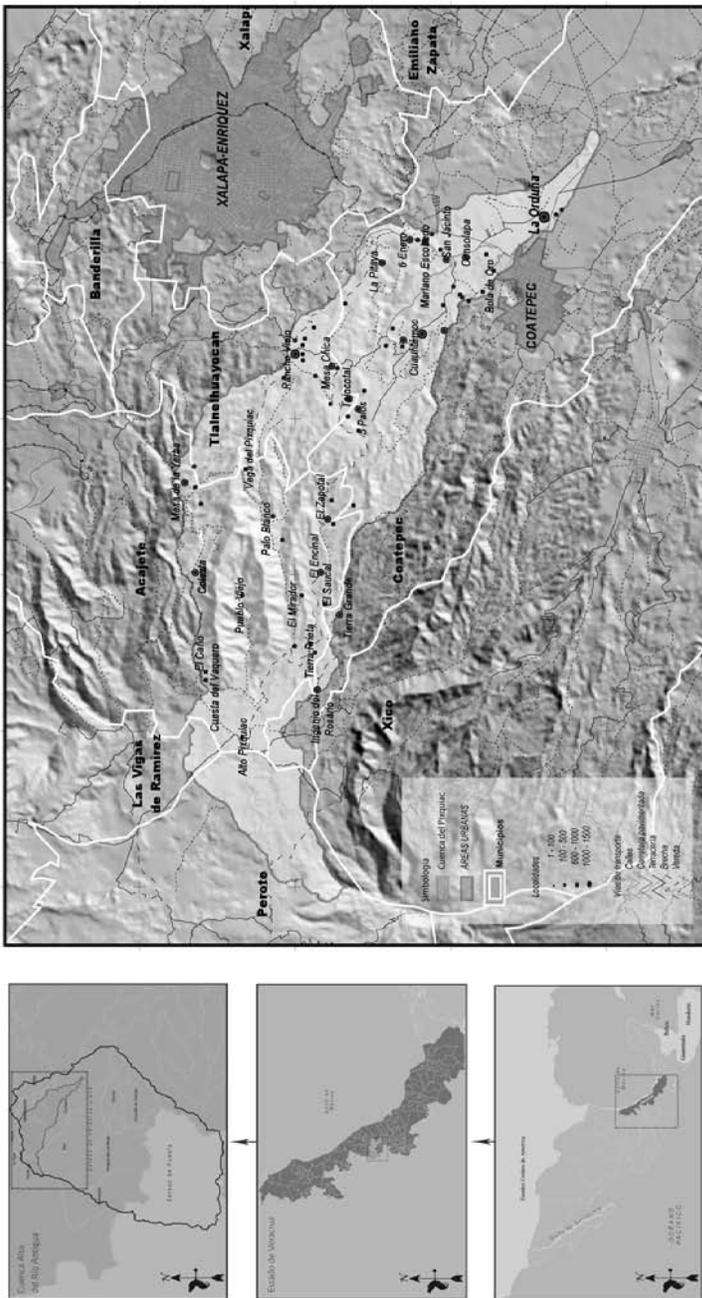
## **Análisis del medio natural de la subcuenca. Planteamiento metodológico**

La fuente de abastecimiento de agua que representa la subcuenca del río Pixquiac, tanto para la ciudad de Xalapa como para su zona conurbada, se encuentra en riesgo por la presión que ejercen las actividades humanas en este territorio, entre

---

3 El Parque Nacional Cofre de Perote se decretó en el año de 1937, y cuenta con una superficie de 11,700 ha. Su poligonal se delimita de acuerdo con lo establecido en el artículo primero de su decreto que dice: " Se declara Parque Nacional "Cofre de Perote" o "Nauhcampatépetl", la porción de los terrenos comprendidos en la parte superior de la gran montaña conocida con igual nombre, en el Estado de Veracruz, a partir de la curva de nivel de 3,000 (tres mil) metros sobre el nivel del mar".

Figura 2. Ubicación de la Subcuenca del río Pixiquiac



las que destacan: la creciente extracción de agua para las ciudades, el avance de la frontera agropecuaria, la tala y extracción de madera y el crecimiento desordenado de la mancha urbana. El desarrollo descontrolado de estas actividades puede llegar a afectar irreversiblemente los procesos eco-hidrológicos de la subcuenca, con el consecuente desequilibrio tanto en los ecosistemas como en el ciclo natural del agua. Recientemente la Comisión Municipal del Agua (CMAS) ha registrado una reducción en los volúmenes de agua que se pueden extraer de la subcuenca.<sup>4</sup>

Algunas de las alternativas que se están impulsando en la actualidad para tratar de revertir los procesos de deterioro de los ecosistemas y la pérdida de agua en calidad y cantidad son los programas de pago o compensación por servicios ambientales hídricos (PSAH), dirigidos a beneficiar económicamente a los propietarios que quieren preservar sus bosques, y los programas de restauración mediante esquemas de reforestación con especies nativas. Sin embargo, es frecuente encontrar que la mayor parte de los esquemas de PSAH adolecen de un análisis que considere a la cuenca como unidad hidrológica y medio colector-almacenador-integrador de los procesos naturales y antrópicos que en ella ocurren, lo que puede afectar la efectividad del programa y la adecuada medición de sus impactos.

En el análisis del medio natural, este proyecto se propuso generar información técnica dirigida a aportar elementos para determinar las zonas prioritarias hacia donde se deben enfocar las acciones específicas del programa de compensación por servicios ambientales. En este sentido, un primer elemento técnico fue la modelación del ciclo del agua en la subcuenca. Para ello, en el estudio se delimitó a la subcuenca y sus microcuencas como unidad territorial natural y se caracterizaron las zonas de funcionamiento de la subcuenca desde el punto de vista geo-hidrológico. Mediante un enfoque de paisajes geoecológicos se obtuvieron unidades espaciales integradoras, que representan las interrelaciones entre los elementos geo-físicos que conforman el paisaje e incluyen las modificaciones y actividades humanas. La integración de los componentes del sistema natural en unidades de paisaje es de utilidad tanto para el programa de manejo de la subcuenca como para un futuro proceso de ordenamiento ecológico cuyo financiamiento y apoyo ha sido solicitado a las autoridades correspondientes.

---

4 27 manantiales del río Pixquiac disminuyeron su aforo de 250 lps a 108 lps; Cinco Palos bajó de 100 lps a 50 lps. Medio Pixquiac no se ha aforado y Hutizilapan bajó de 1,000 a 900 lps (comunicación personal Víctor González, funcionario de CMAS y CONAGUA, 2 de julio 2009); Diógenes Lobato reporta una reducción de 83 a 79 lps para la Caja 4.

Esta información, integrada en un sistema de información geográfica (SIG) y analizada mediante ArcView 3.2 y ArcGis 9.2, aunada al análisis de los datos históricos disponibles de las estaciones climáticas cercanas (precipitación y temperatura, fundamentalmente) permiten evaluar el comportamiento de los recursos hídricos mediante la modelación del balance hídrico de la subcuenca y sus microcuencas. Para ello se estimó la forma en que se reparte el volumen de agua que cae como precipitación, entre la evapotranspiración (estimada mediante tres diferentes fórmulas), la infiltración y la escorrentía superficial, tanto a nivel espacial (en cada microcuenca), como temporal (a través de los meses del año) dentro de la subcuenca del río Pixquiac.

Los resultados del modelo de balance hídrico por microcuencas se combinaron con el análisis de algunos componentes de los paisajes geocológicos para determinar las zonas de atención prioritaria en las que se deben promover programas de compensación por servicios ambientales (restauración y/o conservación). Esta metodología se utilizó como alternativa al enfoque dominante, basado en información a nivel nacional y con criterios poco precisos de selección y de monitoreo. En este proyecto las zonas prioritarias se definen por su importancia en el tiempo en función de diversos aspectos locales: a) alta precipitación-captación de agua; b) presencia de bosques sujetos a presiones de uso; c) alta captación en zonas sujetas a riesgo de erosión por pendiente y usos inadecuados del suelo; d) zonas desmontadas con alta precipitación y posibilidades de regeneración natural o inducida mediante reforestación, entre otras.

La información así obtenida permite identificar las zonas con mayores posibilidades de éxito en programas de compensación por servicios ambientales, además de contar con parámetros útiles como indicadores para el posterior monitoreo de los resultados de estos programas. Con esto, será factible hacer pronósticos hacia diferentes escenarios modificando los parámetros del balance hídrico y los posibles efectos de los diferentes usos del suelo y de las alteraciones de las condiciones naturales, como por ejemplo frente a los efectos del cambio climático.

El segundo elemento técnico generado por el proyecto fue el análisis de la dinámica del uso del suelo y de la cubierta arbolada en el área de estudio. Con ello se generó el mapa de vegetación actual (2004) y un análisis de las tendencias de cambio en la cobertura de la subcuenca del Pixquiac en los últimos 29 años (1975-2004).

Dado que la vegetación y los usos del suelo tienen un efecto sobre el funcionamiento de las cuencas, el mapa de vegetación fue utilizado como un elemento rele-

vante en las estimaciones del balance hídrico de la subcuenca y se integró a los paisajes geocológicos como el componente más dinámico y cambiante de éstos. Aunado a ello, el análisis de las tendencias de cambio permite evaluar los efectos que tienen ciertas políticas públicas sobre la dinámica de la cobertura vegetal de la subcuenca, e identificar las áreas prioritarias por su dinámica en el uso del suelo. Estos estudios se han integrado en el SIG del proyecto.

Finalmente, el análisis temporal del cambio de la cubierta vegetal y de los usos del suelo que hemos elaborado aporta elementos para conformar uno de los componentes comunes en los proyectos de PSA; esto es, la identificación de los niveles de referencia o línea base. Se trata de contar con un punto de referencia sobre la situación actual del uso del suelo en el territorio donde se desarrolla el proyecto antes de su aplicación. Esta referencia ayuda a evaluar los avances del proyecto de PSA, a identificar los indicadores para el seguimiento de las actividades propuestas, o a detectar nuevos elementos que estén influyendo en esta dinámica.

## El medio natural de la subcuenca

La localización de la subcuenca del río Pixquiac en la ladera barlovento del volcán Cofre de Perote le confiere condiciones particulares en cuanto a su funcionamiento hidroclimático, ya que se encuentra expuesta a los vientos alisios cargados de humedad provenientes del Golfo de México. Este fenómeno meridional juega un papel muy importante en el aporte de humedad y en la regulación térmica del paisaje, además de promover los procesos de erosión bio-climática que modelan de manera diferencial el relieve.

Al igual que se ha descrito para la subcuenca paralela del río Gavilanes (Coatepec, Ver.), en la subcuenca del Pixquiac se observa que:

*la influencia monzónica, aunada a la gran variación altitudinal, y particularmente los tipos de bosque y de suelos presentes en este territorio, favorecen los procesos de precipitación y almacenamiento de agua, incluyendo la precipitación horizontal o captación de agua de niebla" que puede constituir un aporte importante de agua en la época de secas, principalmente en las zonas con cubierta boscosa. (García Coll et al., 2007:114)*

En un espacio lineal relativamente corto (30.3 km de longitud total de la subcuenca), observamos una variación altitudinal muy fuerte de 2,700 m (la subcuenca tiene una altura mínima de 1,040 m hasta una máxima de 3,760 m); es

decir, cerca de 100 m de altura por cada km lineal, lo que equivale a una pendiente promedio de 10%. Esta diferencia de altura condiciona la subdivisión del territorio en dos grandes tipos climáticos o pisos térmicos: las tierras templadas y las tierras subtropicales. A su vez, en cada piso térmico se desarrollan sus respectivas franjas de vegetación predominante: la templada está representada por bosques de pino, oyamel, encino-pino y encino, mientras que a la franja subtropical le es típico la preponderancia del bosque mesófilo de montaña, así como formaciones de selvas medianas (inexistentes actualmente en esta subcuenca) al descender en altura.

Desde el punto de vista hidrológico es una subcuenca alta de montaña, con una densa red de drenaje<sup>5</sup> (promedio de 3.95 km/km<sup>2</sup> para toda la subcuenca). En la zona de mayor altitud predominan los escurrimientos temporales y efímeros de primer y segundo orden, caracterizados por su alta fragilidad frente a las modificaciones antrópicas pues sus cauces están poco consolidados. A partir de la zona media aparecen cauces de ríos más estables, aunque sujetos a procesos diferenciales de sedimentación provocados por las transformaciones en los usos del suelo (deforestación-erosión) y los eventos climáticos extremos.

En la parte media de la subcuenca ocurren las mayores precipitaciones (1,800 a 2,000 mm promedio anual), condición que aunada a las fuertes pendientes en laderas deforestadas provoca riesgo de derrumbes y deslizamiento de tierras, los que pueden presentarse con mayor frecuencia como consecuencia del incremento en la torrencialidad de las lluvias por el cambio climático. Este incremento en la torrencialidad, según Palma Grayev (2007), "ha sido de hasta siete veces en los últimos 50 años del siglo XX para la zona centro de Veracruz, aunado a que en general en esta región se ha presentado un aumento de casi 1 mm/día de lluvia en los últimos 95 años". (Palma Grayev, 2007:9)

Otra característica fundamental es la constitución geológica de la subcuenca, preponderantemente volcánica y con escasas vascularizaciones<sup>6</sup> de caliza en la zona baja. Las rocas predominantes son andesitas, toba básica y brecha volcánica intermedia, las cuales resisten de manera diferencial los procesos de erosión. La

---

5 Densidad de drenaje es la relación entre la longitud total de todos los cauces de agua y la superficie total de la cuenca, o en este caso de la microcuenca. De acuerdo con los expertos, las cuencas con mayor densidad de drenaje poseen una mayor capacidad para colectar el agua de lluvia y viceversa. Para la elaboración de este factor se consideraron las corrientes efímeras (levantadas en el SIG a partir de las cartas topográficas) y los ríos permanentes e intermitentes de la carta topográfica de INEGI escala 1:50,000.

6 Elevación de rocas por presión.

mayor parte de la subcuenca está cubierta por suelos de tipo Andosol, cuya presencia se asocia con materiales volcánicos, los que se caracterizan por su amplio potencial para retener la humedad: “los andosoles son capaces de contener hasta 150% más agua que su peso, pero si se alteran, destruyen y se secan, pierden irreversiblemente esta capacidad para guardar agua” (Williams Linera, 2007).

La relación entre los procesos endogenéticos (en este caso vulcanismo), el grado de dureza de las rocas y el impacto de las variables climáticas a través de largos períodos, ha favorecido la formación de un variado mosaico de formas del relieve que van desde las planicies fluviales y mesetas planas hasta las barrancas en forma de V, por las que discurren numerosos cauces de ríos, predominando las montañas y los lomeríos con diferente grado de disección vertical (diferencia de altura en un km<sup>2</sup>).

Finalmente, en este territorio habitan 7,827 personas de los cuales 3,144 son rurales y 4,683 semi-urbanos y urbanos; la densidad poblacional en la subcuenca es relativamente baja (de 73 habitantes por km<sup>2</sup>), en contraste con el municipio de Xalapa que en 2005 tuvo una densidad poblacional de 3,488 y Coatepec con 299 hab/km<sup>2</sup> (INEGI, 2005). Un aspecto importante a resaltar, como veremos a detalle más adelante, es que en esta subcuenca aún se conserva una cubierta forestal cercana al 70% del total de la superficie y sólo 30% está destinado a las actividades agropecuarias o vivienda.

En la figura 4 se muestra un esquema de la subcuenca donde se sintetizan las características predominantes de los diferentes componentes del medio físico –altitud, clima, temperatura, precipitación, microcuencas, relieve, pendientes, tipos de suelos y rocas–, de acuerdo con la zonificación generada. La información geomorfoedafológica contenida en este esquema se obtuvo de Geissert *et al.* (2007).

## Zonificación de la subcuenca

Dadas sus condiciones naturales y sociales heterogéneas, la subcuenca del río Pixquiac se dividió en tres zonas: alta, media y baja, de acuerdo a su diferenciación altitudinal, climática y de vegetación (figuras 3 y 4). Encontramos que esta zonificación coincide con la forma en que sus habitantes dividen la subcuenca considerando sus características productivas y topográficas. La zonificación se reforzó técnicamente con la identificación de los parteaguas secundarios en la subcuenca y el grado de consolidación de los cauces, cuidando de no fragmentar las microcuencas. Para el análisis más detallado del balance hidrológico se utilizó la subdivisión en 13 microcuencas (veáanse figuras 4 y 10).



En este proceso de análisis y delimitación de las microcuencas se parte de considerar a la subcuenca, de acuerdo con Llerena et al. (2003:3) como

*... un sistema interconectado por el agua que fluye por la pendiente en una red de drenaje, desde sus límites más altos en sus divisorias hasta la desembocadura del río mayor.*

Cada microcuenca se caracterizó por su posición zonal dentro de la subcuenca (zona alta, media y baja), la superficie que abarca, la longitud de escurrimientos, así como la densidad de drenaje, sus altitudes extremas, principales tipos de suelos y rocas, tipos de vegetación y usos del suelo predominantes, así como las localidades y actividades económicas actuales. El cuadro 3 sintetiza las características generales de las microcuencas por su superficie, destacando por su tamaño las microcuencas del Bajo Pixquiac (14%), Xocoyolapan (13%), Medio Pixquiac (10%) y Alto Atopa (9.8%),

Una descripción más detallada de las características de cada zona y sus microcuencas se presenta a continuación.

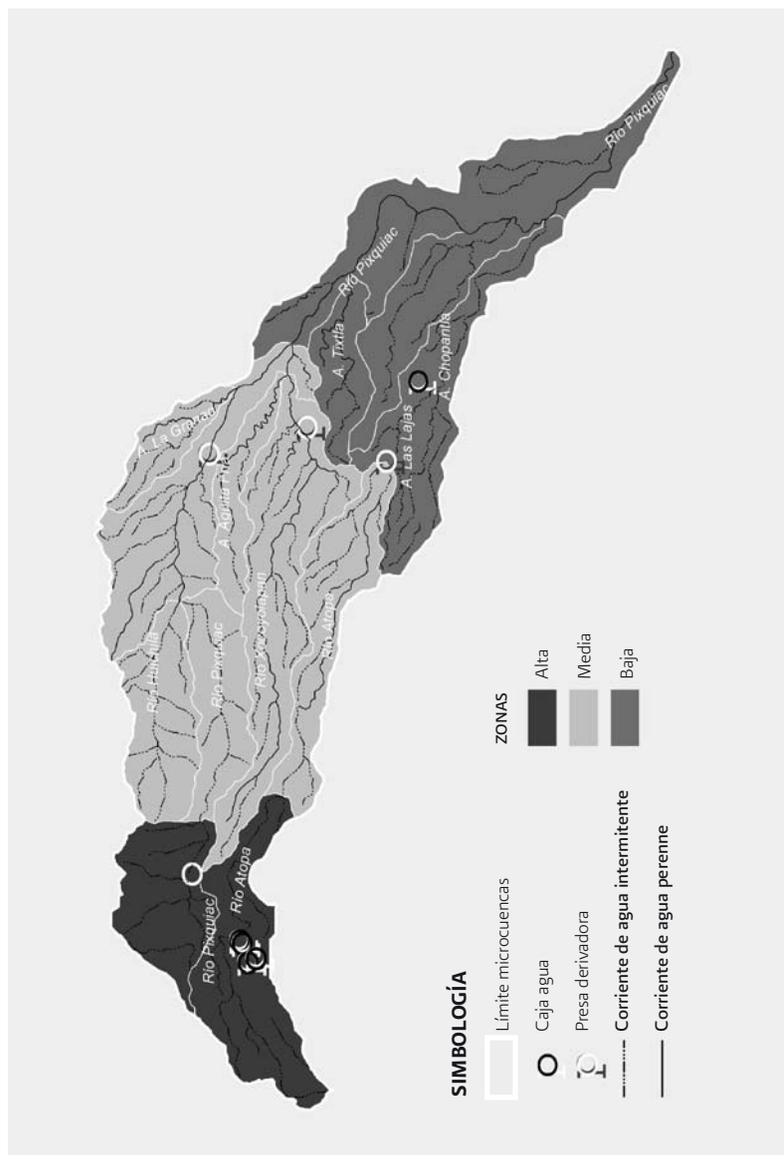
## **Zona alta**

La zona alta está conformada por las microcuencas de Alto Atopa y Alto Pixquiac y tiene una superficie total de 1,775.27 ha (cuadro 4). Constituye la zona funcional de cabecera de la subcuenca, caracterizada porque la red de drenaje está poco consolidada, con escurrimientos de primer orden. Dado que en esta parte de la subcuenca los escurrimientos drenan a través de pequeños arroyos que confluyen aguas abajo hacia un primer cauce permanente, éstos se consideran altamente frágiles, ya que cualquier modificación que se lleve a cabo en estas tierras puede interrumpirlos o desviarlos, alterando el origen de la subcuenca y por tanto el funcionamiento de la cabecera.

La orientación del escurrimiento principal en la microcuenca del Alto Pixquiac es de Oeste-Sureste y en el caso de la microcuenca del Alto Atopa es de suroeste a sureste (fig. 4).

A la subcuenca del Alto Pixquiac se le extrae agua a través de varias cajas que entuban directamente a los manantiales en su nacimiento dentro del bosque, y de la presa del mismo nombre, la cual se deriva hacia la ciudad de Xalapa (véase foto 1). El volumen de extracción reportado en esta presa es de 250 l/seg durante todo el año.

Figura 4. Zonificación de la subcuenca del río Pixquiac y delimitación de sus microcuencas. (Fuente: Elaboración propia, base mapa topográfico 1:50,000 INEGI)



Cuadro 3. Principales características de las microcuencas

Zona de la subcuenca	Superficie por zona (ha)	Nombre de la microcuenca	Superficie total (ha)	Altitud máxima (msnm)	Altitud mínima (msnm)	No. de localidades por microcuenca*	Habitantes de la microcuenca (2005)
Alta	1,775.27	Alto Atopa	1,050.39	3,760	2,840	1	250
		Alto Pixquiac	724.88	3,120	2,900	0	0
Media	5,355.20	Granada	302.59	2,000	1,460	0	0
		Agüita Fría	368.39	2,240	1,420	1	39
		Pixquiac	618.97	2,940	1,780	0	0
		Huichila	712.19	3,000	1,780	4	121
		Atopa	825.69	2,840	1,580	6	257
		Medio Pixquiac	1,126.17	2,400	1,400	11	1,541
		Xocoyolapan	1,401.20	2,960	1,420	7	184
Baja	3,597.53	Tixtla	396.92	1,680	1,340	4	752
		Chopantla	682.83	1,680	1,180	9	562
		Las Lajas	975.38	2,020	1,180	9	972
		Bajo Pixquiac	1,542.70	1,460	1,040	19	3,149
Totales						71	7,827

\* Los datos de localidades y número de habitantes corresponden a la información obtenida por el II Censo de Población y Vivienda y el ITER 2005 de INEGI.

Foto 1. Caja de agua dentro del bosque de Los Pescados. C. García Aguilar



Cuadro 4. Vegetación y características hídricas de las microcuencas de la zona alta

Nombre de la microcuenca	Superficie total (ha)	Superficie dentro de la subcuenca (%)	Longitud de drenaje (km)	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Vegetación y usos
Alto Atopa	1,050.39	7.25	16.0	2.21	Bc 57%; Ba 21%; Zac 10%; Ag 10%; P 3%.
Alto Pixquiac	724.88	10.50	29.93	2.85	Bc 46%; Ba 24%; P 23%; Zac 4%; Ag 3%.

**Vegetación.** Ba: bosque abierto; Bc: bosque cerrado; Zac: zacatonal de altura.

**Usos.** Ag: agricultura; Cf: cafetal sombra; P: pastizal; Zu: zona urbana y áreas sin vegetación.

## Zona media

La zona media es la porción de la subcuenca que abarca la mayor superficie, con 5,356.85 hectáreas, e incluye siete microcuencas: Huichila, Pixquiac, Atopa, Medio Pixquiac, Agüita Fría, Xocoyolapan y Granada (cua-

dro 5). En esta zona se identifican varios cauces permanentes claramente consolidados:

Hacia el norte el cauce del Medio Pixquiac, que recibe como aporte las aguas provenientes de las microcuencas del Huichila y del Pixquiac (este último a su vez recibe las aguas del Alto Pixquiac), para finalmente confluir aguas abajo con la microcuenca del río Granada. El Huichila y el Medio Pixquiac tienen una orientación Oeste–Sureste, y el Granada drena desde el noroeste hacia el sureste (fig. 4).

Al centro de la zona media de la subcuenca se localiza la microcuenca del Xocoyolapan, cuyo caudal se une aguas abajo con el río de Agüita Fría; posteriormente a esta confluencia el cauce se convierte en un tributario del río Pixquiac que baja por la zona norte de la subcuenca media. Antes de la unión del Xocoyolapan con el Agüita Fría, los escurrimientos son de primer y segundo orden, y aunque algunos de ellos son intermitentes, ya existen cauces consolidados permanentes que conforman esta parte central de la zona media. La orientación del Xocoyolapan es Noroeste–Sureste–Noreste, mientras que la del Agüita Fría es Oeste–Noreste–Sureste (fig. 4)..

Todos los tributarios descritos hasta este momento confluyen en el cauce principal del río Pixquiac donde inicia la zona baja de la subcuenca. La orientación general de estos escurrimientos es de noroeste a sureste (fig. 4).

Hacia el sur de la parte media de la subcuenca escurre de manera permanente el río Atopa, que hasta este punto fluye de manera independiente y paralela al del Pixquiac, recibiendo los aportes del Alto Atopa (fig. 4).

En el Medio Pixquiac se extraen 180 l/seg de agua en la vega del mismo nombre, para abastecimiento de la ciudad de Xalapa. Otra fuente de extracción de agua para esta ciudad dentro de la zona media proviene del río Xocoyolapan, con un aporte de 80 l/seg. Antes de que el Atopa confluya con el río Las Lajas (zona baja), es derivado a través de la Caja 4 el sistema de abasto de las ciudades de Coatepec y Xalapa, transformándose por ello en un río intermitente. El volumen de extracción para Xalapa es de 50 l/seg.

Debe mencionarse que aunado a la extracción regulada de agua, realizada por los organismos operadores municipales a través de sus cajas y presas, las comunidades que se encuentran en esta zona de la subcuenca se abastecen directamente de diversos manantiales locales; los comités comunitarios de agua son los encargados de la búsqueda de fuentes cercanas a la comunidad y del mantenimiento de los acueductos (generalmente mangueras compradas en común por los propios beneficiarios).

**Cuadro 5. Vegetación y características hídricas de las microcuencas de la zona media**

Nombre de la microcuenca	Superficie total (ha)	Superficie dentro de la sub-cuenca %	Longitud de drenaje (km)	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Vegetación y usos
Pixquiác	618.97	6.19	25.42	4.11	Bc 88%; Ba 6%; Zac 4%; P 3%.
Agüita Fría	368.39	3.68	17.66	4.79	Bc 84%; P 12%; Ba 2%; Ag 2%.
Huichila	712.19	7.12	29.68	4.17	Bc 83%; Ba 11%; P 5%; Ag 1%.
Medio Pixquiác	1,126.17	11.26	45.59	4.05	Bc 66%; P 21%; Ba 9%; Ag 3%; Zu 1%.
Atopa	825.69	8.25	36.94	4.47	Bc 63%; P 24%; Ba 6%; Ag 6%.
Xocoyolapan	1,401.20	14.01	58.64	4.18	Bc 72%; P 17%; Ag 5%; Ba 4%; Zac 2%
Granada	302.59	3.03	15.17	5.01	Bc 74%; P 14%; Ag 7%; Ba 5%.

**Vegetación.** Ba: bosque abierto; Bc: bosque cerrado; Zac: zacatonal de altura.

**Usos.** Ag: agricultura; Cf: cafetal sombra; P: Pastizal; Zu: Zona urbana y áreas sin vegetación.

## Zona baja

En la zona baja de la subcuenca el río ya tiene un cauce bien consolidado, fundamentalmente en la sección norte, por donde fluye el río Pixquiác. Abarca 3,597.53 hectáreas y está conformada por 4 microcuencas: Tixtla, Chopantla, Las Lajas y Bajo Pixquiác (fig. 4 y cuadro 6). En esta parte de la subcuenca, el río Tixtla se une con el Bajo Pixquiác que viene desde la zona media con el nombre de Medio Pixquiác, ambos con orientación Noroeste–Sureste. Aguas abajo de esta confluencia, el Bajo Pixquiác cambia su orientación hacia el sur, donde recibe las aguas del arroyo Chopantla. Después de esta unión el Bajo Pixquiác vuelve a cambiar su orientación hacia el sureste y ahí se incorporan los ríos de las microcuencas que bajan desde la zona alta por la sección sur de la subcuenca, y que incluyen las aguas provenientes del Alto Atopa, el Atopa, y el río de Las Lajas.

**Cuadro 6. Vegetación y características hídricas de las microcuencas de la zona baja**

Nombre de la microcuenca	Superficie total (ha)	Superficie dentro de la subcuenca %	Longitud de drenaje (km)	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Vegetación y usos
Tixtla	396.92	3.97	13.32	3.97	Bc 42%; P 30%; Ag 25%; Cf 2%; Ba 1%.
Chopantla	682.83	6.83	22.51	3.30	Cf 57%; Ag 20%; P 12%; Zu 6%; Bc 5%; Ba 1%.
Las Lajas	975.38	9.75	38.92	9.75	Bc 39%; P 23%; Cf 20%; Ag 11%; Zu 5%; Ba 3%.
Bajo Pixquiac	1,542.70	15.43	40.91	2.65	Cf 50%; Zu 16%; Ag 13%; P 10%; Bc 9%; Ba 1%.

**Vegetación.** Ba: bosque abierto; Bc: bosque cerrado; Zac: zacatonal de altura.

**Usos.** Ag: agricultura; Cf: cafetal sombra; P: pastizal; Zu: zona urbana y áreas sin vegetación.

En esta zona se extrae agua de la microcuenca del Tixtla en el nacimiento del arroyo Ojo de Agua (concesión de CONAGUA al Ayuntamiento de Coatepec), la cual se deriva para abastecer a las zonas suburbanas de Xalapa y Coatepec (Briones, Zoncuantla, Instituto de Ecología).

## Vegetación y usos del suelo: actual y retrospectivo

El proyecto de compensación por servicios ambientales, que se lleva a cabo en la subcuenca del río Pixquiac, ha desarrollado un esquema local en el cual se ha combinado la generación de conocimiento técnico-científico y las gestiones institucionales con las propuestas productivas que involucran voluntariamente a los campesinos comprometidos con la recuperación de sus bosques y reforestación.

La vegetación es un elemento fundamental para entender el funcionamiento hidrológico de una cuenca, y nos indica también cuáles son las condiciones naturales ambientales existentes en una región particular a través de la diversidad de tipos de vegetación y de especies presentes. Paralelamente a la identificación de los tipos

de vegetación se reconocieron los tipos de actividades productivas (uso del suelo) que realizan sus habitantes, su ubicación territorial dentro de la subcuenca y el tipo de transformación que estas actividades han provocado sobre la cobertura vegetal de la misma (véase capítulo 4). De esta forma se elabora un diagnóstico documentado sobre las tendencias existentes en este territorio, para utilizarlo como insumo en las diversas acciones y propuestas de trabajo que se están impulsando.

Este tipo de información ha permitido corroborar opiniones contrarias, expresadas por diversos habitantes de la región, en contraste con los medios de comunicación y la opinión pública urbana, alarmados por una tendencia constante a la deforestación del Cofre de Perote desde hace varias décadas.

“Nuestras fuentes de abastecimiento ya no dan la cantidad de agua que daban hace una década y eso se debe, entre otras cosas, a la deforestación. Todos sabemos que se está deforestando todo y que no hay un aprovechamiento ordenado de los bosques y de los suelos, que son inestables y por ello se desprenden con las primeras lluvias.” (Director CMAS-Xalapa. *Diario de Xalapa*, 9 de junio de 2011)

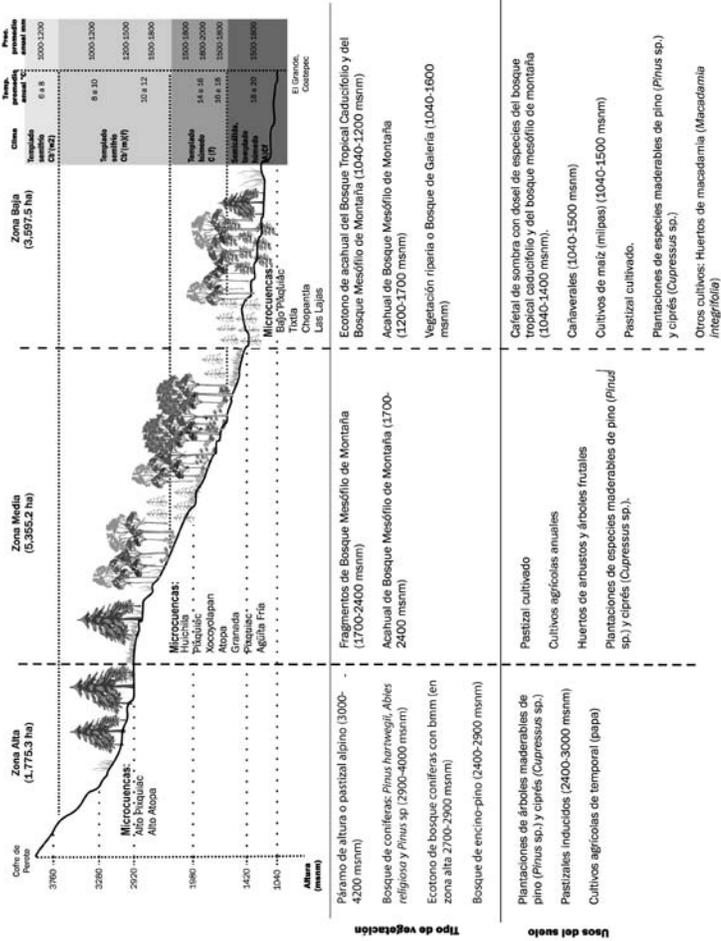
Esta opinión contrasta con la expresada por habitantes de las comunidades rurales para quienes, desde su perspectiva, “antes todo estaba cultivado y se veía bien bonito”, lo que refiere a que actualmente hay más cobertura arbolada.

## Los tipos de vegetación y usos del suelo

La ubicación geográfica, orientación y condiciones topográficas de la subcuenca del río Pixquiac, en la ladera este del volcán Cofre de Perote, se expresan en condiciones climáticas, de humedad y temperatura características de esta región. La vegetación es una expresión más de estas condiciones ambientales particulares. Esta subcuenca atraviesa varios pisos altitudinales (figura 5), desde una zona baja de lomeríos, ubicada a partir de los 1,040 msnm, donde se encuentra un ecotono entre de acahuales del bosque tropical caducifolio y del bosque mesófilo de montaña; hasta la zona alta templado-fría a los 3,670 msnm, cubierta por bosques de pino, oyamel y páramo de altura, pasando por una zona templada-húmeda intermedia cuya vegetación es el bosque mesófilo de montaña y el bosque de encino-pino, con extensos acahuales derivados de estos bosques. En el anexo 3 se describen en detalle las características de los tipos de vegetación, su composición de especies y usos de suelo para cada una de estas tres zonas de la subcuenca.

La figura 6 muestra la representación gráfica de la distribución espacial de estos tipos de vegetación y de los usos del suelo prevalecientes en esta subcuenca para

Figura 5. Zonificación altitudinal de la vegetación y usos del suelo en la subcuenca del río Pixiquiac (Elaboración G.Vidriales, M.A.Muñiz Castro y P.Gerez, con base mapas INEGI y campo).s



el año 2004. Este mapa de vegetación y usos del suelo se elaboró a partir de una ortofotos digitales pancromáticas, escala 1:20,000, del año 2004. La metodología se describe en el anexo 4.

El primer elemento que resalta es la predominancia de la cafecultura, fundamentalmente con sombra, en la zona baja de la subcuenca. Si bien se trata de un agroecosistema inducido, éste representa una cobertura arbolada muy importante para diversos servicios ambientales que la subcuenca provee a esta región central del estado: la protección de los suelos en las áreas de pendientes fuertes, el mantenimiento de su fertilidad, de la infiltración, de la biomasa y de la diversidad biológica pues alberga a numerosas especies de fauna y flora (Cruz-Angón y Greenberg, 2005, Leyequien y Toledo, 2009; Manson *et al.*, 2008), y cumple también una función importante en la captura de carbono a nivel regional (Ortíz Ceballos, 2004).

Un segundo elemento es la extensa cobertura de los acahuales y fragmentos de bosque mesófilo de montaña en la zona media de la subcuenca. Esta zona, por su topografía accidentada requiere de una capa vegetal densa que proteja sus suelos y reduzca el impacto de las lluvias constantes que caen en esta región. Destaca el hecho de que los acahuales del bosque mesófilo cubren un porcentaje importante de esta zona y presentan una gran variedad de estados sucesionales, por lo que su composición de especies es diversa y varía de acuerdo a la edad de abandono (Williams Linera, 2002; y Muñoz Castro, 2009). En esta zona media se ubica el ecotono entre el bosque de pino-encino y el de encino-pino con el mesófilo de montaña, este último con especies de zonas altas como el ilite (*Alnus sp.*). Este ecotono es difícil de ubicar espacialmente en un mapa dada la topografía abrupta que facilita una intercalación entre estos tipos de vegetación. A este ecotono natural se suman las plantaciones de pino y ciprés sembradas por los habitantes desde principios de 1990. Aun cuando se trata de especies nativas de la región, su siembra en altitudes bajas es una alteración a la composición de especies del ecosistema local con especies de rápido crecimiento diferentes a las especies de bosque mesófilo (véase capítulo 4).

Se ha reconocido que la orientación geográfica y amplitud altitudinal presente en esta parte del país genera una condición privilegiada que puede favorecer la conservación del bosque mesófilo de montaña ante los escenarios del cambio climático (Toledo, 2009). Uno de los escenarios previstos para el estado de Veracruz (Benítez Badillo *et al.*, 2008; Pineda López *et al.*, 2008) es que en la zona central montañosa habrá una migración de las nubes de las zonas medias hacia zonas más altas, modificando las condiciones de humedad y con ello la composición de especies y la presencia de varios tipos de vegetación (PVCC, 2008). Debido al

rango altitudinal presente en esta ladera del Cofre de Perote, dentro de esta subcuenca hay un territorio de mayor altitud hacia el cual podrían migrar las especies del bosque mesófilo, con la consecuente desaparición de los tipos de vegetación que actualmente se encuentran en la zona alta (PVCC, 2008:39).

En este sentido, un tercer elemento a resaltar es que en la zona alta de la subcuenca se encuentran tres ecosistemas vulnerables al cambio climático, dado que no tendrían hacia donde migrar, estos son el páramo de altura o matorral subalpino y zacatonal, los bosques de *Pinus hartwegii* y los bosques de *Abies religiosa* (oyamel). Si bien la superficie que cubren estos tipos de vegetación dentro de la subcuenca no es extensa, pues tiene una forma angosta en su parte alta, resalta el hecho que en la última década éstos bosques se han recuperado, a consecuencia del abandono de las áreas cultivadas y de la reducción en los hatos ganaderos caprino y ovino.

### **Los niveles de referencia para el pago de servicios ambientales**

Los proyectos de pago o compensación por servicios ambientales (PSA) incluyen un componente de diagnóstico sobre las condiciones actuales del recurso o del territorio que se está protegiendo o recuperando, junto con la identificación de sus tendencias. El fin es identificar los niveles de referencia que se utilizarán como base para el seguimiento y evaluación de los avances o impactos de las actividades desarrolladas por el proyecto de compensación por servicios ambientales. Con este objetivo en mente, se elaboró un estudio sobre la dinámica de cambio de cobertura y uso del suelo en esta subcuenca, para identificar los niveles de referencia, también llamada *línea base*, y algunos indicadores para el seguimiento del proyecto. Los esquemas existentes de PSA requieren contar con esta información pues a partir de ellos se valora el efecto de los recursos autorizados (Angelsen *et al.*, 2009).

La dinámica de pérdida de la cobertura boscosa, contrariamente a lo que los medios de comunicación informan, no es lineal, ni estática. En varias regiones de nuestro país y del mundo se ha registrado que los cambios no van en un solo sentido, ni tampoco únicamente hacia una reducción en la cobertura arbolada, puesto que hay cambios entre los diferentes usos del suelo, generando procesos de ocupación del territorio más complejos (Lambin *et al.*, 2003; Velázquez *et al.* 2002; Muñoz-Villers y López-Blanco, 2007).

Cuando se acepta que la dinámica no es lineal, se registran entonces diferentes estadios de deterioro o degradación y de recuperación de los bosques, lo cual tiene varios significados para estimar y evaluar su efecto sobre los servicios ambientales,



ya sean hidrológicos, por diversidad biológica o por captura de carbono (Díaz *et al.*, 2009). El deterioro de los bosques tiene efectos económicos, pues se reduce su valor al disminuir el volumen y/o la presencia de especies comerciales valiosas; tiene también efectos biológicos, pues se modifica la estructura y composición del bosque hacia etapas sucesionales tempranas. En ambos casos, el efecto sobre la biomasa arbórea y la capacidad del bosque para capturar y acumular CO<sub>2</sub> es un importante indicador para diseñar estrategias de compensación por servicios ambientales vinculadas a la reducción de emisiones gases invernadero por deforestación y deterioro, conocida como estrategia REDD<sup>7</sup> (Putz *et al.*, 2008). A diferencia de los procesos de desforestación, que son evidentes por la reducción de la cobertura arbolada, los procesos de deterioro forestal son de interés para cualquier proyecto de servicios ambientales puesto que por lo general son paulatinos, imperceptibles y constantes. En esta dinámica los bosques pierden biomasa, y con frecuencia se modifica la composición de las especies dominantes, generalmente hacia unas de menor densidad y tamaño.

En este contexto las preguntas que nos hicimos para identificar la dinámica de uso del suelo y de la cobertura arbolada en la subcuenca fueron las siguientes:

- ¿Cuál ha sido la tendencia de la cobertura arbolada en esta subcuenca en los últimos 30 años?
- Los bosques existentes, ¿son relictos o representan bosques de segundo crecimiento en proceso de recuperación?
- ¿Qué factores están influyendo en los cambios y, por tanto, afectando a los servicios ambientales de esta subcuenca?
- ¿Hay un proceso de pérdida de la cobertura arbórea como resultado de la extracción ilegal, de las actividades agropecuarias y del crecimiento urbano?
- ¿Qué acciones o recomendaciones de manejo se derivan de los procesos encontrados en esta subcuenca?

## Las tendencias en el uso del suelo y cobertura arbórea

Siguiendo la definición utilizada por el Instituto Nacional de Ecología (INE), el análisis de las tendencias de uso del suelo en la subcuenca del río Pixquiac con-

---

7 La Reducción de Emisiones por Deforestación y Deterioro se refiere a emisiones de gases con efecto invernadero.

forma uno de los indicadores más sólidos para evaluar la situación ambiental de esta zona de estudio: “La tasa de deforestación es un indicador de presión sobre los recursos forestales y resulta un elemento esencial en la evaluación y diagnóstico del comportamiento de otras variables ambientales (clima, suelos, hidrología, entre otras) y socioeconómicas (crecimiento demográfico, densidad de población, actividades económicas, entre otras) asociadas” (Palacio-Prieto et al., 2004:38-39).

Para analizar los cambios de uso del suelo en la subcuenca se elaboró un mapa de cobertura vegetal y uso del suelo con fotografías aéreas de 1975, y se hizo un ajuste a las categorías identificadas en el mapa de vegetación del 2004 (figura 6) para comparar los mismos tipos de cobertura; el Anexo 4 presenta la metodología detallada. Para este análisis se optó por utilizar categorías de bosque cerrado y bosque abierto, que enfatizan la calidad de cobertura del suelo y facilitan la comparación de los mapas de diferentes años. Por lo tanto, los distintos tipos de bosques, de oyamel, pino, pino-encino, pino-aile-encino y mesófilo de montaña, así como los acahuals de diversas edades, están agrupados como bosques cerrados o bosques abiertos, según sea el caso. Se hizo una diferenciación entre los pastizales naturales amacollados de la zona alta fría o zacatonales, y los pastizales inducidos, sembrados en la zona media y baja para uso ganadero. Los cafetales de sombra se mantuvieron como un tipo de cobertura diferente por su condición de agroecosistema, aunque su función de cobertura es similar a la de los bosques cerrados.

El cuadro 7 presenta las superficies estimadas para cada categoría de cobertura y uso del suelo a partir de los mapas elaborados para 1975 y 2004; la última columna muestra la tasa anual de cambio, en el sentido de una reducción o ampliación de su superficie por año durante el periodo analizado. La figura 7 presenta de forma comparativa el porcentaje cubierto por cada categoría en la subcuenca, para ambos periodos.

Durante el periodo analizado se registraron cambios en casi todas las categorías de uso del suelo y vegetación (cuadro 7), algunos en sentido positivo y otros en sentido negativo. Entre las categorías que registran pérdida en cobertura destaca la fuerte reducción en la superficie cubierta por pastizales, tanto los inducidos con 1.3 ha/año, como los zacatonales naturales con 28 ha/año. La agricultura de temporal (incluyendo el cafetal de sol) también mostró una reducción de 8 ha/año en esta subcuenca.

En la zona baja de la subcuenca domina el cafetal bajo sombra, el cual registró una reducción de 4.9 ha/año fomentado por la expansión de la mancha urbana,

los bajos precios en los mercados para este producto y la ampliación del cultivo de caña de azúcar.

Contrario a lo que cotidianamente expresa la opinión pública y los medios de comunicación de la región, la superficie con cobertura forestal cerrada durante el período analizado muestra un incremento considerable, particularmente en el área de coníferas y bosques mixtos, con 40.7 ha/año.

La categoría de bosque abierto incluye los tres tipos presentes en esta subcuenca: bosque de coníferas, bosque mixto de pino-encino-ilite y bosque mesófilo de montaña; se trata de una condición donde la densidad de la cobertura arbolada deja descubierto el suelo en una proporción entre el 40 al 70%. Esta categoría muestra un incremento de 4 ha/año.

De los cambios identificados destaca el incremento en la superficie ocupada por los asentamientos humanos, que incluye a las minas de arena, con una expansión notable de 10 ha/año, lo que significa un incremento total acumulado del 400% durante estos 29 años, en relación con la superficie que ocupaba en 1975.

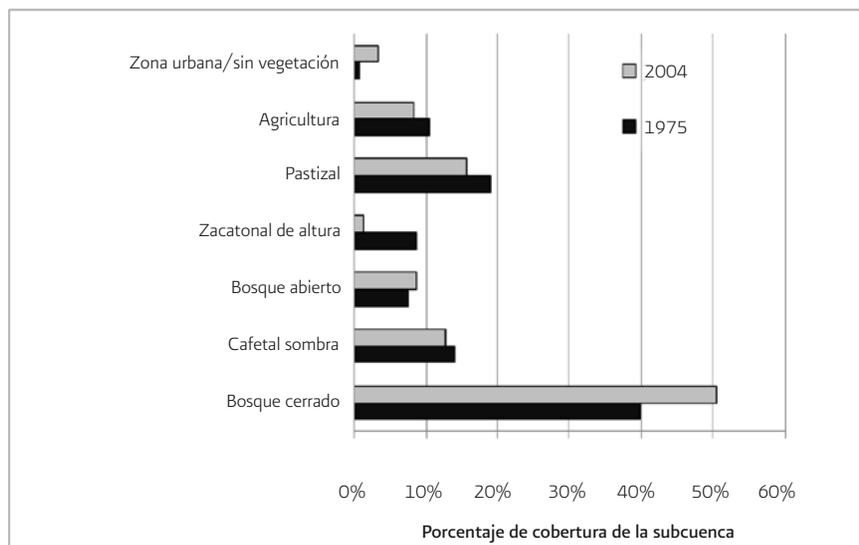
Estos resultados nos llevaron a plantearnos las siguientes preguntas: ¿qué tipo de vegetación o cobertura está siendo transformada para usos urbanos?, y ¿qué actividades agropecuarias han sido abandonadas, para explicar la expansión de los bosques secundarios en esta subcuenca?

Es evidente que hay una presencia activa de procesos paralelos y contrastantes, pues al mismo tiempo que hay áreas con procesos de pérdida de la

**Cuadro 7. Estadística comparativa de los mapas de 1975 y 2004, en la subcuenca del río Pixquiác**

Categorías Cobertura y uso del suelo	Superficie (ha) 1975	Superficie (ha) 2004	Tasa de cambio (ha/año)
Bosque cerrado	4,268.01	5,408.65	40.70
Cafetal sombra	1,494.85	1,358.85	-4.86
Bosque abierto	799.96	919.46	4.27
Zacatonal	922.13	134.14	-28.14
Pastizal	2045.68	1,669.74	-13.43
Agricultura	1116.04	880.56	-8.41
Áreas urbanas/sin vegetación	81.12	357.40	9.87
Total	10,727.80	10,727.80	

Figura 7. Cambios en la cobertura y usos del suelo, 1975-2004



cobertura arbolada, simultáneamente en otras se ha incrementado, dando un saldo positivo en cuanto a la recuperación de los bosques. En el periodo de 29 años analizado, (cuadro 7 y figura 7) destaca que una superficie importante de la subcuenca presenta condiciones de cobertura arbolada, donde incide la presencia del cafetal con sombra y los bosques densos, tanto de coníferas, mixtos y mesófilo de montaña, y bosques abiertos: en 1975 su extensión cubría 61%, mientras que para 2004 su extensión llegó a 72% de la subcuenca. En segundo lugar, hay 1,252 hectáreas boscosas con procesos de recuperación (o revegetación) de la cobertura arbolada, donde dominan sobre todo acahuales de diferentes edades. Esto indica una aportación importante, todavía por evaluar, a los servicios ambientales regionales de captura de  $CO_2$ , a través de la biomasa almacenada, y de diversidad biológica por su composición de especies y recuperación de hábitats.

A pesar de esta dinámica positiva de la cobertura, ésta puede ser frágil ante la presión de los procesos que impulsan los cambios de uso del suelo en bosques y cafetales. Estos procesos responden, sobre todo a la expansión de la mancha urbana, en la zona baja; a una fluctuante expansión/reducción de parcelas agropecuarias que responden a variaciones en los precios de los productos (papa, leche, caña, café). Otro elemento de riesgo son los procesos de deterioro relacionados con la extracción

irregular de madera y de productos forestales no maderables, el pastoreo libre dentro del bosque, y prácticas de manejo forestal con una visión de corto plazo.

Las conclusiones derivadas de este análisis comprueban la presencia de algunos procesos interesantes respecto a la dinámica del uso del suelo en la subcuenca:

- 1 El primer hallazgo es que la cuenca presenta un proceso de recuperación del bosque cerrado, como resultado del abandono de zonas agropecuarias y de la siembra de plantaciones forestales que sus habitantes iniciaron desde la década de 1990. Este proceso se presenta sobre todo en la zona alta y media de la cuenca y confirma la percepción de los habitantes de esta región en el sentido de una reducción en las áreas agrícolas y una ampliación en las áreas con bosques jóvenes o acahuales.
- 2 El segundo hallazgo es que las áreas urbanas se han expandido en forma considerable, al grado de representar la mayor tasa de incremento en la cuenca. Este proceso se presenta fundamentalmente en la zona baja y media-baja, confirmando la apreciación que tienen los habitantes de las zonas urbanas sobre la dinámica de su región, pues son testigos de la desaparición de cafetales de sombra, acahuales de bosque mesófilo, así como potreros y parcelas de cultivo, transformadas en colonias urbanas y fraccionamientos.

## El balance hídrico de la subcuenca del río Pixquiac

El gran reto para la caracterización del medio biofísico de una cuenca hidrológica que funciona como un sistema complejo, dinámico y abierto, consiste en realizar una caracterización integral de los componentes naturales que permita aprehender su integralidad sin perder de vista la heterogeneidad espacial (Cotler, 2004). De acuerdo con este criterio, una vez analizada la información de las características del medio físico y la dinámica de los usos del suelo, el siguiente paso del estudio técnico tuvo como objetivos: a) comprender la interacción de los componentes del medio natural con el comportamiento del recurso agua, mediante la modelación del balance hídrico de la subcuenca y, b) la integración de estos componentes con una visión holística a través de la construcción de los paisajes geocológicos.

Estos dos procesos de integración tienen como finalidad, entre otros aspectos, determinar las zonas estratégicas para la conservación y restauración dentro de la subcuenca. Para ello se puso especial énfasis en utilizar exclusivamente información

disponible al público a nivel nacional, de manera que este proceso pudiera reproducirse en otras cuencas.<sup>8</sup> Para el análisis de la vegetación y los usos del suelo se realizó la fotointerpretación detallada de la zona de estudio, recomendable ya que la cartografía nacional disponible para este tema, a escala 1:250,000 (Inventario Nacional Forestal de INEGI serie III), carece del detalle necesario para evaluar los recursos naturales presentes en la subcuenca y modelar el balance hídrico a nivel de microcuencas.

Utilizamos la integración del subsistema natural en paisajes geocológicos (Mateo, 2002) ya que mediante esta metodología obtenemos una imagen “que se refiere no solo al conocimiento aislado de los componentes del paisaje sino a la forma en que estos se organizan en el espacio constituyendo entidades naturales con límites definidos y con una estructura taxonómica” (García Coll *et al.*, 2011). De esta forma se logra, de acuerdo con Bocco *et al.* (2004), la “integración y análisis de unidades espaciales que describen tanto los componentes relativamente estables del terreno (roca, forma del relieve y suelo, en forma integrada), como los menos estables, cuya tasa de cambio en el tiempo es más alta (vegetación y uso del suelo, fauna)”.

En este proceso de integración de la información generada, las preguntas que nos hicimos con relación al ciclo del agua y los servicios ambientales en esta subcuenca fueron las siguientes:

- ¿Cómo y cuánta agua circula en la subcuenca del Pixquiac, y en qué meses del año?
- ¿Qué factores del medio natural y socioeconómico influyen en el ciclo del agua y cómo interactúan entre sí?
- ¿Dónde se localizan las zonas de mayor captación de agua en la subcuenca?
- ¿Existe déficit hídrico en alguna zona de la subcuenca o en algún período del año?
- ¿Qué volumen del agua captada puede utilizarse y qué volumen debe permanecer para garantizar el funcionamiento del ecosistema (caudal ecológico)?
- ¿Cuáles son las zonas que por sus servicios ambientales hidrológicos se deben considerar prioritarias desde el punto de vista natural para ser atendidas mediante esquemas de compensación?

---

8 Para la realización de este ejercicio se usó la cartografía INEGI y CONABIO, la información histórica de estaciones climáticas del ERIC II (IMTA) y datos censales de INEGI.

- ¿Cuáles son los criterios de uso o preservación más adecuados a promoverse para esas zonas prioritarias: conservación, restauración, regeneración natural, entre otros?

## Bases conceptuales del balance hídrico

Como parte del proceso de cogestión de cuencas consideramos importante conocer la forma en que el agua circula y se distribuye dentro del espacio analizado. En este sentido, y de acuerdo con Llerena *et al.* (2003: 86, 87), “el concepto de cuenca como unidad territorial natural es el más importante ya que a partir de esta apreciación se puede comprender que únicamente en la cuenca hidrográfica es posible realizar balances hídricos. Es decir, cuantificar la oferta de agua que produce la cuenca durante el ciclo hidrológico”.

Esta cuantificación de la oferta de agua en una cuenca pasa por entender al ciclo hidrológico y desglosar los procesos que lo conforman, entendido éste como “el movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea” (Sánchez San Román, 2001). Es el proceso global por el cual se considera al agua un recurso natural renovable, debido a que en esa circulación espontánea y continua el líquido vital se purifica y retorna temporalmente a sus fuentes, poniéndola al alcance de sus múltiples demandantes.

Aunque la expresión de la ecuación de continuidad o de balance hidrológico es muy simple, la cuantificación de sus términos suele ser complicada, principalmente por la falta de mediciones directas en campo y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (a acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca. Ante estas dificultades, generalmente se admiten dos supuestos:

- A Las pérdidas profundas son despreciables (se considera, por tanto, que la subcuenca es impermeable), y
- B Las variaciones del agua almacenada en la subcuenca son mínimas para un período suficientemente largo (normalmente un año).

En general podemos afirmar que del agua que cae en un determinado sitio (precipitación =  $P$ ), una parte regresa a la atmósfera, ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración = ETR); otra parte escurre por la

superficie (escorrentía superficial = ES), confluendo a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y el resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (infiltración = I).

Estas magnitudes deben cumplir con la siguiente ecuación que se conoce con el nombre de balance hidrológico:

$$P = ETR + ES + I$$

La fórmula más general que se utiliza para estimar el balance hidrológico es la siguiente:

$$\text{Captación} - \text{Evapotranspiración} = \text{Escorrentía superficial} + \text{Infiltración}$$

En nuestro caso, el balance hídrico se llevó a cabo para cada una de las microcuencas, y en éstas se caracterizaron las áreas que ocupan los diferentes tipos de vegetación, suelo, litología y pendientes, así como las áreas cubiertas por las diferentes isoyetas e isothermas. En la figura 8 y cuadro 8 se muestran los componentes naturales que se utilizaron para definir los elementos de la fórmula; cada uno de éstos fue analizado y ponderado en función de su influencia en la fase del movimiento del agua en el que participan.

## Cálculo de los componentes del balance

### *Precipitación (P)*

La precipitación es el agua que cae en una zona determinada, que se delimita como subcuenca o microcuenca, y puede ocurrir como lluvia, neblina, nieve, rocío, etc. En su evaluación se consideraron tanto las isoyetas de precipitación promedio de CONABIO como los datos de las estaciones climáticas del ERIC II, una vez que fueron validados.

El climograma general de la subcuenca (figura 9) muestra la relación entre la precipitación y temperatura promedio mensual a través del año, donde resulta evidente la estacionalidad de las lluvias durante los meses de junio a octubre y la canícula en agosto.

Según Llerena et al. (2003:96), "en contra de algunos supuestos antiguos que aún se llegan a aceptar como válidos, la evapotranspiración de un bosque no implica

Cuadro 8. Componentes que intervienen en la fórmula de balance hídrico

Componentes naturales	Componentes de la fórmula de balance			
	Captación (P x área)	Evapotranspiración (ETR)	Escorrentía superficial (ES)	Infiltración (I)
Precipitación (isoyetas y mediciones)	X			
Temperatura (isotermas y mediciones)		X		
Tipos de suelo			X	X
Tipos litológicos			X	X
Tipos de pendientes			X	X
Tipos de vegetación y usos del suelo		X	X	X

Figura 8. Esquema de flujo de agua en el ecosistema

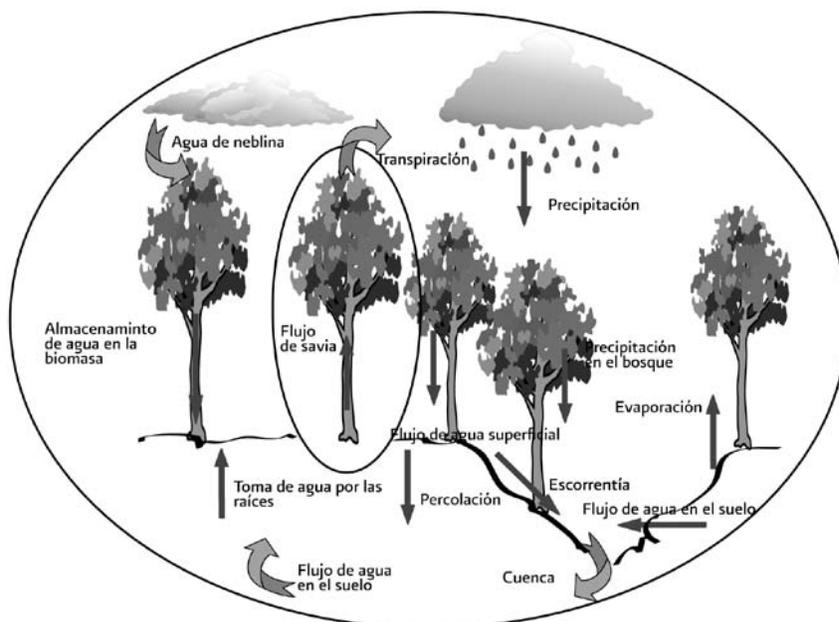
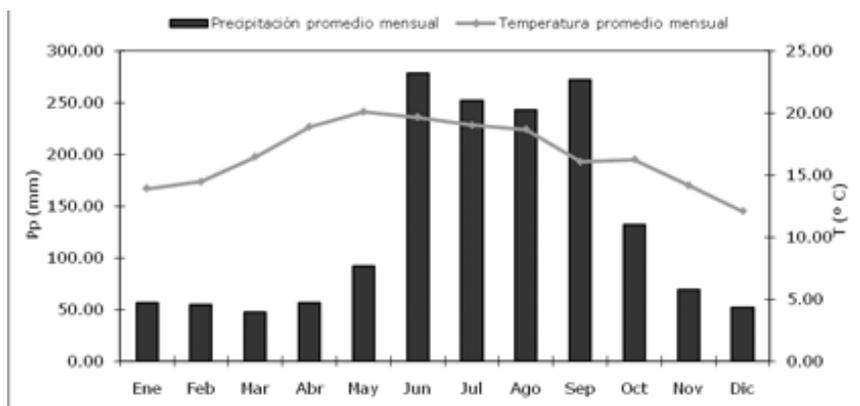


Figura 9. Climograma de la subcuenca del río Pixquiác (Elaboración: G. Vidriales, a partir de datos climatológicos ERIC, IMTA e INEGI)



necesariamente que se produzca lluvia o un aumento de la misma en la cuenca o subcuenca en donde se ubica tal bosque. Sin embargo, hay dos excepciones a lo arriba afirmado. La que nos interesa es el caso de los llamados bosques de niebla o bosques mesófilos de montaña, en los cuales se concentra el aire cargado de humedad movido por los vientos, en los que la humedad atmosférica se condensa y el agua cae al suelo desde el follaje, aumentando en forma importante su dotación para los procesos hidro-biológicos. Este proceso, llamado también precipitación horizontal,<sup>9</sup> puede llegar a aportar hasta 100% más de agua disponible al suelo (Stadtmuller 1987; Hamilton et al., 1995; Bruijnzeel y Hamilton, 2000; WWF-IUCN, 2000).

Esto significa que en los lugares que cuentan con una cobertura considerable de bosques y con frecuencia de días con neblina, la precipitación horizontal es un proceso que debe tomarse en cuenta en el balance de agua. A pesar de su importancia, el valor de esta precipitación no se cuantifica en las estaciones climáticas de nuestro país, por lo que debe medirse en campo o estimarse a través de modelos que relacionen las variables que confluyen en la presencia de este fenómeno.

En nuestro caso se consideraron los valores de precipitación horizontal obtenidos en mediciones de campo realizadas por el INECOL (2007) en una subcuenca paralela (río Gavilanes), con condiciones físico-biológicas y de uso del suelo muy similares a las del Pixquiác. El análisis de los resultados de este es-

9 Es el agua en forma de niebla que se condensa al entrar en contacto con la vegetación.

tudio, aunado a entrevistas personales con los investigadores involucrados en éste, nos llevó a considerar la aplicación de un valor de precipitación horizontal equivalente al 2% de la precipitación vertical, durante todos los días del año. Si bien este valor es bajo, comparado con los medidos en otros bosques mesófilos, debemos resaltar que en nuestro modelo lo aplicamos durante todo el año y no solamente en los días con neblina.

### ***Captación (Pp x área)***

La captación se refiere a la cantidad de agua obtenida por la precipitación (vertical + horizontal) por unidad de área del territorio (subcuenca y microcuencas), la cual directamente refleja el comportamiento de las precipitaciones en la región, es decir, entre más llueve, mayor es la captación y viceversa. A la vez, la captación total de una microcuenca es una variable dependiente del tamaño de esa microcuenca. Para resolver el sesgo del tamaño se dividió el valor de la captación bruta entre la superficie de cada microcuenca, con lo que se obtuvo el valor real de captación de agua por unidad de área para cada microcuenca; es decir, la columna de agua que cae por metro cuadrado de superficie en cada microcuenca ( $m/m^2$ ).

La figura 10 permite identificar la distribución espacial de la captación real de agua, resaltando con los colores más oscuros las microcuencas donde se estima se presentan los mayores volúmenes de captación, que como se muestra se concentran en la zona media de la subcuenca.

El resultado de la captación total anual es bastante similar y cercana a los  $2 m/m^2$  en todas las microcuencas. Sin embargo, destacan pequeñas variaciones que indican que la mayor captación se presenta en la zona media, y la menor captación en la zona alta de la subcuenca (figura 10).

La distribución porcentual de la captación total por zonas de la subcuenca muestra que en la zona media se da la mayor captación (52%), seguida por la zona baja (34%) y la de menor captación resulta ser la zona alta, con 14% del total (figura 11).

### ***Evapotranspiración***

La evapotranspiración es la cantidad de agua que retorna a la atmósfera, tanto por transpiración de la vegetación como por evaporación del suelo. Su magnitud depende del agua realmente disponible, es decir la que el suelo ha logrado

Figura 10. Distribución espacial de la captación real total de lluvia, por unidad de área (Elaboración propia, a partir de datos INEGI).

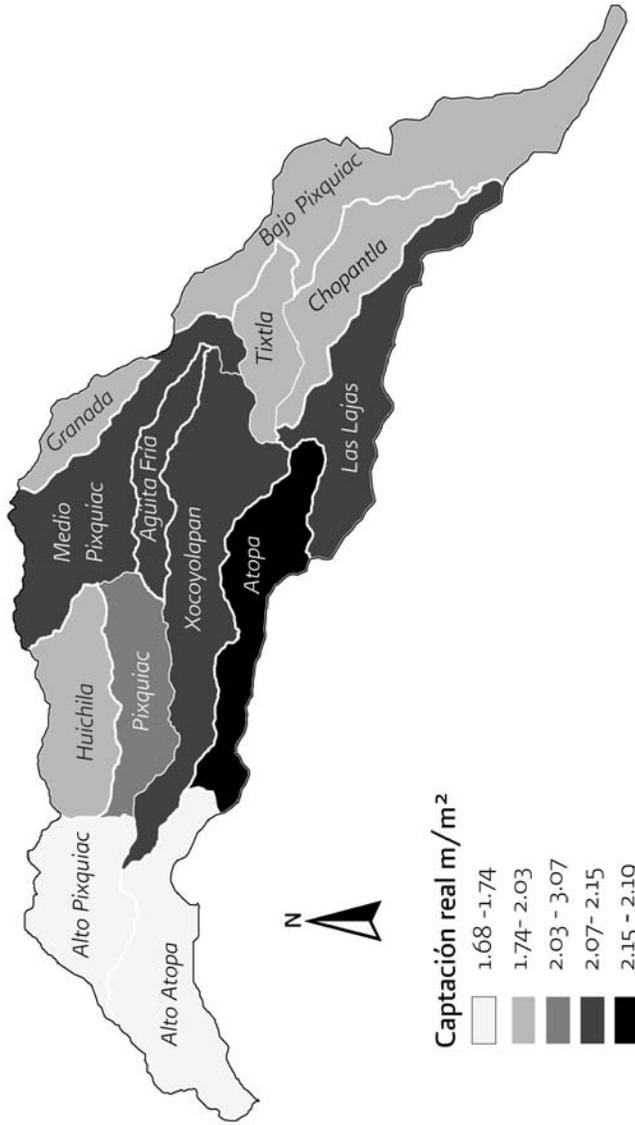
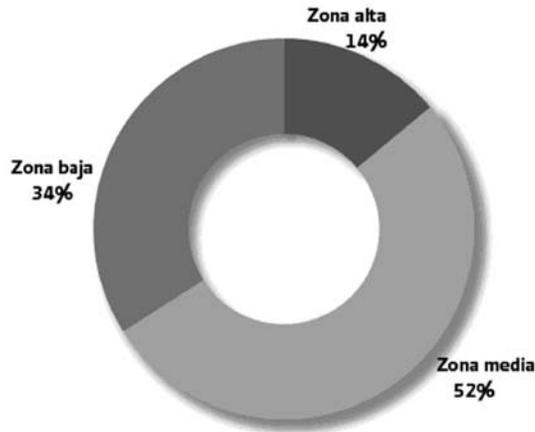


Figura 11. Gráfica de la proporción de captación por zonas en la subcuenca del río Pixquiac (Elaboración propia de acuerdo al método descrito)

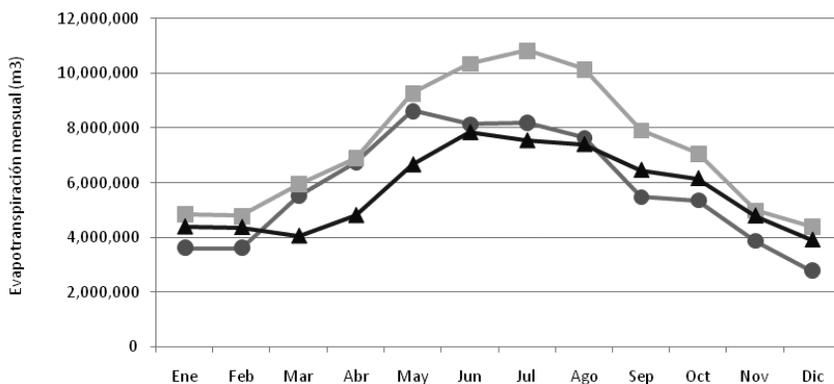


retener para el consumo de la vegetación, así como la que ha sido interceptada por ésta. Respecto a esta relación bosques–lluvia, Llerena et al. (2003: 97) afirma que:

*“... una de las interrelaciones más importantes se da en el proceso de intercepción, por el cual gran parte de la precipitación incidente en la cuenca moja el follaje, queda retenida en la copa de los árboles y retorna a la atmósfera por evaporación. Los valores de intercepción varían en función de la composición del bosque, sus características y ubicación. Un rango de valores medios de intercepción expresada como porcentaje de la lluvia total, generalmente aceptado para los bosques es de 15 a 40 %.”*

Aunque la evapotranspiración es el segundo término en importancia en un balance hidrológico, después de la precipitación, o el primero en zonas áridas y semiáridas, en la actualidad no existe una metodología para medirla a escala de cuenca, por lo que se estima a partir de diferentes modelos. La dificultad de la modelación de la evapotranspiración radica en representar los complejos procesos y factores que la determinan de una manera simple. En este estudio se usaron tres modelos diferentes para estimar la evapotranspiración potencial y actual: ETP de Thornthwaite y Hargreaves y la ET potencial y actual de Holdridge. En el Anexo 5 se detalla la metodología utilizada en cada caso.

Figura 12. Estimación de la evapotranspiración mensual en la subcuenca del río Pixquiac (Elaboración propia, a partir de datos INEGI).



Como resultado de la aplicación de las tres fórmulas para estimar la ETP se presenta la figura 12 con los valores mensuales para la subcuenca del río Pixquiac, cuya validez será analizada más adelante en este texto.

### **Captación neta**

La captación neta es el resultado de la captación total real menos la ETP. Este valor representa el volumen de agua disponible en el sistema una vez que se ha realizado la evapotranspiración, el cual se distribuye entre el agua que se infiltra y la que escurre por superficie de acuerdo con el modelo. Los resultados mensuales obtenidos a partir de las ETP estimadas se sintetizan en la gráfica 13.

### **Infiltración**

La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo. En nuestro caso ésta se calcula una vez que se resta a la captación la evapotranspiración (captación neta), a través de ponderar (véase cuadro 9) el peso de los diferentes componentes del medio que influyen en la capacidad de infiltración y/o grado de permeabilidad en la subcuenca, es decir, en función del tipo de suelos y rocas, el grado de inclinación de las pendientes y el tipo de vegetación y uso del suelo.

### **Escorrentía superficial o caudal**

El agua de las precipitaciones que no es evaporada ni infiltrada, escurre superficialmente en forma de:

- A Escorrentía directa, que es el agua que llega directamente a los cauces superficiales en un periodo corto de tiempo tras la precipitación, y que engloba la escorrentía superficial y la sub-superficial (agua que tras un corto recorrido lateral sale a la superficie sin llegar a la zona freática).
- B Escorrentía basal, que es la que alimenta a los cauces superficiales en época de estiaje.

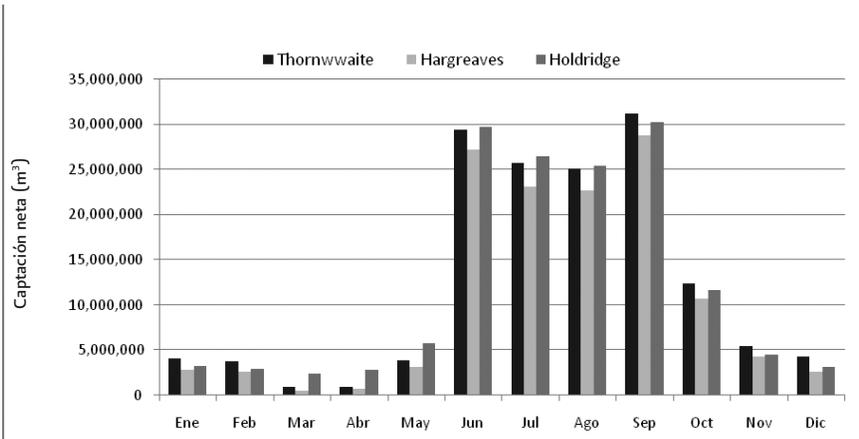
La relación bosques–caudal de agua en los ríos es muy compleja y ha sido objeto de una intensa polémica. Involucra una serie de factores que deben considerarse pero que por razones de espacio no abordaremos aquí, por lo que resulta importante resaltar el planteamiento de Llerena et al. (2003) que aclara lo siguiente:

*La presencia de bosques en una cuenca no significa el aumento del caudal sino generalmente (en función al tipo de bosque, su estado y el clima) su posible disminución como consecuencia de las demandas de agua por la planta y su intercepción (evapotranspiración). El popular concepto del bosque y sus suelos forestales considerados como “esponja hídrica” por su capacidad de retener el agua y soltarla poco a poco, debería por lo menos combinarse con el de “bomba hidráulica” por la cantidad de agua que mueve del suelo hacia la atmósfera. (LLerena et al., 2003: 98)*  
*Dentro de esta compleja relación entre el agua y la cubierta vegetal también*

**Cuadro 9. Peso relativo de los factores que intervienen en el proceso de infiltración del agua**

Factor	%
Pendientes	40
Vegetación	30
Suelos	20
Rocas	10

Figura 13. Estimación de captación neta mensual, en la subcuenca del río Pixquiac (Elaboración propia, a partir de datos INEGI)



debe resaltarse otro elemento: la capacidad de infiltración de una cuenca mejora en relación directa con la cobertura arbórea, de forma tal que el agua de lluvia que llega al suelo se infiltra e incrementa gradualmente el caudal por la vía sub-superficial, produciendo un flujo de agua más limpio y regular, con rangos de caudales anuales extremos más pequeños. Asimismo, la evapotranspiración permitirá crear nuevos espacios disponibles para almacenar agua, disminuyendo los riesgos de saturación e inundación. (Llerena et al., 2003:99) Una cuenca deforestada transfiere menores volúmenes de agua hacia la atmósfera por evapotranspiración, quedando por tanto más agua para el caudal. Sin embargo, con escasa vegetación sobre el suelo y menores valores de infiltración, el agua de lluvia que llegue al suelo alcanzará los cauces por escurrimientos superficiales rápidos, produciendo erosión en las laderas y un flujo violento y cargado de sedimentos que aumentará la turbidez del río y las posibilidades de altos picos de descarga e inundaciones. (Llerena et al., 2003:100)

Una vez estimados los volúmenes de agua que se infiltran mensualmente en cada microcuenca, se establece que el agua restante es la que va a escurrir superficialmente, lo que denominamos caudal o escurrimiento superficial.

La distribución espacial de los procesos de infiltración y escorrentía superficial en la subcuenca del río Pixquiac, en función al modelo de balance utilizado se muestra en la figura 14. En los mapas destaca la diferencia que existe

entre los sitios que se caracterizan por una alta infiltración y baja escurrentía (zona alta y baja de la subcuenca) con los lugares donde el comportamiento es inverso, ya que la infiltración es baja y el escurrimiento superficial es muy alto, como es la zona media de la subcuenca. Este resultado es un indicador muy importante en los mecanismos para valorar y tomar decisiones con respecto a la compensación de los servicios ambientales que aportan estas zonas, pues los componentes del ciclo del agua se comportan de forma muy diferente (véanse figuras 10 y 14).

En el Anexo 6 se describe el análisis que llevamos a cabo para comparar los resultados de los tres modelos de balance hídrico, el cual incluyó un taller de expertos donde se presentaron estos resultados para su evaluación por un grupo de especialistas de diversas ramas (edafólogos, geólogos, ecólogos, hidrólogos, entre otros). En este taller se concluyó que los resultados obtenidos a partir de la ETP de Hargreaves son los que presentan mayor coincidencia con las mediciones directas en campo obtenidas por los investigadores del INECOL, A.C. en la subcuenca paralela del río Gavilanes.

De acuerdo a este procedimiento, los resultados obtenidos indican que la subcuenca del río Pixquiac capta anualmente 2.022 m/m<sup>2</sup> por las precipitaciones; de los cuales 32% se evapora, 33% escurre superficialmente y 35% se infiltra. El balance hídrico general de la misma se presenta sintetizado en la siguiente figura (figura 15).

## Estimación del caudal ecológico en el río Pixquiac

La Ley de Aguas Nacionales de México,<sup>10</sup> define el uso ambiental o el uso para conservación ecológica como “el caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema” (Art. 3, fracción LIV). En esta misma ley, en el artículo 15, fracción X, se establece que “la programación hídrica respetará el uso ambiental o de conservación ecológica, la cuota natural de renovación de las aguas, la sustentabilidad hidrológica de las cuencas hidrológicas y de ecosistemas vitales y contemplará la factibilidad de explotar las aguas del subsuelo en forma temporal o controlada”.

---

10 Ley de Aguas Nacionales, *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada D.O.F. el 18 de abril de 2008.

Figura 14. Estimados de infiltración y escorrentía por microcuencas. Elaboración propia, a partir de datos INEGI

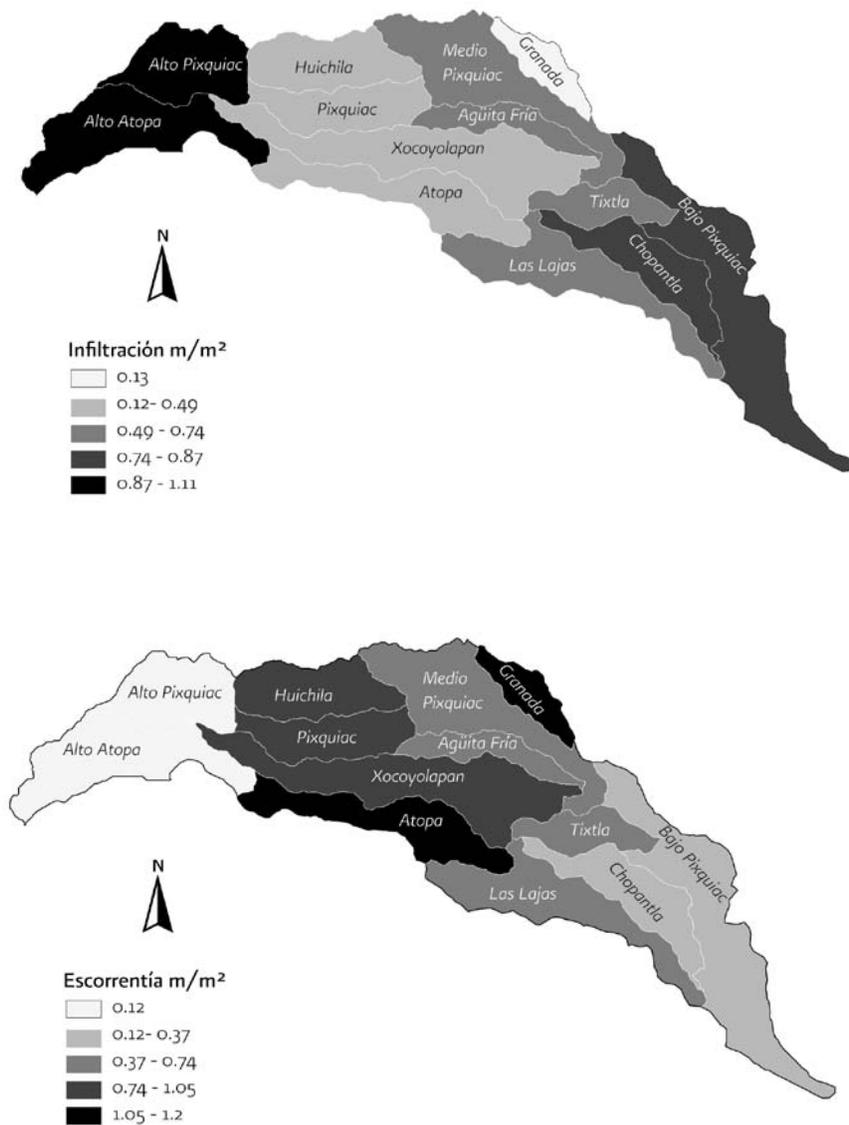
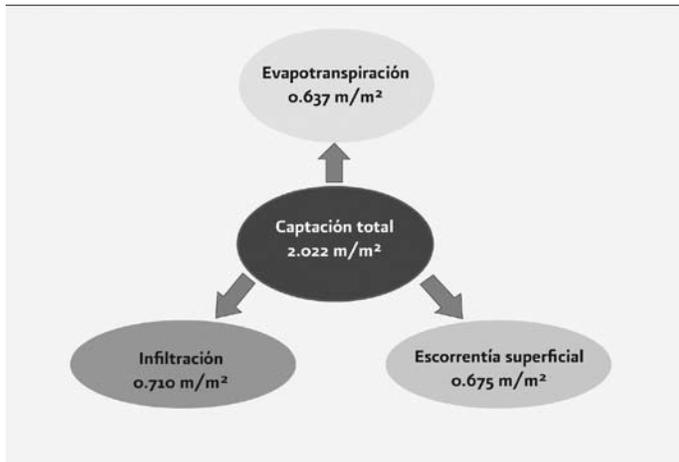


Figura 15. Resultados del balance hídrico de la subcuenca del río Pixquiac



Sin embargo, en dicha ley ni en su reglamento se establece la forma en que se debe estimar el valor de este caudal. A nivel mundial existe una amplia discusión acerca de este tema y se han generado numerosas metodologías para la valoración del caudal ecológico, que varían de acuerdo con la información disponible.

Según Castro Heredia *et al.* (2006), en los últimos años se empieza a reconocer que respetar el valor de los ecosistemas implica dejar suficiente agua en las corrientes hídricas, y que la extracción necesaria para satisfacer las necesidades humanas básicas debe estar condicionada por la disponibilidad de la fuente. Los ríos no son sólo conductos de los cuales se extrae lo que se necesita y se desecha lo que no. Son más que eso, pues brindan servicios imprescindibles para el ser humano y los ecosistemas asociados. El inconveniente radica en establecer cuál es el caudal necesario en determinado cuerpo de agua para conservar las actividades propias de los ecosistemas y para que el hombre pueda beneficiarse del agua, sin afectar los ecosistemas acuáticos y procesos propios del río.

Riestra y Benavides (2004) plantean que los criterios básicos para la determinación del caudal ecológico, en términos generales son:

- Definirlo como un determinado porcentaje del caudal natural del río.
- Buscar conocimiento específico respecto al requerimiento de caudal por parte de los agentes usuarios (flora y fauna acuática, vida humana, requerimientos ambientales, etc.).

Bajo el primer criterio se encuentran los métodos denominados hidrológicos, que se basan en registros históricos de caudal (mensuales o diarios) a partir de los cuales se obtiene un caudal mínimo. Esta metodología se fundamenta en la relación estricta que existe entre el régimen hidrológico y el ecosistema existente, puesto que las especies dentro del río se han adaptado y acostumbrado a las variaciones de caudal. Entre las principales características de los métodos hidrológicos se encuentran su fácil aplicación, el requerimiento de pocos datos, y que son económicos y rápidos de aplicar. Su desventaja consiste en que no tienen en cuenta aspectos biológicos y geomorfológicos del cauce, y en que establecen en algunos casos un caudal invariable en el tiempo, lo cual no refleja las necesidades de todos los interesados.

Ante la ausencia de estudios más específicos que evalúen los requerimientos del ecosistema y de sus componentes, surgen varias propuestas de esta metodología, entre las que destacan las siguientes:

- Porcentaje fijo del caudal medio interanual: como su nombre lo indica, el caudal ecológico obtenido a partir de este método representa sólo un porcentaje del caudal medio interanual y es constante a lo largo del año, por lo cual conviene llamarlo caudal mínimo en lugar de caudal ecológico.
- El caudal medio del mes más crítico para el metabolismo de los organismos acuáticos, con frecuencia el caudal del mes de agosto (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos).
- En España, la Dirección General de Obras Hidráulicas fijó como caudal mínimo permanente 10% del caudal medio interanual, criterio similar al adoptado en Colombia en el Proyecto de Ley 365 de 2005, conocida como Ley de Aguas.

En la subcuenca del Pixquiac no existen estudios específicos que permitan valorar las necesidades de agua requeridas para el funcionamiento del ecosistema y la sobrevivencia de sus componentes biológicos (flora y fauna acuática), por lo que se decidió calcular el caudal mínimo como un porcentaje (10%) del caudal medio anual, el cual corresponde al volumen de agua que escurre superficialmente sumado al que se infiltra, que se estima en 125,716.45 millones de litros anuales. El 10% de este volumen es de 12,571.65 millones de litros como caudal mínimo promedio anual para la subcuenca o caudal ecológico.

El cuadro 10 contiene los valores promedio mensuales de la escorrentía superficial, infiltración, caudal (que resulta de la suma de los dos anteriores) y el estimado del caudal mínimo obtenido, como se explicó anteriormente. Este último valor se calcula para el caudal promedio anual, dado que no es posible determinarlo mensualmente, los caudales remanentes solo son válidos en la estimación anual; es decir, que al año hay un caudal remanente de 113,144.81 MI/seg. Es importante aclarar, además, que a este caudal remanente debe sustraérsele el agua que se extrae para abastecer a las ciudades de Xalapa y Coatepec, además de la que se utiliza en las localidades rurales (valores que desconocemos en su totalidad) para estimar realmente la cantidad de agua que permanece en el caudal después de la extracción, considerando el caudal mínimo o ecológico.

## Paisajes geoecológicos de la subcuenca

El concepto de paisaje geoecológico utilizado en este estudio coincide con el concepto de Bollo Manent et al. (2007) basados en Mateo (2002), quienes plantean que los paisajes físico-geográficos son “un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona en la interfase naturaleza-sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales”.

En síntesis, la ventaja de usar esta forma de integración de los componentes del medio natural es que los paisajes físico-geográficos tienen una estructura ordenada taxonómicamente que permite integrar en el espacio las características del medio natural con las modificaciones generadas por las actividades humanas, por lo que son una opción de representación espacial óptima como insumo para el manejo integral de cuencas, ordenamiento ecológico o gestión ambiental (Priego *et al.*, 2006). Estas unidades son relevantes a la hora de definir las acciones programáticas en la cuenca.

Para la construcción de los paisajes geoecológicos de la subcuenca del río Pixquiac se utilizaron tres niveles jerárquicos, cada uno con diferentes características taxonómicas (véase cuadro 11). Estos se definen a partir de los componentes más estables y generales (clima), pasando por los tipos de rocas y las formas del relieve, hasta llegar a los menos estables, caracterizados por una tasa de cambio más alta en el tiempo (vegetación y uso del suelo). En nuestro caso, en el primer nivel se utilizaron los tipos de climas. En el nivel jerárquico intermedio se usan

**Cuadro 10. Estimaciones para caudal ecológico en la subcuenca del río Pixquiac. (Elaboración propia de acuerdo al método descrito)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Escorrentía superficial	1,921.14	1,368.06	297.52	4,233.45	2,236.31	23,403.05	18,708.12
Infiltración	884.39	1,202.55	234.88	345.86	913.71	2,849.57	3,640.43
Caudal	2,805.53	2,570.62	532.40	4,579.31	3,150.02	26,252.63	22,348.54
Caudal mínimo							
Caudal remanente							

	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Escorrentía superficial	19,412.26	22,058.80	71,496.94	2,913.61	1,806.29	101,698.21
Infiltración	2,374.99	5,999.49	3,383.67	1,357.59	831.12	24,018.25
Caudal	21,787.25	28,058.29	74,880.61	4,271.20	2,637.41	125,716.45
Caudal mínimo						12,571.65
Caudal remanente						113,144.81

**Cuadro 11. Niveles jerárquicos para la construcción del mapa de paisajes geocológicos**

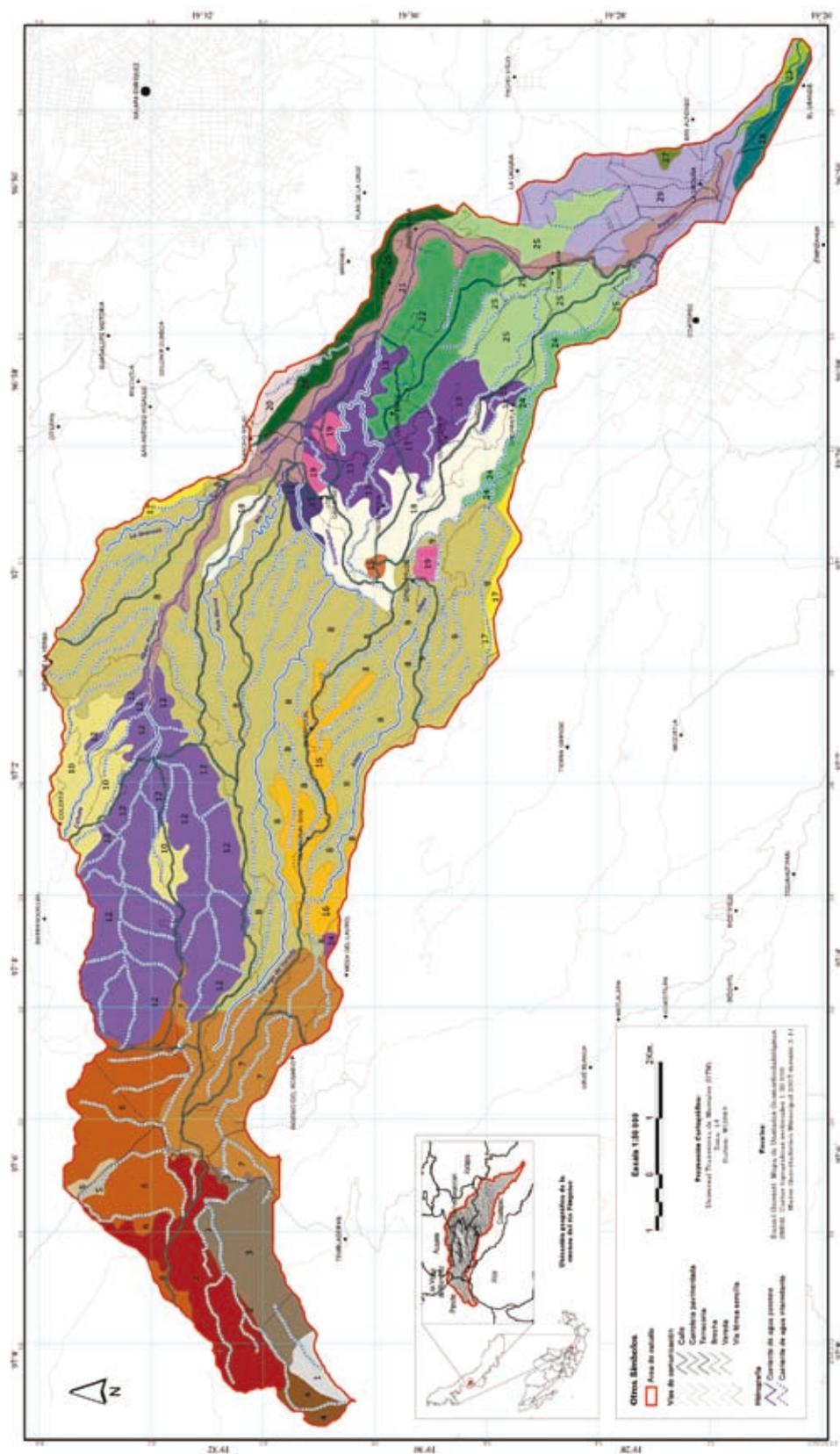
Primer nivel jerárquico: (3 unidades)	Tipo de clima: Clima templado semifrío Clima templado húmedo Clima semicálido templado
Segundo nivel jerárquico: (28 unidades)	Relieve (topoformas) Tipo de roca.
Tercer nivel jerárquico: (29 unidades)	Pendiente Grado de humedecimiento del paisaje Tipo de suelo Vegetación y usos del suelo

como índices-diagnóstico los tipos del relieve y rocas, y en el tercero, el grado de inclinación de las pendientes y de humedecimiento del paisaje, los tipos de vegetación y usos del suelo, y los tipos de suelos.

A partir de estos niveles e índices diagnóstico se obtuvieron 28 paisajes intermedios de los cuales solo uno (VIII) se subdivide a su vez en dos paisajes, para finalmente obtener 29 paisajes geocológicos de la subcuenca del río Pixquiac.

La figura 16 presenta los resultados en el mapa de paisajes geocológicos de la subcuenca del río Pixquiac. La leyenda correspondiente se presenta en el cuadro 12.

Figura 16. Mapa de Paisajes Geocológicos de la subcuenca del río Pixiquiac





## Cuadro 12. Paisajes geo-ecológicos de la subcuenca del río Pixquiac

<b>A. Paisaje con clima templado semifrío</b>
I Laderas de montaña de modelado de disección y glaciar, con cubierta delgada de cenizas sobre andesita (Pleistoceno inferior), medianamente intemperizada. 1. Pendiente moderada a fuerte, húmeda o medianamente húmeda, con bosque cerrado, bosque abierto, sobre andosol úmbrico.
II Laderas de montaña con modelado de disección, con cubierta de espesor variable de cenizas sobre brecha volcánica (avalancha rocosa) del pleistoceno superior medianamente intemperizada. 2. Pendiente suave, medianamente húmeda, con bosque cerrado, bosque abierto, pastizal, sobre andosol úmbrico.
III Laderas de montaña con modelado de disección, con cubierta espesa de cenizas y bloques, intemperizada y consolidada (Pleistoceno medio a superior), sobre andesita. 3. Pendiente suave, medianamente húmeda o húmeda, con bosque abierto, bosque cerrado, pastizal, sobre andosol silándico.
IV Laderas de montaña con modelado de disección, con cubierta poco espesa de cenizas con bloques y depósitos periglaciares, sobre andesita del Pleistoceno superior. 4. Pendiente moderada, húmeda o medianamente húmeda, con bosque cerrado, bosque abierto, sobre andosol úmbrico.
V Planicie estructural, con cubierta poco espesa de cenizas y bloques, intemperizada (Pleistoceno superior), sobre andesita muy intemperizada (plioceno-pleistoceno inferior). 5. Pendiente suave, medianamente húmeda, con pastizal, bosque cerrado, bosque abierto, sobre andosol úmbrico.
VI Meseta poco ondulada, con cubierta delgada de cenizas sobre andesita (Plioceno-Pleistoceno inferior), muy intemperizada. 6. Pendiente suave, medianamente húmeda o muy húmeda, con bosque cerrado, pastizal, bosque abierto, matorral, agricultura indiferenciada, sobre andosol úmbrico.
VII Meseta poco ondulada, con cubierta espesa de cenizas y bloques sobre andesita del Pleistoceno medio. 7. Pendiente suave, medianamente húmeda o húmeda, con bosque cerrado, pastizal, bosque abierto, agricultura indiferenciada, matorral, zona urbana-rural, sobre andosol úmbrico.
<b>B. Paisaje con clima templado húmedo</b>
VIII Laderas de montaña con modelado de disección, con cubierta de espesor variable de cenizas no estratificadas sobre andesita. 8. Pendiente moderada a fuerte, húmeda o medianamente húmeda, con bosque cerrado, pastizal, bosque abierto, acahual cerrado, matorral, agricultura indiferenciada, agricultura de caña, sobre andosol úmbrico.

**Cuadro 12. Continúa**

<b>B. Paisaje con clima templado húmedo</b>
9. Pendiente suave a moderada, húmeda o medianamente húmeda, con acahual cerrado, pastizal, bosque cerrado, agricultura indiferenciada, cafetal a sombra, acahual abierto, zona urbana-rural, sobre andosol úmbrico.
IX Laderas de montaña con modelado de disección, con cubierta espesa de cenizas estratificadas e intemperizadas (Pleistoceno superior) sobre andesita muy intemperizada. 10. Pendiente moderada a fuerte, húmeda o muy húmeda, con bosque cerrado, pastizal, bosque abierto, acahual cerrado, sobre andosol úmbrico.
X Laderas de montaña con modelado de disección, con cubierta espesa de cenizas estratificadas sobre flujo de cenizas y bloques (pleistoceno superior). 11. Pendiente suave a moderada, medianamente húmeda, con pastizal, bosque cerrado, acahual cerrado, agricultura de caña, agricultura indiferenciada, sobre andosol úmbrico.
XI Barranca en forma de V, con cubierta delgada de cenizas sobre andesita (Plioceno-Pleistoceno inferior), muy intemperizado. 12. Pendiente fuerte a muy fuerte, muy húmeda o húmeda, con bosque cerrado, matorral, pastizal, bosque abierto, agricultura indiferenciada, acahual cerrado, sobre leptosol ándico.
XII Lomerío ondulado con barrancas, con modelado de disección, con cubierta poco espesa de cenizas estratificadas sobre flujo de cenizas y pómez. 13. Pendiente moderada, medianamente húmeda, con acahual cerrado, cafetal a sombra, agricultura indiferenciada, pastizal, zona urbana-rural, bosque abierto, acahual abierto, sobre andosol úmbrico.
XIII Cono monogenético desgastado, con cubierta de espesor variable (1-2 m) de cenizas sobre derrame de basalto de olivino (Holoceno). 14. Pendiente moderada a fuerte, húmeda, con bosque cerrado, bosque abierto, agricultura indiferenciada, sobre andosol úmbrico.
XIV Cono monogenético parcialmente desgastado, con cubierta delgada de cenizas (< 1 m) sobre escorias basálticas de cono (Holoceno). 15. Pendiente moderada, medianamente húmeda, con agricultura indiferenciada, acahual cerrado, sobre andosol úmbrico.
XV Meseta ondulada, con cubierta de espesor variable de cenizas no estratificadas sobre andesita. 16. Pendiente suave a moderada, húmeda, con pastizal, bosque cerrado, bosque abierto, agricultura indiferenciada, matorral, acahual cerrado, sobre andosol úmbrico.
XVI Meseta ondulada, con cubierta espesa de cenizas estratificadas sobre andesita intemperizada. 17. Pendiente suave a moderada, húmeda o medianamente húmeda, con acahual cerrado, agricultura indiferenciada, pastizal, bosque cerrado, bosque abierto, cafetal a sombra, sobre andosol úmbrico.

## Cuadro 12. Continúa

<b>B. Paisaje con clima templado húmedo</b>
XVII Meseta poco ondulada, con cubierta espesa de cenizas estratificadas sobre andesita intemperizada.
18. Pendiente suave, medianamente húmeda o húmeda, con agricultura indiferenciada, pastizal, cafetal a sombra, bosque cerrado, acahual cerrado, zona urbana-rural, bosque abierto, acahual abierto, sobre andosol úmbrico.
XVIII Meseta plana, con cubierta espesa de cenizas estratificadas e intemperizadas, sobre flujo de cenizas y pómez.
19. Pendiente suave, medianamente húmeda o húmeda, con agricultura indiferenciada, pastizal, acahual cerrado, zona urbana-rural, sobre andosol úmbrico.
XIX Meseta plana, con cubierta espesa de cenizas estratificadas sobre andesita intemperizada.
20. Pendiente suave, medianamente húmeda, con plantación, pastizal, zona urbana-rural, acahual cerrado, bosque cerrado, agricultura indiferenciada, sobre andosol úmbrico.
<b>C. Paisaje con clima semicálido templado</b>
XX Planicie fluvial de fondo de valle, plana, con depósito fluvial de fondo de valle con bloques.
21. Pendiente suave, medianamente húmeda o ligeramente húmeda, con cafetal a sombra, zona urbana, pastizal, bosque abierto, bosque cerrado, agricultura indiferenciada, agricultura de caña, acahual cerrado, zona urbana-rural, suelo desnudo o minas de arena, sobre fluvisol úmbrico.
XXI Laderas de montaña y elevaciones menores, con modelado de disección, con cubierta poco espesa de cenizas sobre caliza en estratos inclinados (ks).
22. Pendiente moderada a fuerte, medianamente húmeda, con cafetal a sombra, pastizal, acahual cerrado, suelo desnudo o minas de are, zona urbana-rural, agricultura indiferenciada, bosque abierto, zona urbana, sobre leptosol lítico.
XX Barranca en forma de V, con cubierta delgada de cenizas sobre andesita (pleistoceno inferior), medianamente intemperizada.
23. Pendiente fuerte, medianamente húmeda o ligeramente húmeda, con cafetal a sombra, agricultura de caña, sobre leptosol ándico.
XXIII Lomerío ondulado con barrancas, con modelado de disección, con cubierta delgada de cenizas no estratificadas sobre brecha volcánica muy intemperizada.
24. Pendiente moderada, medianamente húmeda o húmeda, con cafetal a sombra, pastizal, agricultura indiferenciada, acahual cerrado, sobre acrisol ándico.
XXIV Lomerío ondulado y redondeado, con modelado de disección, con cubierta espesa de cenizas estratificadas sobre flujo de cenizas y pómez (poco consolidado).

## Cuadro 12. Continúa

B. Paisaje con clima templado húmedo
25. Pendiente suave, medianamente húmeda o ligeramente húmeda, con cafetal a sombra, pastizal, suelo desnudo o minas de are, zona urbana, agricultura indiferenciada, agricultura de caña, acahual abierto, sobre andosol úmbrico.
XXV Lomerío alargado con modelado de disección, con cenizas poco espesas sobre brecha volcánica muy intemperizada, sobre andesita muy intemperizada.
26. Pendiente suave a moderada, medianamente húmeda, con cafetal a sombra, zona urbana, acahual cerrado, bosque cerrado, pastizal, bosque abierto, agricultura indiferenciada, suelo desnudo o minas de arena, zona urbana-rural, sobre acrisol háplico.
XXVI Cono monogenético poco desgastado, con cubierta delgada de cenizas (< 1 m) sobre escorias basálticas de cono (Holoceno).
27. Pendiente moderada, medianamente húmeda o ligeramente húmeda, con cafetal a sombra, cafetal a sol, agricultura de caña, sobre leptosol lítico.
XXVII Meseta poco ondulada, con cubierta delgada de cenizas no estratificadas sobre andesita muy intemperizada en parte superior.
28. Pendiente muy suave a suave, ligeramente húmeda o medianamente húmeda, con cafetal a sombra, agricultura de caña, zona urbana, agricultura indiferenciada, sobre acrisol úmbrico.
XXVIII Meseta poco ondulada, con cubierta delgada de cenizas no estratificadas sobre flujo de cenizas y pómez.
29. Pendiente muy suave a suave, ligeramente húmeda o medianamente húmeda, con cafetal a sombra, zona urbana, agricultura de caña, pastizal, agricultura indiferenciada, cafetal a sol, acahual cerrado, sobre acrisol úmbrico.

## Delimitación de zonas prioritarias en la subcuenca del río Pixquiac

Conforme avanzamos en el proceso de análisis expuesto, identificamos la necesidad de elaborar un mapa de zonas prioritarias utilizando los resultados del balance hidrológico, el tipo de vegetación y cobertura del suelo, y la delimitación de los paisajes geocológicos. Esta zonificación sería la base para recomendar acciones de conservación, restauración o manejo regulado relacionado con los servicios ambientales hidrológicos.

En este apartado se presenta la metodología utilizada para este tipo de calificación y ponderación. El enfoque se identifica más con un criterio de equilibrio natural que con uno antropogénico de manejo y uso del recurso, por lo que estos

resultados preliminares deberán evaluarse posteriormente considerando las condiciones sociales y productivas de estas áreas.

La definición de áreas prioritarias para los programas gubernamentales de pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH) que buscan la permanencia de las superficies boscosas, se ha basado en el criterio de cubierta forestal igual o mayor al 80% de la superficie, en su localización en zonas críticas para la recarga de acuíferos, porque están sobreexplotadas o en zonas con aguas superficiales donde existen problemas de escasez, de calidad del agua, de sedimentos o de riesgo por desastres hidrológicos, además por su abastecimiento de agua a centros poblacionales mayores a 5,000 habitantes (CONAFOR, 2004). En la práctica las áreas elegibles bajo este criterio se han determinado a escala nacional, sin que se haya hecho un análisis minucioso para priorizar las áreas de pago tomando en cuenta la relación entre la superficie con cobertura forestal, los componentes que intervienen en el ciclo del agua y su comportamiento particular a nivel local.

En este sentido, la metodología utilizada para la subcuenca del río Pixquiac nos permite ser más selectivos y menos discrecionales en la determinación de estas zonas prioritarias. La hipótesis subyacente es que la fragilidad del medio físico es un factor fundamental para la identificación de las áreas que requieren acciones de conservación de la cubierta forestal o para la restauración de zonas degradadas por el cambio de uso del suelo o por eventos naturales.

Para determinar las zonas prioritarias desde el punto de vista hidrológico se utilizaron como indicadores sintéticos algunos componentes de los paisajes geocológicos que se relacionan directamente con la fragilidad del medio físico de la subcuenca. De esta manera, se integraron en un análisis los diferentes niveles de disección horizontal y disección vertical (índices morfométricos) presentes en la subcuenca; es decir, se incorporó la presencia, dirección y profundidad de las cañadas o barrancas. Además se consideraron como otros factores de la fragilidad las magnitudes de la precipitación y la interrelación de estos factores con la energía del agua en su paso por la subcuenca. Finalmente, se introduce como un elemento fundamental la presencia o no de una cobertura vegetal y las características de ésta, agrupadas principalmente en dos categorías: con vegetación natural o con usos productivos y urbanos.

Para comprender este enfoque, y lo que significan las diferentes unidades y los índices morfométricos que expresan su impacto, nos remitimos a los criterios básicos del ciclo del agua como un proceso que integra todos los componentes del

sistema natural, donde observamos al agua más que como un recurso económico, como un elemento natural regionalmente renovable, además de un bien común en constante circulación dentro de este ciclo planetario; es decir, la molécula de agua que cayó en un monzón en Tokio probablemente pueda estar en nuestro vaso de agua unas semanas después.

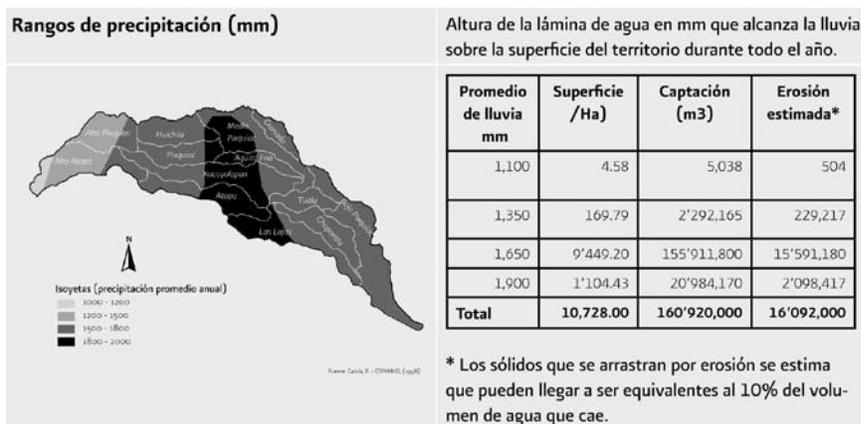
El agua que se eleva del Golfo de México y el océano Atlántico, en virtud del calentamiento solar, es transportada en forma de vapor de agua por efecto de la circulación atmosférica, y por condensación es depositada en forma de lluvia, en el caso particular de esta región continental ocupada por la subcuenca del río Pixquiac. En este proceso de mover grandes cantidades de agua, además se libera una gran cantidad de energía modeladora del territorio, dando lugar a los procesos hidromórficos (físicos y químicos), e influyendo también en la formación del clima regional y, de manera relevante, en nuestra vida y cultura.

En el ciclo hidrológico explicado hasta este momento intervienen factores climáticos de tipo global que ocurren en ciclos anuales o hiperanuales, y pueden sufrir variaciones de uno a otro periodo; están influenciados, entre otros procesos, por lo que hoy en día denominamos “efectos del cambio climático global”, sobre los cuales sólo podemos tener una influencia parcial; sin embargo, a nivel local nuestras intervenciones en este ciclo pueden ser de un mayor impacto (negativo o positivo).

Desde el momento en que el agua se condensa y cae, es conducida a través del territorio de la subcuenca por efecto de la fuerza de gravedad, donde recibe y a su vez entrega características de manera mucho más directa y consecuente con nuestras formas de administrar el uso de nuestro entorno inmediato; es en este momento cuando debemos empezar a considerar no solo cantidades sino además cualidades. Así, el agua circula a través de este sistema dando y recibiendo información al y desde el entorno, no sólo circulando por los cauces de los ríos sino a través, por dentro y por fuera de todo el sistema; es decir, de la capa de aire inmediata a la superficie terrestre, que llamamos troposfera cercana, de la cubierta vegetal, la fauna, los suelos, las rocas que subyacen, nuestras casas, la infraestructura carretera, nosotros mismos, etcétera.

Los modelos que intentan interpretar el ciclo natural del agua para la toma de decisiones deben considerar todos los componentes o elementos del medio ambiente, incluyéndonos a nosotros mismos como cauces conductores del agua. Sólo de esta manera podemos llegar a interpretar consecuentemente este ciclo que no sólo involucra al agua, sino a toda la naturaleza, que es donde este elemento juega un papel preponderante.

Figura 17. Evaluación de los rangos de precipitación para la fragilidad para la subcuenca del río Pixquiac. Elaboración propia a partir de mapas INEGI.



Con este sentido de integralidad podemos determinar lugares y momentos críticos de este ciclo ambiental, y así decidir dónde se debe propiciar el apoyo a ciertas formas de uso de los recursos que favorezcan el equilibrio del sistema a través de lo que llamamos “pago o compensación por servicios ambientales”. En este sentido, en nuestra experiencia en la subcuenca del río Pixquiac utilizamos modelos que describen el paisaje utilizando índices-diagnóstico<sup>11</sup> que integran la información del medio natural, y a través de ellos podemos describir dinámicas naturales complejas que ocurren durante el paso del agua por este territorio.

De esta forma podemos observar que el paisaje adquiere características especiales como resultado del efecto sinérgico del paso del agua, como es el caso de las formas del relieve, mismas que se pueden describir mediante valores numéricos morfométricos utilizables en fórmulas matemáticas para la modelación de dinámicas naturales que dan lugar a estas formas del relieve. En el caso de las formas del relieve, es importante considerar que son el resultado de múltiples efectos físicos y químicos que tienen lugar a través de la historia geológica. Es decir, que cuando utilizamos valores morfométricos en un modelo para describir dinámicas, estamos incorporando en el análisis todos los eventos relacionados

1.1 De acuerdo con Mateo (2002) los índices diagnósticos que sirven para diferenciar las estructuras paisajísticas a distintas escalas y ello permite que los paisajes sean de gran utilidad en la planificación ecológica del territorio (Mateo, 2002; Priego et al., 2006).

con el agua que ocurren de manera primordial para que tenga lugar la morfogénesis de un sitio.

## Elementos de análisis de la fragilidad del medio físico

Como se ha expuesto a lo largo de este capítulo, las mayores precipitaciones tienen lugar en la zona media de la subcuenca, principalmente en las microcuencas de Las Lajas, Atopa, Xocoyolapan, Agüita Fría, Medio Pixquiac, Pixquiac y Huichila, mismas que reportan promedios de 1,650 a 1,900 mm (figura 17). Estas son las microcuencas más cinceladas por el efecto de las precipitaciones ya que reciben una cantidad mayor de energía por la caída del agua, por lo que los efectos en el arrastre de los suelos serán más pronunciados. De la misma manera se puede observar que la precipitación resulta menor en la zona alta de la subcuenca, por lo que podemos esperar en contraposición una menor erosión y arrastre de sedimentos. Al utilizar los promedios de precipitación directamente relacionados en la fórmula del modelo que establece las prioridades de atención, le estamos dando mayor importancia a las superficies dentro de la subcuenca donde impactan los mayores niveles de precipitación. En la figura 17 se estima la cantidad anual de suelo que puede perderse en la subcuenca del río Pixquiac, a causa del efecto de la lluvia, un mínimo de dieciséis mil (16,000) millones de metros cúbicos de sustrato, materia orgánica, suelo y roca.

En la figura 18 se observa que la disección horizontal predominante en la subcuenca es la clasificada como "muy suavemente diseccionada"; por su parte, la que denominamos como "ligeramente diseccionada" ( $1-2 \text{ km/km}^2$ ) es el corte que corresponde a la mayor densidad de drenaje de esta subcuenca y ocupa un área significativa de la misma (30%) distribuida por todo el territorio. La disección de tipo ligera a medianamente diseccionada prácticamente no está presente.

La disección horizontal se puede considerar como el resultado entre la fuerza física y química que ejerce la caída y la circulación del agua y la resistencia de la roca, por lo que donde más llueve y más débil es el sustrato rocoso, más profundamente se hiende el territorio formando la red de escurrimientos; esto ocurre en especial en los bordes de contactos entre rocas diferentes. Debido a las particularidades de la historia geológica, en la subcuenca encontramos barrancas profundas precisamente en la región central de la misma, donde se presentan las mayores precipitaciones, en donde el efecto del agua sobre la roca ha tenido la tendencia de privilegiar la formación de un solo cauce. Lo anterior refuerza la ne-

cesidad de utilizar también la disección vertical como parte de los factores que se analizan de forma combinada para eliminar los sesgos que inducen aisladamente cada uno de ellos.

La disección vertical es el tercer factor que se incorpora al modelo de determinación de zonas prioritarias que, como decíamos anteriormente hace sinergia con los otros dos elementos utilizados, y en especial amortigua los casos en que la disección horizontal no se comporta de manera directa con las magnitudes resultantes de priorización. Al igual que la disección horizontal, la disección vertical es resultado entre la fuerza de la precipitación y la resistencia que opone la cobertura, los suelos y las rocas. Es un resultado exponencial de estas fuerzas ya que en la medida que se pronuncia más, las pendientes resultantes hacen que sea mayor su efecto.

Se puede observar en la figura 19 que la mayor disección vertical se ubica en la zona central de la subcuenca, haciéndose menor hacia los extremos, por lo que en este caso encontramos una relación directa con la precipitación.

**Figura 18. Evaluación de los rangos de disección horizontal para la fragilidad para la subcuenca del río Pixiquiac. (Elaboración propia, de acuerdo al método descrito)**

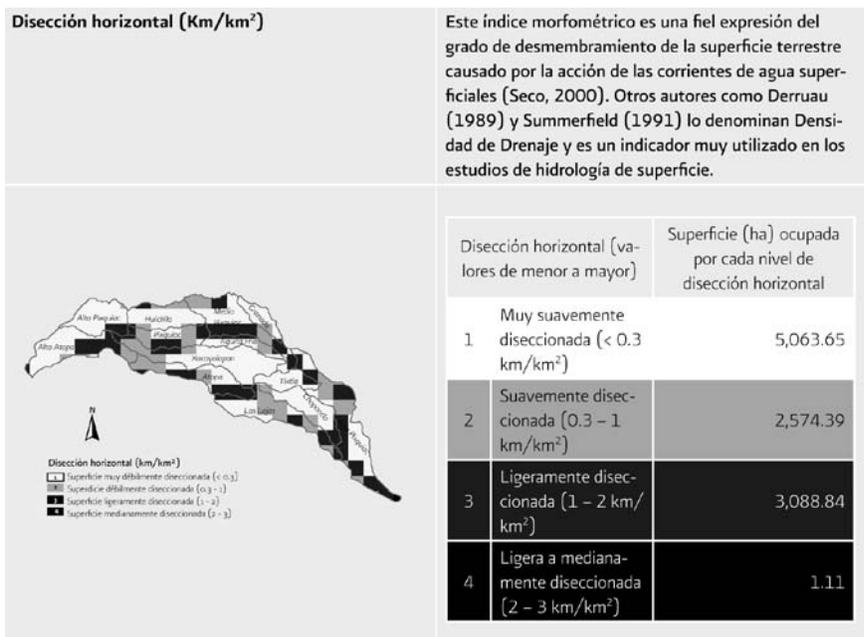
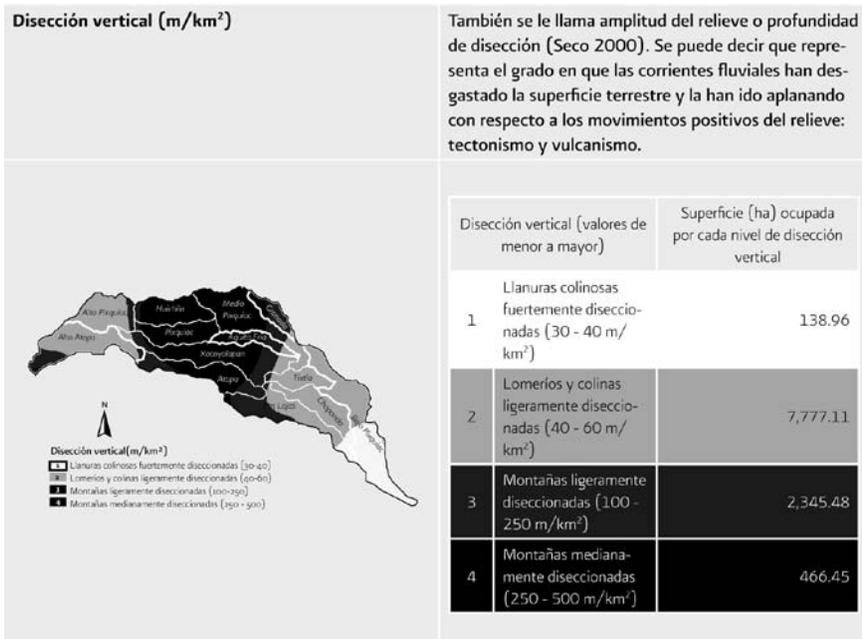


Figura 19. Evaluación de los rangos de disección vertical para la fragilidad para la subcuenca del río Pixquiac. (Elaboración propia, de acuerdo al método descrito)



## Integración de los componentes para la determinación de las zonas prioritarias

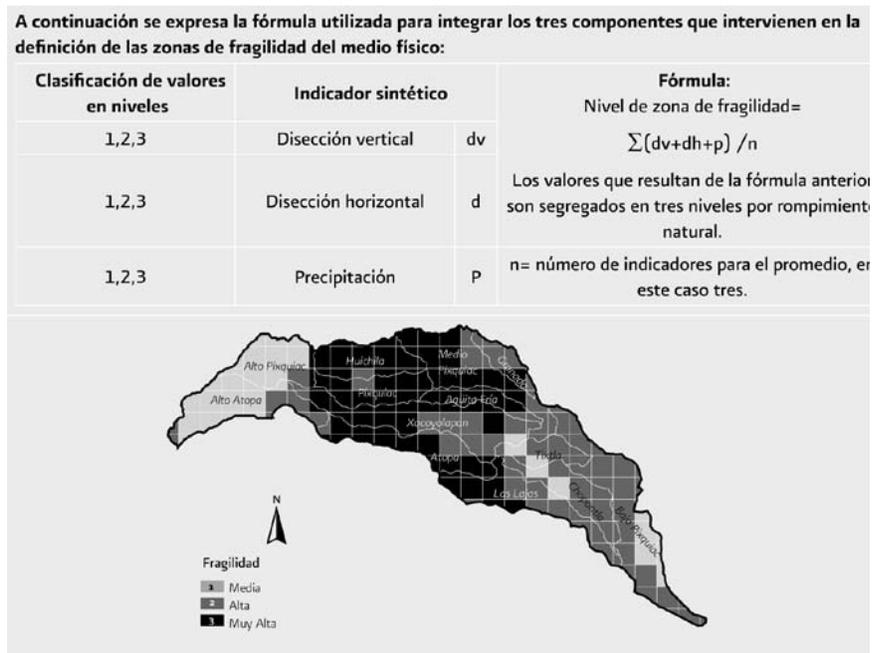
Como primer paso para determinar las zonas prioritarias, cada uno de los factores del medio físico descritos anteriormente se clasificó en cuatro niveles de acuerdo a su magnitud; posteriormente se cruzaron las capas de información en el programa ArcView 3.2 y se promediaron los valores resultantes. El resultado así obtenido se clasificó a su vez en tres niveles y se convirtió en una nueva capa cartográfica (*shape file*), que se muestra a continuación como la determinación de las zonas de fragilidad del medio físico. El mapa muestra la distribución espacial del cruce de estos tres parámetros, dentro de la subcuenca (figura 20).

El rango de mayor prioridad por fragilidad se distribuye en la región central de la subcuenca, donde se encuentran las microcuencas con mayor disección vertical y volúmenes de precipitación. En estas microcuencas se identifica la mayor fragilidad

geocohidrológica, y donde potencialmente tiene lugar la mayor pérdida de suelos. Es en estos sitios donde el agua circula con mayor velocidad (energía) buscando la salida hacia el mar.

Estos resultados explican de manera sintética la forma en que el agua ha modelado la subcuenca con diferentes magnitudes de energía, dándole forma al relieve. En este sentido, donde mayor es el valor, mayor es la energía con la que el agua ha cincelado el territorio y por tanto consideramos que será mayor la fragilidad. A partir de este criterio, el valor de prioridad en la atención deberá seguir esta misma jerarquía; es decir, estos tres niveles dan como resultado directamente niveles de prioridad para la toma de decisiones hacia dónde orientar la atención de las políticas públicas, particularmente las referidas a servicios ambientales, pero no restringidas a éstas. En otras palabras, los territorios más frágiles desde el punto de vista del medio físico son aquéllos donde la pérdida potencial de suelo puede ser mayor y donde el agua que cae por precipitación escurre con mayor velocidad.

Figura 20. Evaluación de los niveles de fragilidad del medio físico para la subcuenca del río Pixquiac (Elaboración propia, de acuerdo al método descrito)



En este sentido, es importante recordar lo que ha sucedido a través del tiempo en el funcionamiento de la subcuenca: como efecto de la deforestación histórica y los cambios en la permeabilidad del suelo dados por los diferentes usos de suelo agropecuarios, y más recientemente los urbanos, el sistema hidrológico se ha hecho de respuesta cada vez más rápida y torrencial a nivel superficial, o sea que el agua permanece cada vez menos tiempo en el sistema, arrastrando mayores cantidades de suelo al escurrir libremente sin que nada la retenga.

Así, el modelo de cuenca hipotética ideal que se propone en este caso, buscando el mayor equilibrio del sistema, es una donde el agua captada permanezca la mayor cantidad de tiempo posible dentro de sus límites, aportando a la región los beneficios de los procesos naturales fundamentales que tienen lugar sólo en presencia de la cantidad y calidad suficiente de este vital recurso.

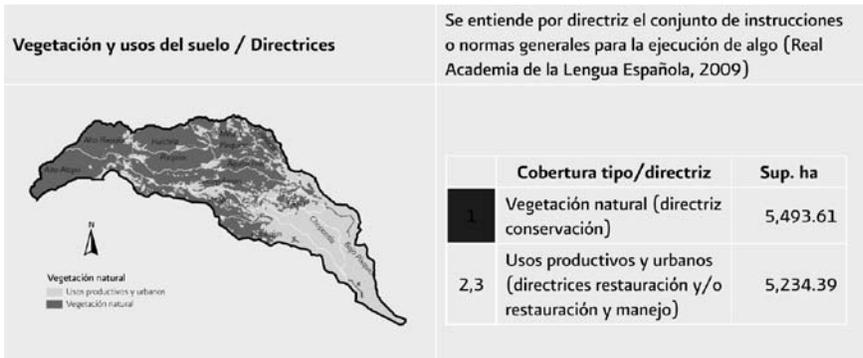
Con esto nos referimos a los efectos del paso del agua a través de la troposfera cercana, el suelo, la vegetación, la fauna y nosotros mismos, por la red hidrológica, y reafirmamos el criterio de que el tiempo de circulación del agua a través de los diferentes componentes del sistema resulta un factor clave en la calidad de la misma y en sus efectos sobre los procesos naturales, incluyendo el bienestar humano.

Una vez determinadas las zonas de fragilidad del medio físico a partir de los criterios descritos, el siguiente nivel de análisis se realizó considerando la cobertura de vegetación y usos del suelo (figura 21), misma que se agrupa en dos grandes categorías: con vegetación natural (en diferentes estados sucesionales) y sin vegetación natural (usos agropecuarios, asentamientos humanos rurales, semiurbanos y urbanos).

En la fase final del proceso de delimitación de las zonas prioritarias se dividió la subcuenca en cuadrículas de 1 km<sup>2</sup> y en cada cuadrícula se conjuntaron los indicadores (fragilidad y vegetación). A partir de las características que se agruparon en cada una de las celdas de la cuadrícula se llevó a cabo la priorización por criterio de expertos utilizando una matriz de doble entrada; i) la directriz hacia donde se propone orientar los trabajos e inversión en conservación, restauración y/o buenas prácticas, y ii) el rango de prioridad que va de medio a muy alto (figura 22).

A partir de la carta de vegetación y usos del suelo elaborada en este proyecto, se consideró que en las áreas donde existe vegetación natural (bosques en diferentes etapas), la directriz para orientar las acciones debe enfocarse hacia la conservación de las características físico-biológicas del área, mientras que en aquellos lugares donde los usos productivos y urbanos han modificado la cubierta forestal original, la directriz se inclinará hacia acciones de restauración, o bien de manejo regulado.

Figura 21. Directrices en función del tipo de cobertura vegetal y usos del suelo. Elaboración propia, de acuerdo al método descrito

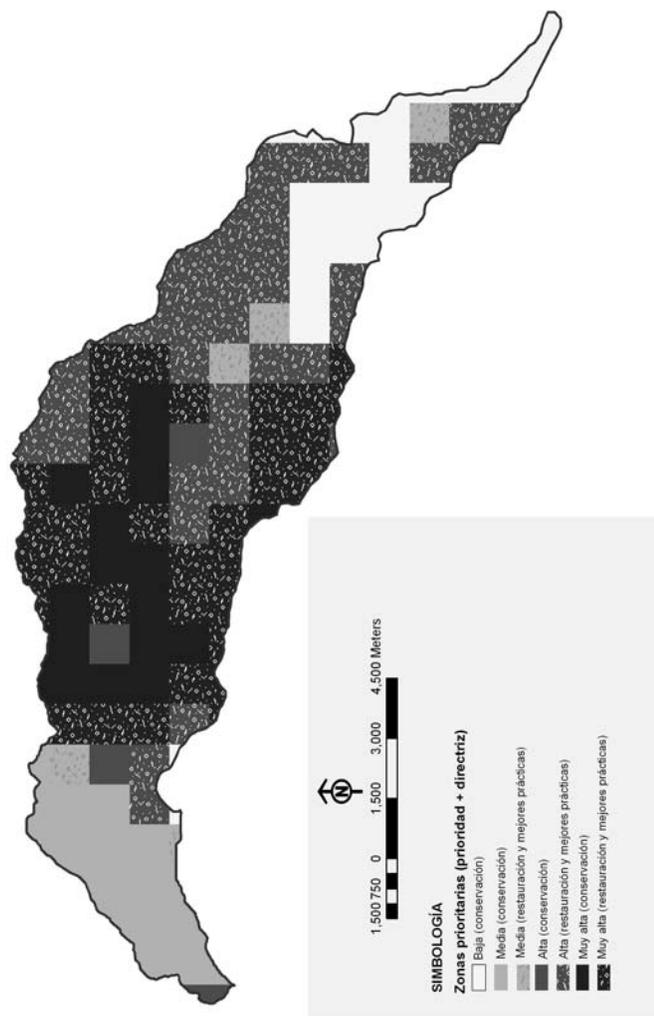


Cuando hablamos de conservación proponemos favorecer usos que en lo fundamental no compitan con las coberturas naturales, y permitan que el sistema mantenga su equilibrio, como por ejemplo UMAS (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre), ecoturismo, reservas ejidales, manejo sustentable de recursos maderables y no maderables. Por restauración se entienden usos que permitan al sistema natural retornar en lo posible a formas disminuyan los riesgos de la fragilidad, por ejemplo introducir mejores prácticas ganaderas y agrícolas, reforestación, regeneración natural y recuperación de suelos.

Las superficies reconvertidas a uso urbano (infraestructura, servicios y vivienda), si bien difícilmente pueden coexistir con el sistema natural, sí pueden sujetarse a medidas de mitigación de impactos como el terraceo de superficies, desazolvamiento de cauces, aunadas a la captación de agua de lluvia e infiltración de los excedentes al manto, el aumento de la superficie de los patios, parques y áreas verdes con usos no solamente recreativos sino además productivo agrícola y educativo, y el tratamiento in situ de las aguas residuales y residuos sólidos en el sitio donde se producen, sin bombeo ni exportación a cuencas vecinas.

Por ejemplo, la zona alta de la subcuenca aparece en un área de prioridad media, con una directriz predominante de conservación y con algunas partes para restauración. La prioridad media en esta zona se debe a que, a pesar de que ahí nacen los ríos y sus cauces son inestables, el relieve es poco abrupto y presenta cobertura forestal por lo que no es una zona muy frágil ante eventos naturales o antrópicos. En cambio en la zona media la prioridad va de alta a muy alta, porque tiene barrancas con fuertes pendientes y concentra la mayor precipitación, lo que la hace más susceptible a sufrir modificaciones en el funcionamiento del sistema producto de

Figura 22. Zonas prioritarias de la subcuenca del río Pixquiac. Elaboración propia, de acuerdo al método descrito



las actividades humanas. Es de tomar en cuenta que en el límite inferior de la zona media se encuentran una caja de agua y tres presas derivadoras, por lo que se trata de un área importante para asegurar la calidad del agua que reciben los usuarios.

El resultado de los estudios que integran este capítulo es la culminación de cuatro años de trabajo, donde se logró reunir y desarrollar una base de información amplia de diversos temas sobre los sistemas natural y socioeconómico para la subcuenca, con el fin principal de encauzar la toma de decisiones basada en conocimientos sobre el territorio de la misma. Sin embargo, aún falta trabajo por hacer ya que este primer modelo de ZP (o matriz de directrices en zonas prioritarias) requiere contrastarse con los elementos que surgen del estudio de la dinámica de la vegetación (como son los cambios activos, o en peligro de uso del suelo y la estabilidad de los mismos), así como con los factores y condicionantes sociales y económicos que se generan de las diferentes intensidades de uso y apropiación de los recursos naturales para cada una de las zonas de la subcuenca. A su vez, este modelo tendrá que socializarse y ser valorado por los propietarios para ser usado como marco de referencia por los diferentes tomadores de decisiones que interactúan en este espacio geográfico, entre los cuales están CONAGUA, CONAFOR, los organismos municipales operadores del agua, y los ayuntamientos, entre otros. El modelo de ZP, al igual que los procesos que se llevan a cabo en la subcuenca del río Pixquiac, tendrá que ajustarse incorporando elementos de prioridad aportados por otros actores, esperando finalmente contar con una herramienta útil y replicable para experiencias similares.

Una primera conclusión del análisis del medio natural que culmina, entre otros aspectos, con la delimitación de las zonas prioritarias por fragilidad y las directrices propuestas para éstas, tiene que ver con la "obligatoriedad" de utilizar estos resultados por parte de los tomadores de decisiones, lo cual evidentemente no es el caso. Este proceso nos ha mostrado la ausencia de voluntad y corresponsabilidad que existe en la mayor parte de los funcionarios responsables de atender estos asuntos. Lo anterior nos ha llevado a considerar que un aspecto importante del proceso de cogestión integral de esta subcuenca pasa por la necesidad de elaborar el ordenamiento ecológico del territorio, ya que éste es el único instrumento de planeación participativa territorial que se encuentra respaldado jurídicamente en diversas normas federales y estatales. Es decir, que si bien un programa de cogestión integral de cuencas puede implicar un proceso de planeación incluso más amplio y detallado que un ordenamiento, éste no se encuentra reconocido por las leyes nacionales, por lo que no crea obligatoriedad hacia el cumplimiento de lo que en él se establece como programas y acciones que deben fomentarse.

## CAPÍTULO 4

# Características sociales y problemática de la subcuenca

---

Patricia Gerez, Tajín Fuentes, Georgina Vidriales Chan,  
Tarín Toledo Aceves, Karla Pérez D.

### Del paisaje natural al paisaje cultural en la subcuenca del río Pixquiac

Cuando se observa con detenimiento hacia el Cofre de Perote desde el Parque Juárez, en el centro de Xalapa, destacan en primer plano dos enormes barrancas cubiertas por densos bosques; hacia abajo de ellas donde las pendientes son más suaves, se pueden percibir numerosos fragmentos, grandes y pequeños, de bosques intercalados con parcelas de pastos ganaderos y de agricultura. Hacia arriba de las barrancas hay manchones de bosques mezclados con pastizales naturales e inducidos. La parte más baja está ocupada por cafetales de sombra, pastizales y sobre todo zonas urbanas en expansión. En conjunto estas áreas conforman la subcuenca del río Pixquiac, pero ¿cómo se conformó este paisaje socio-ambiental?

En el capítulo anterior vimos que el paisaje natural de una región está conformado, en primer término, por las características físicas correspondientes al relieve y a las condiciones climáticas regionales y locales prevalecientes; en segundo término, por los tipos de vegetación y las correspondientes especies de flora y fauna que pueden habitar en dichas condiciones, conformando así diversos ecosistemas, según sea la variabilidad topográfica y altitudinal. Finalmente, sobre esta matriz natural, físico-biológica, las distintas culturas dejan rastros de su paso modificando el paisaje.

En la región central de Veracruz, las laderas del volcán Cofre de Perote con su abrupto relieve y condiciones climáticas de gran humedad le confieren un paisaje físico distintivo. Sobre este paisaje se desarrollaron poblaciones humanas desde épocas precolombinas, los registros históricos indican que el territorio de la subcuenca ha pasado por varios momentos de ocupación y poblamiento, las que han dejado su huella sobre el paisaje.

Casi desde el inicio de la época colonial (1570), el rey Carlos IV confirió la propiedad de un predio a Pedro de Orduña, soldado de Hernán Cortés, que fuera denominado Hacienda de la Orduña (también conocida como San Pedro Buena Vista), cuyo casco se ubicó en las afueras de la ciudad de Coatepec, cerca del límite bajo de la subcuenca. Para 1807, la Hacienda La Orduña y Anexas contaba con una extensa superficie de casi 6082 hectáreas; en su territorio se incluían terrenos de los actuales municipios de Coatepec, Xalapa, Tlalnelhuayocan y Acajete, abarcando un rango altitudinal de 1200 hasta 2800 metros sobre el nivel del mar, el territorio de esta hacienda ocupaba por completo la zona baja y media de la subcuenca del Pixquiac como la hemos definido en este trabajo, su límite superior estaba demarcado por los terrenos del poblado San Salvador Acajete.

Los registros históricos indican que esta hacienda tenía básicamente dos zonas productivas. La zona baja cercana a Coatepec, de topografía suave, se dedicaba fundamentalmente al cultivo de caña desde la época colonial, después se establecieron los cafetales y la producción de cítricos (fines del siglo XIX), actividades que hasta la fecha han marcado las características del paisaje en esta parte de la subcuenca. La zona alta, sin embargo, se mantuvo fundamentalmente como un territorio forestal, sin uso agrícola evidente, pues “el carácter muy accidentado de la topografía de esta vertiente del Cofre, aunado a la casi permanente nubosidad arriba de los 2000 msnm, pudo haber constituido un freno a la colonización” (Cambrey y Lascraín, 1992). Es probable, como sucedía en las haciendas y predios vecinos de la zona alta del Cofre de Perote (Gerez Fernández, 1982; Hoffman, 1993), que aún en estas zonas alejadas e incomunicadas existieran caseríos de pastores dedicados al cuidado de cabras y borregos, puesto que la ganadería estaba ya establecida en las laderas del Cofre de Perote desde 1746, al igual que la extracción de madera, leña, carbón y tejamanil en pequeña escala (Gerez fernandez, op. cit.) que se vendían en las ciudades de la región.

A principios del siglo XIX Alejandro von Humboldt pasó por Xalapa, y como lo hicieron muchos otros viajeros de la época, destacó la existencia de “excelsos bosques de liquidámbar y sierras empinadas”; de “bosques espesísimos” (Zola, 1987). Hoffman registra que “la introducción del café y su desarrollo al final del mismo

siglo acabaron con las grandes extensiones de bosque caducifolio, las cuales ya habían sido “maltratadas” por la instalación de potreros para ganado mayor de las haciendas. La caña de azúcar, presente desde el siglo XVI, también había provocado un desmonte importante alrededor de las haciendas La Orduña, Zimpizahua y Mahuixtlán.” (Hoffman, 1993: 60); las dos últimas colindantes en el extremo sur de esta subcuenca.

Los bosques de la parte alta de Cofre de Perote fueron explotados desde la Colonia para construcción de barcos y casas; en el siglo XIX la llegada del ferrocarril demandó madera para durmientes, lo que permitió abrir áreas de aprovechamiento forestal en la zona alta de la vertiente Oeste del Cofre de Perote. Las principales abastecedoras fueron las haciendas ubicadas en esta vertiente, tal como la Hacienda Los Molinos y la Hacienda Tenex-tepec, cuyos límites iban hasta la peña del Cofre (Gerez Fernández, 1982).

No se tienen registros de cuán extensa fue esa actividad en la vertiente Este, donde se ubica la subcuenca del Pixquiac. Ya en el siglo XX, para las décadas de 1920 a 1940 se impulsó el aprovechamiento de coníferas de forma extensiva a través de contratistas particulares que instalaron aserraderos, los que con el tiempo dieron lugar a los poblados en la zona alta. Este fue el proceso de fundación de la mayor parte de los poblados en la zona alta del Cofre de Perote (Gerez Fernández, 1982; Hoffmann, 1993). La memoria histórica de los actuales habitantes confirma la información de las fuentes escritas sobre el poblamiento de la parte alta de la subcuenca, la cual estaba prácticamente deshabitada en la década de 1920:

*No había ningún pueblo en las partes altas, el poblado más cercano era Carabinas, en el actual municipio de Xico. Por esos años mis abuelos llegaron junto con mucha otra gente proveniente principalmente de las haciendas ubicadas en la zona de Libres (altiplano poblano), entraron trabajando para los aserraderos, pero luego se quedaron y solicitaron ejidos. La primera comunidad grande fundada fue la de El Conejo, de donde se desprendió posteriormente la población de Los Pescados.<sup>1</sup>*

La colonización de la parte alta del Pixquiac provino desde el valle de Perote, avanzó desde la ladera occidental y fue bajando hacia la ladera oriental, por don-

---

1 Hipólito Pérez Huerta, ejidatario de El Agua de Los Pescados, entrevistado en diciembre 2009.

de discurre la subcuenca del Pixquiac. Hacia mediados de la década de 1930 los nuevos pobladores llegaron a la parte media de la subcuenca, y se asentaron en La Vega del Pixquiac, cuyos terrenos pertenecían a la hacienda de la Orduña. Los recién llegados repoblaron esta comunidad, que ya existía pero había sido duramente reducida por las epidemias de influenza de la década de 1920. En ese sitio se detuvo el proceso de colonización que venía bajando del Cofre de Perote, ya que las tierras de más abajo estaban ocupadas por pobladores nahuas, asentados históricamente en la zona de Rancho Viejo y San Antonio en el municipio de Tlalnahuayocan:

*La familia de mis abuelos venía del rumbo de Perote, cuando llegaron a La Vega ya había gente, pero el pueblo había sido mucho más grande, había rodales de piedra (cimientos) por todas partes. Se quedaron a vivir ahí con las pocas familias que estaban ahí... Más abajo estaban las casitas de Rancho Viejo y los del Pueblo de San Antonio, pero esos hablaban mexicano (nahuatl).<sup>2</sup>*

La zona baja y media de la subcuenca estaba contenida casi por completo dentro de la hacienda de la Orduña, las comunidades rurales ahí asentadas (como la actual Colonia Cuauhtémoc), eran aparceros<sup>3</sup> de esta hacienda, mientras que el caserío que dio origen a la actual comunidad de Rancho Viejo estaba en terrenos del rancho particular llamado La Hierbabuena. Los pobladores de esta zona eran nahuas, cuyos antepasados fueron reubicados durante la Colonia a fin de concentrar la población indígena en comunidades como San Antonio y San Andrés Tlalnahuayocan. La principal actividad de estas comunidades era el tradicional cultivo de la milpa. Es interesante notar que entre los terrenos ocupados por las grandes haciendas de la vertiente Este y Oeste del Cofre de Perote, había una superficie importante de predios privados, muchos de los cuales pertenecían a pueblos indígenas prehispánicos a los que se les respetaron sus territorios. Hay registros que en esta zona media se extraían varios productos no maderables de estos bosques caducifolios o mesófilos de montaña, tal como la Raíz de Xalapa (*Ipomea*

---

2 Jacinto Hernández Sangabriel, campesino de La Vega del Pixquiac, de noventa años de edad, entrevistado el 13 de agosto de 2008.

3 Aparceros son los que tienen "a medias" tierras de un propietario es decir que las cultivan pero entregan una parte de la cosecha según lo convenido.

*purga*, figura 23), que representó un porcentaje importante de las exportaciones que salían del puerto del Veracruz (Hoffman, 1993: 63).

Figura 23. Raíz de Xalapa (*Ipomea purga*)



Tomada de: <http://www.henriettesherbal.com/plants/ipomoea/purga.html>.

De esta forma al momento de iniciar el reparto agrario, en la década de 1930, las zonas alta y media alta de la subcuenca estaban escasamente pobladas por personas de origen mestizo, cuyo reciente arribo a la región fue promovido por el aprovechamiento de los extensos recursos forestales de la región. Por otro lado, las tierras de la zona baja y media baja estaban pobladas por campesinos libres, peones de hacienda y aparceros de habla u origen nahua, dedicados al cultivo de la milpa, café y caña, así como a la ganadería mayor, vinculados a la dinámica económica de las grandes haciendas y ranchos particulares.

Las comunidades de origen nahua solicitaron y consiguieron dotaciones ejidales que dieron lugar a los actuales ejidos de San Andrés Tlalnelhuayocan, San Antonio Hidalgo y Colonia Cuauhtémoc (en la zona baja y media de la subcuenca). Los mestizos asentados en la Vega del Pixquiac fueron dotados con tierras que originaron el ejido de San Salvador Acajete (actualmente llamado San Pedro Buena Vista, en la zona media alta), mientras que los campesinos también mestizos de la zona alta obtuvieron dotaciones para conformar los ejidos de El Agua de Los Pescados, Tembladeras e Ingenio del Rosario Coatepec y Xico (zona alta). La mayor parte de las dotaciones se hicieron afectando a la hacienda de la Orduña.

En la zona alta la deforestación se aceleró marcadamente a partir del régimen de concesiones otorgadas en las décadas de 1930 y 1940 por el gobierno federal a compañías madereras particulares que o bien pagaban a los ejidos recién conformados un exiguo “derecho de monte” por la extracción de la madera; o pagaban a los nuevos propietarios de los bosques por las trozas entregadas a puerta del aserradero, el más importante en esta época era el ubicado en Las Vigas. La creación en 1937 del Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP) no logró reducir la tala, por lo que en 1952 el Gobierno federal decretó la veda forestal indefinida<sup>4</sup>. Esta medida tampoco logró frenar la deforestación, el Parque Nacional solo existió en el papel, no tenía personal ni estructura administrativa para su funcionamiento; esta situación se mantuvo durante treinta y siete años, hasta que se promovió el manejo regulado del bosque. Entre tanto la empresas madereras, como El Cofre de Perote S.A. de R.L., siguieron explotando los bosques de manera extractiva y sin permiso (Pedraza et al., 2007).

Para 1989 era evidente que la veda forestal no ayudaba a detener la extracción ilegal<sup>5</sup> y que los bosques perdían valor económico. En respuesta a esto desde la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Pesquero (SEDAP) del gobierno estatal se impulsó un Programa de Desarrollo Integral del Cofre de Perote, conocido como PRODICOP. Este programa gubernamental fue notable por dos razones, estableció una coordinación única de todas las acciones de gobierno sobre este territorio y, por vez primera en Veracruz, impulsó una política gubernamental para promover la actividad productiva de los bosques. Los objetivos de PRODICOP eran rescatar al Parque Nacional, sentar las bases para un aprovechamiento sostenido del bosque mediante estudios técnicos, capacitación y organización campesina, y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de esta región. Un elemento interesante de política pública fue la decisión de que todos los proyectos impulsados tendrían que ir acorde con la principal actividad de los campesinos y ejidatarios de la región; es decir, se trataba de mejorar las prácticas productivas existentes, sin inducir otras diferentes, pero con la política clara de que toda acción debería tener un efecto positivo sobre la recuperación de los bosques en la parte alta de la montaña. Para

---

4 La veda fue levantada por unos años en la década de 1970 y decretada nuevamente, hasta que fue derogada otra vez en 1989, situación que prevalece hasta la fecha la (Ing. Raúl Álvarez, comunicación personal).

5 Ing. Álvarez, citado por Pedraza et al. (2007) indica que para el periodo 1959-1974 las extracciones variaron entre 5,563 m<sup>3</sup> y 348 m<sup>3</sup> respectivamente, alcanzando un máximo de 35,823 m<sup>3</sup> en 1969. En el mismo texto Pedraza indica que hasta 1980 los aprovechamientos forestales fueron extractivos sin atender la regeneración del recurso.

ello impulsaron varias actividades de las que ahora vemos sus resultados positivos: reforestación en zonas críticas, construcción de presas filtrantes en la zona alta para control de erosión y para favorecer la infiltración, estabulación y producción de forrajes de corta para borregos y cabras, así como reducción de los hatos libres, y mejoramiento de ciertas prácticas agrícolas (González, Zedán y Gerez, 1995).

La expansión de la frontera agropecuaria en la zona alta llegó con el reparto agrario y después con el aprovechamiento forestal comercial, que escasamente se regía por los más elementales criterios de manejo silvícola. Los bosques de pino, pino-encino y de bosque mesófilo, prácticamente vírgenes, estaban conformados por árboles inmensos que llegaban a rebasar los dos metros de diámetro; esta riqueza fue dilapidada extrayéndose únicamente los individuos más grandes, dejando enormes tocones y gran parte de la madera como desperdicio, pues solo se aprovechaba el fuste comercial. Una vez extraída la madera comercial, se derribaba el resto del arbolado y se prendía fuego para abrir espacio a cultivos (SENDAS, 2008a). En la zona alta se cultivó principalmente papa, avena y cebada; otra actividad ampliamente practicada fue la cría de cabras y de borregos (Gerez Fernández, 1982). La explotación irracional del bosque buscando maximizar las ganancias en el corto plazo, el pastoreo de cabras y la apertura de tierras para cultivo fueron impulsadas por la política de Estado que conminaba a los ejidos a desmontar y ocupar las tierras recién dotadas. En consecuencia en solo cuatro décadas se perdió gran parte de la cobertura forestal original (en el anexo 9 se presenta la historia del ejido San Pedro Buena Vista, para ilustrar este proceso).

Aunque la ganadería bovina ya era practicada en la hacienda de la Orduña, el periodo de expansión más activo es reciente. Durante las décadas de 1980-1990, esta actividad se desplazó desde las zonas bajas cálido-húmedas de la costa, hacia tierras altas en la ladera de las montañas, donde la coyuntura económica y la posibilidad de pasturas lo permitieron (Skerritt, 1993). Una de esas coyunturas fue la caída de los precios del café y las heladas de 1990-1991, facilitando el desplazamiento de este cultivo por el ganado vacuno en esta región central de Veracruz. Estos cambios productivos generaron modificaciones importantes en el paisaje de esta región, dado que indujeron la deforestación de extensas áreas boscosas, así como el desplazamiento de cultivos tradicionales anuales básicos y del café, y por consecuencia "la escasa mano de obra requerida por la ganadería podría, por lo tanto, dictaminar una pauperización de los trabajadores asalariados y parcelarios, y/o su *migración en forma más o menos permanente hacia la ciudad*, o a las zonas de cultivo comercial." (Skerritt, 1993: 130, cursivas nuestras)

Esta breve reseña nos permite constatar la manera tan imbricada en que las distintas sociedades humanas y sus actividades productivas, dominadas por animales y cultivos introducidos, se han integrado al paisaje, reforzando el concepto de socio-ecosistemas utilizado en este trabajo.

### Reseña sobre el huizache (*Acacia pennatula*)

Al huizache le gusta crecer en lo claro (se refiere a que es un árbol pionero que crece en espacios abiertos), hoy lo encuentras por todos lados y las personas jóvenes creen que es un palo (árbol) de aquí.

Lo ves en cualquier potrero, en todos los acahuales que antes fueron pastizales, pues las vacas comen sus vainas y luego crecen los árboles por donde se ensucian (defecan), pero también los encuentras hasta donde no ha habido vacas antes, quien sabe cómo llegaron ahí... pero están por todos lados.

Pero no es así, no es cierto que sea nativo de nuestros bosques de hoja ancha (bosque mesófilo). Antes no había huizaches, llegaron con las vacas que trajeron los ganaderos desde tierra caliente, mi papá me contó que antes no había de esos huizaches aquí, y yo me acuerdo que de niño estos árboles lo había solo por los rumbos bajos pero han ido subiendo a la montaña junto con las vacas.

(Testimonio de Don Eulogio Martínez Ávila, ejidatario de San Antonio Hidalgo y expresidente municipal de Tlalnelhuayocan. 2009).

Los procesos detectados de ocupación de esta subcuenca y la recuperación de la cobertura arbolada reportada en el capítulo 3, muestran que las tendencias de cambio en el uso del suelo no son lineales, ni generan forzosamente una deforestación constante y evidente. En la subcuenca del río Pixquiac, al igual que lo que sucede en otras regiones del país (Ellis y Porter, 2008; Duran et al., 2005; Velásquez, et al., 2002) estamos ante situaciones muy dinámicas impulsadas tanto por diversos programas gubernamentales, como por cambios en los mercados para los productos agropecuarios y por la dinámica poblacional.

Varias políticas públicas y momentos de crisis económica global han influido en las decisiones de los dueños de la tierra para optar por mantener la cobertura arbolada o

**Cuadro 13. Factores actuales de cambio o permanencia de la cobertura forestal en las diferentes zonas de la subcuenca del río Pixquiac**

Factores que han impulsado los cambios en el uso del suelo, en la subcuenca del río Pixquiac	Promueve (+); o reduce (-) la superficie boscosa	Zona alta	Zona media	Zona baja
Abandono de la agricultura de papa y maíz (emigración o inserción en actividades económicas urbanas)	+	X	X	
Proyecto de estabulación del ganado ovino-caprino, 1990, PNCP	+	X		
Derogación veda forestal y promoción del aprovechamiento forestal legal	+	X	X	
Impulso a la reforestación (1980) con pino	+	X		
Impulso a la ganadería lechera	-		X	X
Caída en los precios del café	-		X	X
Crecimiento de las ciudades medias	-		X	X
Minifundismo: parcelamiento ejidal formal o en los hechos	-		X	X
Programas de pago o compensación por servicios ambientales (a partir de 2007)	+	X	X	

Fuente: Gerez, Paré y Ellis, 2011.

modificarla en las últimas décadas (cuadro 13). Como proceso dinámico, estas tendencias pueden modificarse a favor o en contra de la extensa cubierta arbolada de esta subcuenca. En este sentido, si se consolida y amplía la cobertura de los programas de compensación por servicios ambientales que se están promoviendo, se podrá influir en estos procesos, pues la recuperación de la masa forestal registrada en las últimas décadas es precaria y puede revertirse fácilmente según cambie el contexto socioeconómico.

De manera no tan explícita como en otras regiones existe una tensión entre las necesidades de agua de la ciudad de Xalapa y el uso del suelo en la subcuenca

que la abastece. Esta tensión se manifiesta cuando los taladores se expresan contra los operativos forestales o cuando reciben protección política de parte de actores regionales ligados a la estructura de poder, pero también se manifiesta cuando el Ayuntamiento de Xalapa encarga un estudio para hacer sustentable su “fábrica de agua” (CEDROSA, 2004).

## Características socioeconómicas

### Población

En la subcuenca del Pixquiac residen 7 mil 800 habitantes distribuidos en 56 localidades de los municipios de Coatepec, Acajete y Tlanelhuayocan, todos ellos ubicados en la zona baja y media. Cabe señalar que hay varias localidades asentadas fuera del territorio de la subcuenca que influyen fuertemente en los procesos que ocurren dentro de la misma, es el caso de ejidos cuyas dotaciones están dentro de la subcuenca, por ejemplo, Tepetlaco (El Progreso), El Agua de Los Pescados en el municipio de Perote, el ejido Tembladeras en el municipio de Xico, la cabecera municipal de Tlanelhuayocan y la comunidad de San Antonio Hidalgo (figura 24). En el mismo sentido, es importante no perder de vista la influencia determinante de otras localidades, como la ciudad de Xalapa, cuyo territorio municipal se ubica totalmente fuera de la subcuenca, pero es el principal beneficiario y usuario de los servicios y bienes ambientales del Pixquiac. Sin embargo estas relaciones serán abordadas en otras secciones de este libro, presentándose en ésta principalmente información referente a las localidades asentadas dentro de la subcuenca.

La única localidad asentada dentro de la parte alta de la subcuenca es la de Rosario del municipio de Coatepec con una población total de 250 personas, lo que representa el 3% de la población total (INEGI, 2005). Hasta el año 2000, INEGI registraba la existencia de otra localidad en la parte alta, el Alto Pixquiac, pero de acuerdo a los datos de la misma fuente, para el 2005 esta localidad estaba deshabitada; en la actualidad habita ahí solo una familia. Para la parte media, de acuerdo con el censo económico del año 2000, se consideraban 33 localidades. En el último Censo de Población y Vivienda de INEGI (2005), el número de localidades decreció a 26, consecuentemente el número de habitantes rurales de la zona media se habría reducido en un 3% en un periodo de 5 años. En sentido contrario algunas localidades han aumentado su población, como Rancho Viejo que ha recibido la mayor parte de la

Figura 24. Ejidos dentro de la subcuenca



Fuente: UNAM-SENDAS, 2008.

migración de las comunidades de la zona media alta (véase anexo 7). No podemos dejar de mencionar que, a muy poca distancia, fuera de la subcuenca se encuentra la Colonia Guadalupe Victoria del municipio de Tlalnelhuayocan, localizada dentro del área periurbana de Xalapa, que presenta uno de los índices de crecimiento demográfico más altos (3.4%) del estado (cuya media es de 0.5%) (Plan Municipal de Desarrollo del Ayuntamiento de Tlalnelhuayocan, 2008).

La parte baja de la subcuenca concentra el 69% de la población, es decir 5,535 personas (INEGI, 2005) asentadas en 29 localidades; de las que 13 son urbanas y semiurbanas (fraccionamientos campestres o colonias populares) y el resto rurales. La localidad más poblada es La Orduña con 1,551 habitantes siguiéndole el conjunto de colonias que conforman parte de la Congregación Zoncuantla con un total de 1,337 habitantes. El 73% de la población vive en comunidades rurales<sup>6</sup>, el resto de las localidades son las que presentan condiciones de urbanización aunque no están propiamente dentro de las ciudades, sino en proximidad de las dos grandes ciudades situadas al oriente y al sur de la subcuenca, Xalapa y Coatepec (véase figura 2). En el anexo 7 se presentan datos sobre la demografía por localidad y municipio.

Hemos identificado dos tipos de movimientos de población en la subcuenca: la primera es una emigración permanente, como el caso de la comunidad de Palo Blanco, Colexta y otras del municipio de Acajete, donde las personas han decidido emigrar hacia localidades más cercanas a las ciudades. Familias enteras cambian de residencia en busca de mejores condiciones de vida, pero sobre todo de mayores oportunidades de empleo en la zona conurbada, donde se dedican a la albañilería, renta de cimbra, fletes, jardineros, entre otros; las mujeres se emplean principalmente realizando trabajos domésticos. Es también permanente la “emigración” de la ciudad hacia el campo, a través de la construcción de áreas residenciales en zonas rurales, dinámica muy activa en la zona media y baja, creando un área *rur-urbana* de baja densidad pero vinculada fuertemente a la ciudad.

La segunda clase de migración es intermitente, es decir que se puede apreciar un vaivén de los habitantes de las localidades de El Zapotal, El Encinal II y El Saucal del ejido San Pedro Buenavista (SPB), donde la mayor parte de las personas económicamente activas trabajan durante toda la semana fuera de sus comunidades, regresando únicamente los fines de semana, incluso algunos de ellos cuentan con casas en la zona conurbada entre Xalapa-Tlalnelhuayocan (Col. Coapexpan y

---

6 INEGI considera como localidad rural a las que tienen menos de 2,500 habitantes.

Guadalupe Victoria) o entre Xalapa-Coatepec (Cinco Palos y Col. Cuauhtémoc). Una variación de la migración intermitente se presenta en las comunidades de la parte alta (Los Pescados), donde la quiebra económica del cultivo de papa - principal cultivo comercial de la zona- ha llevado a sus pobladores a trabajar en las fabricas de block de las comunidades asentadas sobre la carretera Xalapa-Perote (Las Vigas, Sierra de Agua, o Perote), o bien salir por temporadas hacia el Norte del país como jornalero agrícolas (véase anexo 7 a y c).

## Marginación

Podemos distinguir en la zona tres grados diferentes de marginación, donde predomina el grado muy alto y alto<sup>7</sup> (véase anexo 7a); esta clasificación corresponde al difícil acceso a los servicios, a pesar de la relativa cercanía con las zonas urbanas Sin embargo, la incorporación de Tlalnelhuayocan a la zona conurbada propició que este municipio fuera recatalogado de Muy alta a Alta marginación. Acajete y algunas comunidades del municipio de Coatepec están registrados con un grado Alto de marginación (CONAPO, 2000), donde el grueso de la población recibe ingresos económicos de dos salarios mínimos o menores.

## Educación

En las comunidades que se encuentran dentro del ejido San Pedro Buenavista del municipio de Acajete, la educación se encuentra a cargo del CONAFE, hay además una telesecundaria en El Encinal II. En la mayoría de las localidades del municipio de Tlalnelhuayocan la educación primaria también está a cargo del CONAFE, excepto en las comunidades de Rancho Viejo y Colonia Cuauhtémoc, donde la educación primaria es otorgada por la SEV; en estas mismas comunidades se cuenta con telesecundarias.

El único plantel de educación medio superior dentro de la subcuenca es el bachillerato técnico (CBTI) localizado a la entrada de la ciudad de Coatepec, donde acuden la mayor parte de los estudiantes de la zona media y baja; y en la colindante colonia Guadalupe Victoria se ubica un Telebachillerato al que acuden jóvenes de la zona media. Si bien no existen dentro de la subcuenca planteles educativos de nivel superior, la proximidad de las localidades respecto a Xalapa y Coatepec permitiría la

---

7 CONAPO, 2000.

continuidad de los estudios; sin embargo, las limitadas condiciones económicas de las familias impiden que los jóvenes prosigan su preparación más allá de la secundaria. En la zona alta de la subcuenca, dada la baja densidad poblacional, no hay escuelas primaria o secundaria, excepto en El Agua de Los Pescados, donde viven los ejidatarios cuyos terrenos están en la subcuenca, quienes tienen acceso a estos centros escolares en su poblado ubicado ya fuera del territorio de ésta. Los estudiantes de estas localidades que continúan su preparación posterior a la secundaria, asisten a los planteles localizados en Las Vigas o en Perote.

## Salud

En la localidad de Cinco Palos, municipio de Coatepec, hay una Unidad de Atención a la Salud a cargo del Instituto Mexicano del Seguro Social que atiende a la población proveniente de algunas comunidades localizadas en la parte media (El Saucal, El Encinal II, Cinco Palos). En la localidad de San Antonio (colindante de la subcuenca), del municipio de Tlalnelhuayocan existe una unidad médica de salud que depende de la Secretaría de Salud y Asistencia Pública (SSA); cuenta con un médico y dos enfermeras. A esta unidad llegan habitantes de diferentes comunidades como Rancho Viejo, Tejocotal, Capulines, Mesa de la Yerba, El Naranjo, Chilacayotes, Vega del Pixquiac, Palo Blanco, El Zapotal, pertenecientes a los municipios de Acajete y Tlalnelhuayocan.

Según la propia expresión de algunos habitantes de las comunidades antes mencionadas, ellos no acuden al médico si consideran que la enfermedad que presentan no es grave; es importante señalar que estas unidades de atención primaria para la salud están a más de cuatro horas caminando de la mayoría de las comunidades de la subcuenca. Cuando alguna mujer va a dar a luz, o se considera que la enfermedad es muy grave acuden al Centro de Especialidades Médicas o al Hospital Civil en la ciudad de Xalapa.

## Agua y drenaje

Las comunidades rurales obtienen el agua para uso doméstico y agropecuario directamente de los manantiales que se localizan cerca de las comunidades, conduciéndolas por gravedad mediante mangueras; algunas abastecen cajas de agua comunitarias y otras van directo hacia las viviendas. Estas fuentes de abasto son manejadas por comités comunitarios de agua (véase anexo VIII).

Únicamente algunas localidades de la parte más baja cuentan con drenaje (La Orduña); aquellas que se ubican en la parte media y alta no cuentan con este ser-

vicio de drenaje. La mayor parte de las unidades familiares utilizan fosas sépticas, mientras que las aguas grises se dejan escurrir por la orilla de la calle o hacia algunos ríos, generando problemas de insalubridad. En las comunidades de la zona alta es común la defecación al aire libre.

## **Vías de transporte**

Las principales vías de comunicación dentro de la subcuenca son carreteras asfaltadas que desde Xalapa y Coatepec llegan a las comunidades de Rancho Viejo y Cinco Palos. Poco adelante de estas comunidades el camino es de terracería y asciende con dirección Sur-Norte, pasando por las comunidades del ejido SPB en la zona media-alta para salir por la parte alta, atravesando el ejido Agua de Los Pescados hasta conectar con la carretera Xalapa-Perote a la altura de la comunidad Sierra de Agua. Otro camino cruza el ejido SPB hasta el ejido Las Vigas para conectarse a la altura de esta localidad en la misma carretera. Las comunidades del ejido SPB (Zapotal, Encinal y Saucal) abrieron y dan mantenimiento desde hace diez años a este camino de terracería. Dadas las condiciones del camino, el servicio público de autobús suburbano se da cuatro días por semana.

En Rancho Viejo convergen los principales caminos, por lo que este poblado es considerado como la entrada (o salida) de la sierra. El resto de los caminos de la parte media y alta son veredas transitables a pie o a caballo, siendo las principales las que recorren las partes altas, sobre los "filos" (parteaguas de subcuencas) que bajan desde el Cofre de Perote con dirección Noreste-Suroeste. Desde Rancho Viejo y Mesa Chica recientemente se han asfaltado varias carreteras secundarias que comunican la parte baja con las cabeceras municipales de Tlalnahuayocan y de Coatepec, ésta última pasa por el ejido Cuauhtémoc y la comunidad de Cinco Palos. La escasez de carreteras ha permitido hasta el momento la conservación de bosques. Las localidades que se encuentran en la parte baja se comunican a través de la carretera antigua Xalapa-Coatepec.

## **Electricidad y teléfono**

La mayor parte de las localidades cuentan con electricidad, pero son pocas las comunidades rurales en las que hay alumbrado público; en aquellas donde escasea este servicio varias familias se han organizado e implementado de manera sencilla un alumbrado con extensiones y focos con la finalidad de iluminar algu-

nas calles por la noche. En los caseríos más apartados –sobre todo en la parte media alta y alta no hay servicios de electricidad. Solamente las localidades de la parte baja y media están dentro de la cobertura de Telmex; en la zona media alta y alta la comunicación telefónica es a través de celular, sin que exista el servicio de telefonía rural.

## Tenencia de la tierra

La estructura agraria dentro de la subcuenca combina un 40.6% correspondiente a tenencia ejidal y un 59.4% de predios particulares (cuadro 14); en este último caso no se tiene un registro que permita conocer el número de predios, su superficie y padrón de forma precisa. En total en toda la cuenca existen once ejidos. Las entrevistas hechas a autoridades municipales y ejidales permiten afirmar que gran parte de las propiedades particulares están en manos de campesinos y ejidatarios cuyas familias han detentado estas propiedades desde tiempos del reparto agrario. Sin embargo, de manera creciente en las últimas dos décadas las propiedades particulares están pasando a personas de origen urbano, sobre todo en la parte baja y media baja de la subcuenca (Zoncuantla, Mariano Escobedo, Cuauhtémoc, Cinco Palos, Mesa Chica y Rancho Viejo). En esta zona se han establecido áreas de casa habitación de tipo campestre con una densidad de construcción relativamente baja. Estas áreas conviven con otras donde hay un cambio de uso del suelo para fraccionamientos habitacionales con mayor densidad, sobre todo en predios lotificados tanto de propiedades particulares, como de parcelas ejidales.

En la zona alta la tenencia social y particular se encuentra entreverada, sin que prevalezca una sobre otra. La excepción es un área en la parte alta de las barrancas, entre los 2,700 y los 3,000 msnm, donde la propiedad de la tierra es sumamente incierta debido a un proceso de abandono e hipoteca bancaria de varios predios

**Cuadro 14. Proporción entre propiedad social y particular de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac**

Tenencia de la tierra	Superficie (ha)	% de la subcuenca
Propiedad ejidal	4,357.06	40.61
Propiedad particular	6,372.94	59.39
	10,730.00	100.00

Fuente: INEGI, 2004

particulares, situación vulnerable que ha sido aprovechada por quienes extraen madera de forma clandestina. Recientemente algunos propietarios particulares, tanto de Xalapa, como del estado de Puebla, han empezado a adquirir predios que pueden considerarse grandes para la región (40 hectáreas), mediante compra de hipotecas a los bancos. Algunos de estos predios se están destinando a la restauración forestal y otros al aprovechamiento de la masa forestal recuperada después de tres o cuatro décadas en que se hicieron las extracciones masivas de madera. Sin embargo, la mayor parte de los predios con dueños ausentes están sometidos a una intensa extracción ilegal de madera. Ésta es realizada tanto por pequeños taladores, como por grandes que falsifican los permisos de aprovechamiento autorizados para otros predios.

La propiedad social está conformada por once ejidos (véase figura 24 y cuadro 15) localizados desde el extremo bajo (ejido Zimpizahua, municipio de Coatepec), hasta el extremo más alto de la subcuenca, ejido San Jerónimo Tepetlcalco, municipio de Perote. Los ejidos de la zona baja y media se incorporaron al PROCEDA a fines de la década de 1990, de forma que las parcelas cuentan con certificados que facilitan la compra-venta de las mismas, sin que existan áreas de uso común (cuadro 15). Cuatro de estos ejidos están solicitando Dominio Pleno de sus par-

**Cuadro 15. Ejidos con áreas de uso común y parcelas**

Ejido	Parte de la subcuenca	Parcelado por PROCEDA	Áreas de uso común
San Pedro Buenavista	Media	Si	Si
San Andrés Tlalnelhuayocan	Media	Si	No
San Antonio Hidalgo	Media	Si	No
Cuauhtémoc	Media-baja	Si	No
La Orduña	Baja	Si	No
Zimpizahua	Baja	Si	No
Coatepec	Baja	Si	No
Tembladeras	Alta	No	Si
Agua de los Pescados	Alta	No	Si
San Jerónimo Tepetlcalco (El Progreso)	Alta	No	Si
Ingenio del Rosario (Coatepec)	Alta	No	Si

Fuente: INEGI, 2004.

celas, por lo que ya no tienen vida institucional común. Este tema está presente en las asambleas de otros dos ejidos que están sujetos a la presión que ejerce el mercado de tierras para expansión urbana y campestre, así como para los derechos para extracción de madera. Los ejidos de la zona alta cuentan con áreas de uso común -sobre todo donde hay bosques- y no entraron al PROCEDE, mientras que las parcelas agropecuarias fungen en los hechos como parcelas particulares, mediante acuerdos entre los ejidatarios.

El 78% de los ejidos de la subcuenca cuenta con certificado de parcela individual (cuadro 15). Únicamente cuatro ejidos han mantenido alguna proporción de su territorio como uso común. En relación con la superficie total de la subcuenca, el 91% de su territorio funciona como propiedad individual y 9% corresponde a tierras ejidales de uso común. Aún en los ejidos no incorporados al PROCEDE, las áreas agropecuarias están divididas internamente, de manera que entre los ejidatarios se reconoce el derecho de usufructo sobre áreas de trabajo. De facto, este reconocimiento implica la posibilidad de vender o traspasar el derecho de usufructo, sea entre ejidatarios o con personas ajenas al ejido. Las superficies en propiedad o usufructo son muy pequeñas, determinando un marcado minifundismo en la tenencia social de la tierra; en los ejidos de la parte media la superficie promedio por parcela es de 3.2 ha (UNAM-SENDAS, 2008). Para los ejidos de la parte baja no se tiene el dato, sin embargo la percepción de los ejidatarios entrevistados al respecto es que la superficie promedio es similar a la anterior. En los ejidos de la zona alta no hay datos debido a que no han sido parcelados formalmente y por tanto el RAN no tiene información sobre la superficie de las unidades de producción.

En los ejidos de la zona media y baja que entraron al PROCEDE, se parcelaron totalmente las áreas forestales, aún cuando la Ley Agraria y la Ley Forestal expresamente señalan que estas superficies deberán permanecer como áreas comunes de los ejidos; la excepción es el ejido de San Pedro Buenavista, donde se mantuvieron 292 ha de áreas de uso común. Estas condiciones de minifundismo dificultan que los ejidatarios puedan acceder a los programas de apoyo a la silvicultura y conservación que ofrece CONAFOR.

En relación a las acciones de gestión de cuenca, hasta ahora hemos trabajado con los ejidos San Pedro Buenavista, San Andrés Tlalnelhuayocan y San Antonio Hidalgo, quienes tienen más del 70% de su territorio dentro de la subcuenca (cuadro 16). Los ejidos Cuauhtemoc y La Orduña no mantienen mecanismos colectivos de toma de decisiones, por lo que ha sido difícil su incorporación a este

proyecto. Por otra parte, el ejido Agua de los Pescados si esta participando dado que toda su área en común se encuentra dentro de la subcuenca y porque de sus bosques se extrae un volumen de agua importante para Xalapa.

Entre los pequeños propietarios hay una diversidad de visión y de condiciones económico-sociales, pues si bien la mayor parte es de origen campesino, hay un grupo, con cierto grado de influencia, de habitantes urbanos que han comprado parcelas ejidales y tierras privadas para vivir, para aprovechar de forma regulada el bosque, o como una acción conservacionista. Todas las tierras, sean ejidales o privadas, ubicadas arriba de la cota de los 3,000 msnm, están incluidas dentro del polígono del Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP). Si bien esta subcuenca ocupa una fracción pequeña del PNCP (7.8%), es un área importante por su función hidrológica y por su extensa cobertura forestal, como se expuso en el capítulo 3.

## Uso de los recursos en la subcuenca y actividades productivas

Las estrategias económicas de las familias dentro de la subcuenca varían significativamente en función de tres variables principales: su proximidad a los centros urbanos, las condiciones naturales de la zona (clima, altitud, suelos, relieve, tipos de bosque), y actividades productivas. Por ser las zonas media y alta las de mayor interés para nuestros fines, no abordamos más que de manera escueta la caracterización de la zona baja.

### Zona baja

La facilidad de comunicación permite que los habitantes de varias localidades del municipio de Coatepec, como Cinco Palos, Colonia Cuauhtémoc, Consolapa, la Herradura, La Orduña estén integrados a la dinámica económica de la ciudad de Coatepec, donde se emplean en actividades poco calificadas y en las escasas industrias de la región. En esta zona la venta de tierras para urbanización campestre es muy dinámica. Las familias rurales que aún cuentan con tierras complementan su economía cultivando café, caña, maíz y ganadería lechera. El mercado natural para los productos del campo de esta zona es la ciudad de Coatepec.

**Cuadro 16. Distribución y porcentajes de la tenencia ejidal en la subcuenca del Pixquiac**

Ejido	Superficie total del ejido (ha)	Sup. dentro de la subcuenca (ha)	% del ejido en la subcuenca	% de la subcuenca dentro del ejido
San Pedro Buenavista	1,255.35	1,255.35	100.00	11.70
San Andrés Tlalnelhuayocan	1,000.85	715.22	71.46	6.67
San Antonio Hidalgo	620.20	620.20	100.00	5.78
Cuauhtémoc	545.08	545.08	100.00	5.08
Agua de los Pescados y sus anexos	1,602.97	516.53	32.22	4.81
La Orduña	268.50	209.85	78.16	1.96
San Jerónimo Tepetlcalco (hoy El Progreso)	2,201.35	209.68	9.53	1.95
Ingenio del Rosario (Coatepec)	374.23	155.83	41.64	1.45
Zimpizahua	414.70	104.00	25.08	0.97
Coatepec	203.88	23.22	11.39	0.22
Tembladeras	152.04	2.10	1.38	0.02
Totales		4,357.06		40.61

Fuente: INEGI, 2004.

## Ganadería lechera

La ganadería vacuna que se practica en la zona baja y media es muy similar, ya que se orienta hacia la producción de leche. El minifundismo predominante y la carencia de recursos hacen que la actividad sea desarrollada a pequeña escala en la mayoría de los casos, combinada con otras actividades agropecuarias. En promedio las familias campesinas con ganado son dueñas de cuatro hectáreas en las que suelen tener seis cabezas de ganado -siendo la más común la raza Holstein- las cuales manejan de forma tradicional, con tecnología sencilla. Los pastos predominantes

son gramíneas nativas (familias Festuceae y Paniceae), cuyo régimen de pastoreo permite una capacidad de carga de 1.5 animales por hectárea en promedio. En general los parámetros productivos de la ganadería son bajos: la producción de leche presenta fuertes altibajos entre la temporada seca y de lluvias, en promedio durante el ciclo de lactancia una vaca produce 3,000 litros, el intervalo entre partos es muy largo 480 días, cuando lo recomendable debe ser 365 (Moncada, 2007).

La leche se vende a través de dos canales: a la compañía Nestlé que tiene un tanque enfriador para acopiar leche en la comunidad Los Capulines (ubicada en la zona media), y a intermediarios locales, quienes la comercializan casa por casa o en lecherías en las ciudades de Xalapa y de Coatepec. La principal diferencia entre la ganadería de la zona baja y media está dada por el clima. Este factor hace que, sobre todo en la zona media-alta, la ganadería sea menos productiva y menos rentable, principalmente en temporada de invierno cuando los pastos se secan por las heladas, obligando a los campesinos a comprar forrajes. Dos grupos han empezado a mejorar el manejo de su ganado lechero entre ellos un GAVATT (Grupo de validación y transferencia de tecnología) que trabajó con diez ganaderos aproximadamente. Desde el 2007 un grupo de 15 ejidatarios de San Antonio viene introduciendo mejores prácticas de pastoreo, manejo sanitario y ensilado de pastura entre otras; unos 18 ganaderos ya cuentan con algún equipamiento como cercos eléctricos y picadoras (Moncada, 2007).

## **Cultivos comerciales y de autoconsumo**

El cultivo de café de sombra es una actividad con larga tradición en las tierras bajas de la subcuenca, generando un producto de excelente calidad gracias a la combinación de tipo de suelos, clima y altura. La costumbre de conservar los árboles de bosque mesófilo (con toda la biodiversidad que se desarrolla sobre ellos), o de sembrar otros de uso maderable, para brindar sombra a los cafetos hace que este cultivo provea de hábitat a numerosas especies (Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Hernández Martínez et al., 2009; Solís Montero, et al., 2005), por lo que es una de las actividades donde la producción es compatible con el cuidado de los recursos naturales. Sin embargo la caída del precio del café ha llevado a muchos productores a sustituir sus fincas cafetaleras por otros cultivos menos amables con el ambiente: establecimiento de pastos de corte y pastizales para ganado y caña de azúcar. Si bien ésta última ocupa áreas muy pequeñas, incentivos económicos recientes están impulsando la ampliación de este cultivo en la parte baja de la subcuenca, a expensas de las tierras cafetaleras y

reduciendo la cobertura arbolada. Actualmente muchas fincas cafetaleras están abandonadas, dando lugar a procesos de recuperación del bosque mesófilo, cuya aportación ambiental no ha sido suficientemente valorada. Estas zonas son importantes por su función ambiental para la infiltración de agua de lluvia (véase fig. 14), por lo que su conversión a zona urbana generaría un efecto ambiental negativo (deslaves e inundaciones) en las zonas bajas conlindantes.

De acuerdo con G. Hernández-Martínez (com.pers.), las crisis en los precios internacionales del café de 1992, 1996 y 2000 redujeron la capacidad económica de los cafetaleros para amortiguar estas variaciones. El efecto económico ha sido dramático pues la mayor parte de los cafetaleros son pequeños propietarios minifundistas, quienes han reaccionado a favor del cambio de uso del suelo ante la presión del crecimiento de las ciudades cercanas. Esta situación, a su vez, debilitará la capacidad de respuesta de la actividad cafetalera de Veracruz para aprovechar los escenarios futuros de cambio climático; éstos estiman a 20 años una reducción mundial en las áreas cafetaleras, lo que influirá en un alza de los precios internacionales del aromático.

El cultivo de maíz es de autoconsumo y se practica de forma muy similar tanto en la zona baja como en la media. Sin embargo la mayor integración económica de la zona baja con las ciudades ha hecho que este cultivo tenga más importancia en la economía de las familias de la zona media, por lo que se aborda en el siguiente apartado.

## **Zona media**

Las familias que viven en esta zona tienen estrategias económicas más orientadas al campo que las de la zona baja, con excepción de Rancho Viejo, donde la proximidad con la ciudad de Xalapa ha facilitado que la mayoría de los varones de la comunidad trabajen como albañiles en la conurbación de Xalapa. Los productos agropecuarios y del bosque de esta zona tienen en la capital del estado su principal punto de comercialización. Las actividades más importantes son la milpa, ganadería lechera, truticultura, fruticultura, venta de productos extraídos del bosque (leña, carbón, madera para construcción, hongos, hierbas), y de forma incipiente el cultivo de hortalizas y flores. La papa, un cultivo de tierras altas y frías, se está expandiendo hacia la zona media bajo esquemas de renta a los productores de la zona alta.

## Cultivos comerciales y de autoconsumo

El maíz se cultiva bajo el sistema tradicional de milpa, es decir un policultivo que asocia fundamentalmente calabaza y frijol, este último en rotación o relevo con el maíz dependiendo de la variedad (enredadera o mata). Otro cultivo que tradicionalmente se asocia en la milpa es el cempasúchil (*Tagetes* sp.), con el doble propósito de producir flor y ayudar a alejar algunas plagas del maíz. El uso de insumos químicos es sumamente reducido, utilizándose únicamente urea o sulfato de amonio como fertilizantes. Cabe señalar que la semilla de maíz que se utiliza para la siguiente temporada de siembra, es criolla, seleccionada de la cosecha anterior.

Pocas veces el cultivo de la milpa involucra la quema, fundamentalmente porque la humedad en el suelo no permite que los rastrojos se quemen fácilmente, aunque el cambio de clima de los últimos años ha dado lugar a temporadas de seca que antes no se presentaban. El sistema de la milpa tiende a ser estable, ya que la calidad de los suelos y sobre todo las prácticas culturales tradicionales, posibilitan el uso continuo de las tierras manteniendo rendimientos. Estimaciones conservadoras fijan los rendimientos por hectárea de milpa ligeramente arriba de una tonelada de maíz, más 70 kg de frijol y 200 kg de calabaza (COMUDERS, 2006).

Como la mayor parte de las actividades agropecuarias de la región, la milpa no es rentable desde el punto de vista económico, sin embargo la fuerte tradición campesina de la zona media hace que el cultivo se siga practicando, ya que es una pieza clave para el resto del sistema de producción familiar; como fuente de rastrojos para ganado, para alimento de animales de traspatio (gallinas, guajolotes), pero sobre todo, el consumo propio de las familias (SENDAS, 2008b). Una fuente de ingresos importante para las familias, sobre todo de Rancho Viejo y San Antonio es la venta de tortillas hechas a mano y otros productos de maíz (tlacoyos, gorditas) en las calles, en tianguis y mercados de la ciudad de Xalapa. En esta actividad las mujeres le dan un valor agregado al maíz (aunque éste sea comprado, ya que el maíz de sus cosechas lo reservan para autoconsumo). Se estima que en estas comunidades al menos 30 familias dependen o completan sus ingresos al vender directamente en las calles y tianguis de Xalapa. Una vendedora de tortillas puede ganar al día cien pesos o más, ingreso similar al de un trabajador del campo o empleada doméstica (Haeckel, 2006).

El cultivo de hortalizas se practica cerca de la cabecera del municipio de Tlalnelhuayocan (polígono I del ejido San Andrés Tlalnelhuayocan), es decir en la colindancia con la subcuenca, aunque muchos de estos productores tienen par-

celas en el polígono II de su ejido, dentro de la subcuenca, aledañas a Rancho Viejo. Las hortalizas se siembran en pequeñas superficies de no más de 40 x 40 m (1600 m<sup>2</sup>) a cielo abierto, con tecnología tradicional y riego por manguera o regadera. Se fertiliza con gallinaza o estiércol de vaca y caballo sin utilizar herbicidas, insecticidas o fungicidas. Los principales productos son rábano, lechuga, espinaca, berenjenilla, chayote, pepino criollo y chichilaca (hoja verde usada para envolver tamales). Los productores venden directamente sus verduras en los tianguis de Xalapa (Ayuntamiento de Tlalnelhuayocan, 2008).

Entre los cultivos perennes, la nuez de macadamia ha desplazado al aguacate Hass que anteriormente se cultivaba en Tlalnelhuayocan. Esta actividad es practicada por propietarios particulares en el área de Rancho Viejo-Mesa de Gómez (40 ha aproximadamente). El alto costo de establecimiento de la plantación y los asociados a su correcto manejo, colocan al cultivo fuera del alcance de la mayor parte de los agricultores campesinos. El producto es vendido al mercado nacional e internacional, donde la demanda sigue siendo mayor que la oferta. El beneficiado y envasado de esta nuez en tres ranchos particulares representa uno de los pocos casos de transformación de productos agropecuarios en la zona (Ayuntamiento de Tlalnelhuayocan, 2008).

La venta de flores de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*) representa una fuente de ingresos extra para las familias de la zona media, quienes tradicionalmente coleccionan las flores que crecen de forma natural gracias a las condiciones de alta humedad de la zona. Caso excepcional es la comunidad de El Zapotal en el ejido San Pedro Buenavista, donde desde hace más de dos décadas se siembra y cosecha el alcatraz.

## Truticultura

La truticultura se ha desarrollado en los últimos 20 años aprovechando los arroyos y ríos con agua limpia en cantidad suficiente, temperatura baja y vías de comunicación. El nivel tecnológico es bajo, es decir son granjas rústicas que carecen de equipo, que tienen diseños a veces inadecuados para garantizar un buen recambio de agua y la sanidad de los peces.

Los productores de trucha encaran un problema de comercialización, ya que el margen de ganancias es muy bajo cuando no se vende directamente al consumidor. Quienes cuentan con restaurantes han podido sortear el problema, pero es necesario promocionar los servicios de la zona en la ciudad de Xalapa, donde existe un gran mercado potencial. Otros problemas inminentes están relaciona-

dos con el aprovisionamiento de alevines desde otros estados de la República, la dependencia de alimentos balanceados, así como la disponibilidad de agua en la cantidad y calidad requerida, ya que la cría de trucha requiere agua sumamente limpia y abundante. Recientemente el establecimiento de nuevas granjas sin controles sobre su densidad y distanciamiento está contaminando los ríos con exceso de nutrientes, además la extracción de agua de los ríos para abastecer a Xalapa reduce el volumen de agua hasta secar ríos como el Pixquiac y Xocoyolapan durante el estiaje, aumentando su temperatura (Ayuntamiento de Tlalnelhuayocan, 2008).

La veda de CONAGUA sobre este río, determina que esta actividad no sea legal y que estos productores no tengan la posibilidad de inscribirse en el padrón de pesca para beneficiarse de financiamientos que les permitan ampliar o mejorar sus estanques. Por esta razón la Asociación de Productores de Trucha del Cofre de Perote ha emprendido gestiones para modificar la veda. Los tutricultores son aliados naturales para los proyectos de compensación por servicios ambientales, dado que requieren agua de excelente calidad y en cantidad constante.

### **Aprovechamiento de los bosques**

En la zona media de la subcuenca existen de manera natural bosques de coníferas y de "hoja ancha" (BMM), dependiendo de la altitud. La presencia de pino y ciprés ha sido promovida por los programas gubernamentales de reforestación impulsados a partir de 1990, favoreciendo un proceso de "pinarización" de ciertas áreas de bosque de hoja ancha. Los habitantes de esta zona otorgan al bosque de niebla (conocido también como bosque mesófilo de montaña, BMM o bosque de hoja ancha) un valor económico mucho menor que el de pino. Con la madera de pino se elaboran puntales, alfajillas, vigas, duelas y tablas para cimbra, muy demandada en la construcción; es decir productos rústicos de precio bajo, pero con mayor mercado y valor comercial que los productos maderables extraídos del BMM. De este tipo de bosque se extraen productos como leña, carbón, postes para cercado, bates de baseball, mangos de herramientas y baquetas para tambor; todos ellos elaborados con maderas duras, algunas endémicas y enlistadas en la NOM-ECOL-059-2001, poco conocidas por el mercado pero con un alto potencial económico para la industria mueblera y ebanistería por su hermoso veteado y color.

El aprovechamiento de madera se hace con motosierra sin planes de manejo forestal, de manera irregular, sin mecanismos para garantizar que el bosque y las

especies extraídas se regeneren. Los productos se elaboran en el mismo sitio de derribo y son trasladados a las zonas urbanas de Coatepec, Banderilla y Xalapa en camionetas o arrastrada por bestias de carga, de ahí que los trabajadores de la madera sean conocidos localmente como “burreros”. El labrado con motosierra es muy ineficiente ya que por cada corte se pierde en aserrín  $1/3$  de pulgada, los productos suelen estar mal “alineados”, es decir no tienen medidas uniformes, por lo que el precio es fijado por los compradores en función de la parte más delgada de la pieza, quedando sin pagar el resto del volumen (Fuentes, 2009).

Los métodos de cosecha son básicamente dos: el primero de ellos es el que tradicionalmente se utiliza en el bosque mesófilo de las comunidades de Tlalnelhuayocan. Consiste en la compra y *extracción selectiva* de arbolado aislado, concentrándose en diámetros mayores a 40 cm y especies de mayor calidad dendroenergética, a fin de producir leña y carbón, aunque también suelen elaborarse otros productos para construcción o muebles. En este caso el árbol puede ubicarse dentro de un área forestada, normalmente en bosque maduro, o bien en áreas agropecuarias. El segundo tipo de aprovechamiento consiste en la compra de una “raya”; un área de arbolado en pie, cuya extensión es sumamente variable, depende de la estimación del arbolado y el arreglo económico entre el dueño y el comprador. Estas áreas suelen ubicarse dentro de un bosque maduro, donde se llevan a cabo pequeñas *matarrasas* derribando todo el arbolado. Se trabaja con una o más motosierras en varios equipos de trabajo que elaboran distintos productos, dependiendo del diámetro y la especie, estos pueden ser: duela, alfajilla, vigas, barrotes para bate, carbón, leña de buena calidad (encino, liquidambar) y de baja calidad (especies de madera blanda). En el anexo 10 se encuentra una relación de las especie de BMM mas usadas.

Si bien desde tiempos antiguos ésta fue una de las principales actividades económicas de las familias campesinas, actualmente son cada vez menos los jefes de familia que tienen a esta actividad como su principal fuente de ingresos; en todos los casos esta actividad se combina con otras como ganadería, milpa o jornaleo para mantener la economía familiar. A decir de los pobladores de El Encinal, Saucal y Zapotal, las razones que explican la disminución de esta actividad son:

- Los árboles de tamaño aprovechable son cada vez más escasos y se encuentran en áreas más inaccesibles.
- El riesgo de ser interceptados por la policía al mover la madera en la ciudad de Xalapa es cada vez mayor, las multas frecuentes y los altos costos hacen menos rentable la actividad.

- La carencia de permisos para aprovechar la madera hace que los productos sean vendidos a precios bajos.

Normalmente las personas involucradas en el aprovechamiento de madera no toman en cuenta los costos de elaboración pues ellos mismos operan la motosierra. En algunos casos tampoco se considera el costo del árbol por ser propio, o simplemente se toma el árbol sin pagar al dueño. La situación más común entre quienes se dedican a esta actividad es que no paguen el árbol, ni el trabajo de motosierra -que ellos operan- teniendo como único gasto el transporte; en ese caso la ganancia en un árbol "tipo" (40-50 cm de diámetro), es de \$1,520 por tres días de trabajo. Sin embargo cuando pagan el árbol, la ganancia se reduce a \$1,020 por tres días de trabajo, con la probabilidad de que en cualquier momento haya que pagar una multa a la policía por varios miles de pesos.

Los datos obtenidos del trabajo de campo y de los diagnósticos hechos junto con las personas dedicadas al aprovechamiento de madera, realizados en el marco de este proyecto, confirman para la subcuenca del Pixquiac las conclusiones de otros estudios sobre el impacto de esta actividad sobre la masa forestal. Estudios realizados en la región, comprendiendo toda la zona forestal de la montaña del Cofre de Perote, han estimado que el volumen de madera extraído con y sin autorización (39,626.54 m<sup>3</sup>r.t.a) es mucho menor a la posibilidad anual registrada para toda ella: 115,505 m<sup>3</sup>r.t.a (Álvarez *et al.*, citado por Pedraza *et al.*, 2007). Esto se explica porque las condiciones ambientales de la región, altitud y clima, favorecen unas tasas de crecimiento excepcionalmente altas. Una conclusión importante es que el volumen de madera que se extrae anualmente de forma irregular (sin autorización) por los llamados "burreros" está por debajo del volumen en pie y de la capacidad anual de crecimiento de la masa forestal (Pedraza *et al.*, 2007) y que su aprovechamiento podría llegar a ser sustentable "*siempre y cuando se asegure la regeneración natural del bosque y se promueva la prevención de incendios forestales*". Esto nos lleva a considerar que uno de los problemas de manejo de estos bosques, se ubica en falta de capacitación y asistencia técnica para que estos pequeños productores conviertan su actividad en algo sustentable. Es interesante notar que en la ciudad hay sectores de opinión pública que tradicionalmente han acusado a "los burreros" de estar desforestando el Cofre de Perote; convenientemente, esos mismos "defensores del medio ambiente" no subrayan sin embargo que la tala principal ha sido y es llevada a cabo por personas con negocios reco-

nocidos y por la misma industria de la construcción de la ciudad que se abastece permanentemente de madera proveniente de estos bosques.

## Recursos forestales no maderables

Los bosques en la subcuenca del Río Pixquiac albergan una alta diversidad de recursos forestales no maderables (RFNM)<sup>8</sup>, muchos de los cuales son utilizados por la población local y en algunas ocasiones son comercializadas en las ciudades de Xalapa y Coatepec. Su uso tradicional refleja el vasto conocimiento que tienen los pobladores de sus bosques. A continuación presentamos algunos de los RFNM que fueron mencionados por los habitantes en talleres y recorridos por los bosques de pino y encino y bosque mesófilo de montaña.<sup>9</sup>

De los recursos comestibles resalta la gran variedad de hongos conocidos, como el chinanacatl (*Hypomyces lactiflorum*), tecomate (*Amanita caesarea*), pechuga (*Tricholoma ustale*), panza (*Boletus edulis*), pancita (podría tratarse de varias especies de los géneros *Morchella* y *Suillus*), suchil o xochitl (*Cantharellus cibarius*) y enchilado (*Lactarius* spp). Otros hongos comestible mencionados en los talleres incluyen al ojo de totote, alate-alacho, tecocoxtle, tepalcayo, los cuales se distribuyen en los bosques de pino y encino casi exclusivamente. Aunque pueden venderse bien en los mercados de la ciudad de Xalapa, frecuentemente son colectados sólo para autoconsumo. Los hongos en general tienen un alto valor nutritivo, sirviendo como un complemento importante de proteínas para la dieta. Otros recursos como las hojas del quelite (*Amaranthus hybridus*) y las flores del gasparito (*Erythrina americana*) son ejemplos de complementos de la dieta que se encuentran en la flora silvestre. Saborizantes como las hojas del chequelite (*Piper auritum*), cilantro de

---

8 Los RFNM no incluyen a la madera, y entre los usos más comunes están aquellos con propiedades medicinales, alimentos (semillas, frutos, rizomas, hongos, hojas, pencas, tallos, miel), aditivos de alimentos (especias, hierbas, saborizantes), fibras (para la elaboración de muebles, herramientas, construcción), fragancias y perfumes, ornamentos, resinas y aceites, entre otros. Para el municipio de Xalapa se han registrado más de 400 especies de plantas útiles (Castillo-Campos 1991) y en el municipio de Tlalnelhuayocan 118 especies han sido reportadas con algún uso (Zamora-Crescencio y Castillo Campos 1997).

9 Se incluyen los nombres científicos para algunas especies reportadas por Zamora-Crescencio y Castillo Campos (1997), Castillo-Campos (1991), Williams-Linera (2007) y Estrada et al. (2009). En algunas ocasiones los hongos y las plantas reconocidas por un solo nombre común pueden agrupar a varias especies o variedades de una misma especie.

monte, epazote (*Chenopodium ambrosioides*) y laurel (*Litsea glaucescens*) son muy apreciados, éste último es vendido frecuentemente en los alrededores y en la ciudad de Xalapa. También son valorados los frutos silvestres como las zarzamoras (*Rubus shiideanus*), las piñas (pequeños frutos de una bromelia terrestre silvestre), el chirimoyillo (*Hedyosmum mexicanum*), el aguacate (*Persea americana*) y la pitaya o pitahaya (*Epiphyllum oxypetalum*), una cactácea epífita, muy valorada en la región, que produce flores muy llamativas y sus tunas pueden ser rojo carmín encendido. Algunos de los recursos vegetales con uso medicinal más utilizados son la corteza del sauco blanco (*Sambucus* sp.) usada para los temascales, el plumbajillo (*Achillea millefolium*), el zompantle (*Buddleia americana*) y la hierba del golpe (*Acalypha alopecuroides*, *Lopezia racemosa*), la hierba taponcillo, el epazote de zorrillo, utilizados para aliviar diferentes malestares. Existen fuertes vínculos entre la medicina tradicional y el uso de plantas silvestres y la biodiversidad (Alves y lerecê, 2007). Desafortunadamente este conocimiento de la flora medicinal se ha ido perdiendo debido a la reducción del uso de medicina tradicional por la dominancia del sistema de salud basado en la medicina alopática.

Entre los elementos más conspicuos del bosque mesófilo de montaña se encuentran los helechos arborescentes. Estos fueron extraídos extensivamente para su venta en los años 60 en la zona para la elaboración de artesanías a partir del maquique (conformado por las raíces adventicias en ciertas especies). Entre los helechos arborescentes que se encuentran en la zona están *Alsophila firma*, *Cyathea bicrenata*, *Cyathea fulva*, *Cyathea divergens* y *Dickinsonia sellowiana*; estas especies están registradas en CITES en el apéndice II y en la NOM-ECOL-059-2001 como especies sujetas a protección especial. Su extracción, sin ninguna base ecológica, aunada a la destrucción del bosque mesófilo de montaña, puso en riesgo la viabilidad de las poblaciones de estas especies.

De las plantas más utilizadas con fines ornamentales se encuentran las begonias, orquídeas como los manuelitos (*Prostechea vitellina*) y otras (*Rinchosteles cordatum*, *Arpophyllum alpinum*, *Oncidium cordatum* e *Isochilus unilaterales*), el lirio (*Stelis purpuracens*), el aretillo (*Fuchsia arborescens*) el cual se puede observar frecuentemente adornando los patios de las casas y otras plantas con flores de variados colores, formas y tamaños. También se pueden encontrar en bajas densidades las palmas camaedoras o tepeljilote (*Chamaedora tepeljilote*), de las que existe una elevada demanda en las florerías y jugueras de todo el país, y que también son exportadas. Particularmente llamativas son las bromelias epífitas, localmente conocidas como tenchos, que crecen en las copas de los árboles en el bosque mesófilo de

montaña, con inflorescencias de colores brillantes que van del verde al rosa, naranja y rojo intensos. Las especies más atractivas incluyen a las conocidas localmente como trencita (*Tillandsia multicaulis*), el camarón (*Tillandsia punctulata*) y otras que son nombradas simplemente como tenchos (p. ej. *T. viridiflora*, *T. depeanna*, *T. lucida*, *T. heterophylla*). En los bosques de pino, en altitudes mayores como en el ejido San Pedro Buenavista, se pueden ver las hermosas *Tillandsia imperialis*, muy apreciadas para la elaboración de arcos florales. Otra bromelia epífita muy popular es el heno (*Tillandsia usneoides*) para la que existe alta demanda en algunas partes de México durante la temporada navideña para decorar los nacimientos. Algunos bejucos son utilizados para elaborar cestos como por ejemplo el conocido como cocolmecha (*Smilax* sp.), utilizado para el fondo de canastas, y los llamados amoles (raíz de algunos bejucos) que se empleaban anteriormente como jabón para lavar la ropa y bañarse.

En los potreros se encuentran algunas de las plantas medicinales, que si bien no son recursos forestales cabe mencionarlas, éstas incluyen a la hierba San Simón, utilizada para controlar la diarrea, el algodoncillo que se usa como cicatrizante para las heridas, la hierba sarampión y la lengua de pájaro que es comestible, el azomiate o azumiate (*Senecio salignus*) para tratar verrugas, la espina diente de culebra, que mezclada con otras plantas se utiliza para curar la picadura de tarántula, y la hierba del zopilotillo también utilizada como cicatrizante.

En general los RFNM de estos bosques están sometidos a fuertes presiones debidas a los usos de autoconsumo y venta por parte de la creciente población que vive dentro de la subcuenca, pero también por personas que vienen de fuera para extraer estos recursos con fines comerciales. Entre los usos tradicionales destaca el constante aumento del uso de bromelias para elaborar arcos florales en las festividades religiosas de la región, que está afectando severamente las poblaciones en el bosque mesófilo. Este uso esta tornándose preocupante debido a que cada vez se extraen mayores volúmenes por parte de acaparadores provenientes del estado de Puebla, que entran sin permiso de los ejidatarios y arrasan con las poblaciones de bromelias, para llevarse solamente las inflorescencias. Los ejidatarios han pedido la intervención de la PROFEPA y otras autoridades municipales y estatales sin obtener ningún apoyo. En la misma delicada situación se encuentran las poblaciones de aves canoras, abundantes en estos bosques, las que son capturadas sin permiso por vendedores de aves que provienen del estado de Puebla.

## Zona alta

Las estrategias económicas de las familias de la zona alta se basan en una combinación de actividades agropecuarias (cría de borregos, cultivo de papa, cebada, avena), aprovechamiento forestal y jornaleo. Esta última actividad ha aumentado en los últimos diez años, sobre todo a raíz de la crisis del cultivo de papa en la zona. En un primer momento se recurrió al empleo en las maquiladoras de ropa establecidas en Perote, pero éstas cerraron entre el 2007-2008 como resultado de la crisis económica del país. La segunda opción ha sido trabajar en las fabricas de block instaladas entre Sierra de Agua y Perote, pero como no hay suficiente trabajo ahí, desde hace dos años se ha incrementado la migración como jornaleros agrícolas al norte de México e incluso hasta los Estados Unidos, situación novedosa para esta región del país.

## Usos del bosque

La veda forestal decretada en 1952 por el gobierno federal fue levantada en 1989 y hasta entonces empezó a desarrollarse en la región una incipiente cultura de manejo silvícola. Los primeros programas de aprovechamiento elaborados con criterios de sostenibilidad se aprobaron en la región del Cofre de Perote en 1994. En la zona alta del Pixquiac solamente el ejido Tembladeras cuenta con un Programa de Manejo Forestal (PMF) aprobado por SEMARNAT; sin embargo, sólo una parte muy pequeña de este ejido (2.10 ha) se encuentra dentro de la subcuenca. Actualmente el ejido El Agua de Los Pescados -que cuenta con una superficie importante dentro de la subcuenca (516 ha)- ha solicitado un programa de aprovechamiento para sus áreas de bosque; sin embargo, dado que se encuentran dentro de Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP), el Programa de Manejo Forestal (PMF) debe orientarse hacia prácticas de saneamiento forestal y no tanto al aprovechamiento comercial, y ejecutarse con la anuencia y supervisión de la dirección del parque. Los otros dos ejidos en esta zona, Ingenio del Rosario-Coatepec, y El Progreso no cuentan con PMF.

Desde 1994 a la fecha el número de predios particulares que aprovechan madera con permisos de SEMARNAT ha ido incrementándose hasta llegar a 96 en los municipios de Acajete, Perote, Coatepec y Xico (SEMARNAT, 2009). La falta de información geográfica exacta hace difícil identificar cuáles de estos predios se encuentran dentro de la subcuenca alta del Pixquiac, se sabe que cuando menos 14

si lo están y que además pertenecen a familias de ejidatarios de la zona.<sup>10</sup> Algunos predios con permiso de extracción maderable han sido comprados por personas provenientes de otras regiones, atraídos por la alta productividad forestal de estos bosques; lamentablemente, hasta el momento muy pocos muestran un interés genuino por los servicios ambientales que brindan a la sociedad regional. La madera proveniente de aprovechamientos legales en predios particulares y ejidos de la zona se vende en rollo a los aserraderos de Las Vigas y Perote, a un precio promedio de \$1,000/metro cúbico. Normalmente los industriales compran el arbolado en pie y realizan todas las actividades de extracción, arrime, carga y transporte hasta el aserradero.

A pesar de los avances en la regularización del aprovechamiento forestal, la extracción irregular e ilegal sigue practicándose ampliamente, tanto para fines domésticos, como comerciales. Como se describió anteriormente los canales de comercialización en este último caso son distintos a los que se siguen en los productos legales; se labran productos rústicos en el mismo sitio de derribo para elaborar madera para cimbra, piezas de carrocería (para camiones carga) y muebles de bajo precio (Pedraza et al., 2007). Tanto en el aprovechamiento legal, como en el irregular se usan todas las especies de pino que crecen en la zona (*Pinus ayacahuite*, *P. patula*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*), así como el ciprés o *Cupressus bethamii*.

La leña sigue siendo el principal combustible empleado cotidianamente en todas las comunidades de las zonas media y alta, su consumo se ha mantenido y probablemente va en aumento debido a la constante alza del precio del gas en los últimos años. La leña se está convirtiendo en un bien escaso para las familias sin tierra o para aquellas que no cuentan con árboles en las mismas; esta situación produce un fuerte impacto en las zonas de vegetación arboladas y en regeneración. Una familia consume en promedio dos cargas de leña a la semana<sup>11</sup> durante todo el año; en algunas comunidades de la parte alta y media alta el consumo se duplica durante la temporada fría debido a que la estufa es utilizada como calefacción. En las comunidades donde la elaboración y venta de tortillas hechas a mano es una alternativa económica el consumo de leña es aún mayor (Haeckel, 2006).

Si promediamos el consumo de leña en la zona media y alta, se estima un con-

---

10 Paulino Morales, ejidatario de San Pedro Buenavista y comerciante de cimbra, entrevista, mayo 2008.

11 Una carga de leña tiene un peso aproximado de 70 kg.

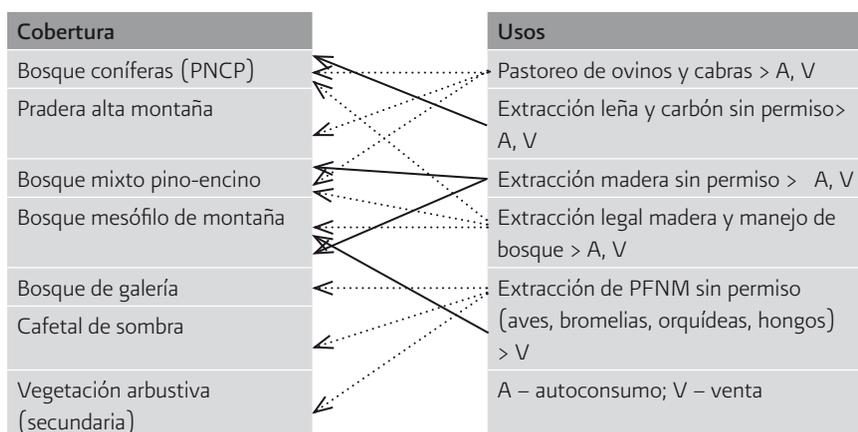
sumo anual de 130 cargas de leña por familia. En la región la carga de leña tiene un costo de \$65, por lo que el gasto anual de una familia es de \$8,459 pesos. A un árbol de 50 cm de diámetro se le aprovechan cuatro cargas de leña, por lo que se necesitan aproximadamente 29 árboles con estas dimensiones para que una sola familia tenga asegurado el abastecimiento anual de su leña (SENDAS, 2009) (véase el anexo 10 para especies usadas como leña).

Las entrevistas realizadas a los diferentes actores sociales presentes en la subcuenca del río Pixquiac, tales como dueños de la tierra, vecindados, trabajadores de los primeros, o personas externas conocedoras de la zona, permitieron identificar los usos que dan a los distintos bosques y tipo de cobertura (véase mapa de vegetación Capítulo 6).

El cuadro 17 representa esquemáticamente la relación e intensidad entre el tipo de uso y la cobertura arbórea. Las flechas gruesas, de línea continua, indican predominancia habitual, en cantidades importantes; las flechas puntuadas indican menor intensidad, estacionalidad, o en cantidades menores. La mayor parte de la actividad extractiva que se lleva a cabo en esta subcuenca no tiene permiso legal, si bien pueden tener permiso del dueño del predio a través de acuerdos verbales o económicos entre ellos; en algunas zonas se registra el robo de madera, sobre todo de los productos forestales no maderables.

Los usos predominantes y cotidianos de la vegetación en esta subcuenca (cuadro 17) son: 1) la extracción de leña y carbón para autoconsumo y venta,

**Cuadro 17. Relación entre el tipo de utilización y el tipo de cobertura arbórea predominante en la subcuenca del río Pixquiac**



sin permiso legal, se obtiene de todos los tipos de cobertura, excepto de la pradera de alta montaña, puede ser de maderas muertas o de árboles vivos que se derriban para estos fines. 2) La extracción de madera sin permiso, para venta y autoconsumo, se realiza en los cuatro tipos de bosque de la cuenca, tanto en la zona alta, como en la zona media y baja. 3) La extracción de productos forestales no maderables (PFNM), incluyendo aves, sin permiso y fundamentalmente para venta, predomina en los bosques mesófilo y en el mixto de pino-encino, así como en los cafetales; la colecta de hongos se realiza por temporadas en todos los bosques de la cuenca. Los bosques mixtos de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña son los ecosistemas más intensamente utilizados en esta cuenca, seguidos por los bosques de coníferas (oyamel y pino) ubicados dentro del Parque Nacional Cofre de Perote.

## Cultivos y ganadería

Tras muchos años de ser la actividad más rentable en la montaña, el cultivo de papa se desplomó debido a la competencia de las compañías agrícolas que se establecieron en el valle de Perote hacia el año 2000. Estas compañías tienen costos de producción mucho más bajos, debido a que disponen de riego, uso de maquinaria agrícola y créditos para insumos suministrados por dependencias federales:

*El productor más fuerte es del grupo Fox todo lo que cosechan está destinado para hacer papas fritas en las grandes compañías, con eso, créditos y facilidades nos quebraron, no podemos competir. Antes aquí (Los Pescados) había mucho trabajo, todos andaban en los cultivos, pero ahora hay más de 500 ha que antes se cultivaban con papa tiradas (abandonadas).<sup>12</sup>*

Los productores de papa que se han sostenido son quienes se dedican a producir papa para frituras, ya que ésta es considerada de menor calidad y por lo tanto requiere menor inversión en agroquímicos que la papa que debe tener "vista" (libre de manchas). La producción de papa de calidad es con mucho la actividad agrícola más rentable, pero su producción demanda altas inversiones en insumos agroquímicos, como se aprecia en el cuadro 18.

---

12 Testimonio de Don Guillermo Salazar del ejido Los Pescados.

**Cuadro 18. Costo–beneficio en la producción de papa blanca**

<b>(Estimación en 1 ha, producción promedio; 20 ton)</b>	
Total inversión (pesos)	84,020.00
Valor total producción	100,000.00
Utilidad	15,980.00

Fuente: Anduez, 2010.

Los precios de venta son sumamente fluctuantes, provocando el enriquecimiento y quiebra súbita de los agricultores, quienes indican que se vende a buen precio uno de cada cinco años (Anduez, 2010). Algunos productores de mayor poder económico (particularmente del ejido El Agua de Los Pescados y Los Conejos) buscan contrarrestar la incertidumbre de mercado cultivando nuevas variedades en temporadas distintas a las usuales en la zona alta. Desde hace cerca de cinco años han extendido sus actividades hacia la zona media (municipios de Tlalnelhuayocan y Coatepec) donde rentan parcelas en los ejidos de San Antonio y Cuauhtémoc (cerca de las comunidades de Mesa Chica, Capulines, Tejocotal y Cinco Palos). Las altas dosis de insecticidas y fungicidas químicos utilizados en la producción de papa (los cuales se incrementan siete veces para el caso de fungicidas en la zona media, debido a una mayor humedad), representan un serio riesgo para la salud de la población, sea por contacto directo o por contaminación de las fuentes de agua.

También se cultiva cebada y avena con la finalidad principal de producir forraje para el ganado y apoyar la cría de borregos. En ejidos de la zona alta, como Los Pescados y Tembladeras más de la mitad de las familias tienen borregos, variando el tamaño de los hatos entre cuatro o cinco animales, hasta 40 o 60. La actividad se desarrolla de manera rústica, es decir dejando al ganado pastar libremente durante el día y encerrándolo durante la noche; se busca producir carne y crías. Los animales son vendidos en pie a compradores que por lo general llegan a las comunidades, ahorrando a los productores las dificultades de conseguir las guías sanitarias y permisos para transportar el ganado, aunque esto signifique obtener un precio a veces 40% más bajo.<sup>13</sup>

---

13 Testimonio de Don Guillermo Salazar, productor de papa y criador de borrego del ejido Los Pescados, entrevistado en Diciembre 2009.

## Organizaciones y actores sociales

En el capítulo I mencionamos que para crear una plataforma para la cogestión de la subcuenca se requiere que las partes involucradas reconozcan sus problemas en común y visualicen los conflictos compartidos en torno al uso de los recursos del territorio (bosques, agua, suelos). Para ello se requiere de oportunidades de intercambio entre comunidades o ejidos para conocer las distintas problemáticas y visiones desde las cuales tejer un entramado común. En términos generales puede decirse que este tejido tiene actualmente una baja densidad en cuanto a la presencia de organizaciones formales activas.<sup>14</sup>

En la cuenca del río Pixquiac, hemos encontrado que las condiciones de desarrollo de un capital social son muy débiles. En los ejidos donde podría haber un capital social más desarrollado, hay un proceso de desarticulación social (más avanzado en unos que en otros) con escasos elementos que movilizan a las asambleas para actividades colectivas que conlleven beneficios a sus comunidades; algunos de estas son las faenas para arreglar caminos, instalar redes de agua o fiestas patronales. La mayor parte de los temas discutidos en las asambleas se dirigen hacia la gestión de fondos gubernamentales que se distribuyen individualmente, pero sobre todo, a las autorizaciones internas para la venta de parcelas individuales. Respecto a los propietarios privados, no hay un espacio que los convoque para discutir y plantear mecanismos de vigilancia colectiva sobre sus recursos, u otro tema de beneficio para todos.

No obstante es posible identificar algunas organizaciones o grupos que de forma aislada y a veces incipiente tratan de reorientar la forma en que se usa el territorio. Otro tipo de aglomerados, con evidente presencia aunque no tengan una intencionalidad de cambio, son los ejidos a los que nos referimos más arriba que, a pesar de una vida orgánica muy débil, todavía aglutinan a gran parte de los dueños y usuarios directos de los recursos. A continuación presentamos un mapa general de las organizaciones y actores sociales, ubicándolos de acuerdo a la zona de la subcuenca en la que actúan.

---

14 Definidos éstas como aquellos grupos que tienen la capacidad de dar a sus acciones un sentido propio, consciente o inconscientemente, con orientaciones y expectativas determinadas haciendo uso de sus conocimientos y valores, todo ello para lograr sus fines.

## Zona baja

### *Asociación de Vecinos Pixquiac-Zoncuantla*

Con sede en La Pitaya, municipio de Coatepec, la Asociación de Vecinos Pixquiac-Zoncuantla tiene el objetivo de agrupar a los habitantes de cinco colonias periurbanas de la Congregación de Zoncuantla en torno a la regulación de sus servicios básicos (agua, disposición de residuos, protección del medio ambiente, seguridad, vialidad). Estas colonias están asentadas en la orilla del río Pixquiac. La asociación está conformada por un grupo relativamente reducido de socios activos pero su círculo de influencia es más amplio.

Una de las iniciativas impulsadas por la Asociación fue la compra de la parcela contigua al lugar donde nace el manantial dentro de la subcuenca del Pixquiac (ejido de San Antonio) que surte de agua a La Pitaya y otras colonias. La intención es cuidar los remanentes de bosque y reforestar esta área donde también existen veneros de agua. Desde 1993 estas colonias dependen para su abasto del agua generada dentro de la subcuenca del Pixquiac, por lo que desde la perspectiva de la gestión integral de la subcuenca ocupan una posición de usuarios de los servicios ambientales. Esta asociación ha emprendido una lucha contra el establecimiento de un fraccionamiento en plena zona de reserva ecológica restrictiva,<sup>15</sup> la cual, a pesar de infringir los lineamientos de diversas normas jurídicas, ha sido aprobada por el Ayuntamiento de Coatepec.

Otros actores identificados en esta parte baja son el ejido Cuauhtémoc, y pobladores y campesinos de Xompantla, del municipio de Coatepec, conformados en una asociación civil, que defienden sus fuentes de agua y han iniciado trabajos de reforestación; así como la Comisión Ecológica de Briones, fraccionamiento residencial ubicado entre Xalapa y Coatepec. El ejido Cuauhtémoc ya no tiene vida institucional, no realiza asambleas desde que los ejidatarios solicitaron el dominio pleno sobre sus parcelas (en proceso). Los otros ejidos de la zona baja (Zimpizahua y Coatepec) se encuentran en procesos de debilitamiento de su vida orgánica similares al del ejido Cuauhtémoc.

El tema de solicitar el dominio pleno es también motivo de debate en los ejidos de la parte media (San Andrés Tlalnelhuayocan y San Antonio

---

15 Esta zona ha sido definida en esta categoría en el Programa de Desarrollo Urbano de la zona conurbada.

Hidalgo), ya que esta decisión prácticamente disolvería los últimos rasgos de vida orgánica de los ejidos, al hacer innecesaria la intervención de las autoridades y la aprobación de la asamblea para realizar transacciones de compra-venta de parcelas. En ambas zonas la fuerza que promueve la modalidad de dominio pleno proviene del creciente mercado de tierras para uso urbano o semiurbano (campestre) derivado de la cercanía con las ciudades de Xalapa y Coatepec. En la zona baja, con mejores vías de acceso, la compra de parcelas es más activa y coincide además con la mayor integración de las comunidades que componen los ejidos a la vida económica de Coatepec.

### **Zona media**

En la zona media y media alta se encuentran tres ejidos que tienen características y condiciones muy distintas desde el punto de vista de su organización interna. Siendo éste último aspecto fundamental para la gestión de la subcuenca nos tendremos en ésta cuestión.

#### ***Ejido San Antonio Hidalgo***

El Ejido San Antonio Hidalgo del municipio Tlalnahuayocan cuenta con 112 ejidatarios, la mayor parte de los cuales vive en el poblado de San Antonio, (colindante con esta subcuenca), mientras que un número menor se asienta en las localidades de Mesa Chica, Tejocotal y Capulines (dentro de la subcuenca). Las 620 hectáreas de su superficie están dentro de la subcuenca (véase cuadro 16). El ejido fue formalmente dividido en 145 parcelas por PROCEDE, de manera que actualmente cada ejidatario toma decisiones individuales sobre el uso de sus recursos y utilización que da a su parcela. La cercanía con la ciudad de Xalapa, aunada a la baja rentabilidad de las actividades agropecuarias, han motivado a muchos ejidatarios a dejar sus tierras sin trabajar y a dedicarse a otras actividades en la ciudad. Este núcleo agrario tiene una vida relativamente activa ya que la asamblea ejidal se reúne cada dos meses, teniendo como temas más recurrentes la aprobación de parte de la asamblea de transacciones de compra venta de parcelas, la organización de faenas (sobre todo relacionadas con el mantenimiento de caminos), la administración de la parcela escolar y la gestión de algunos proyectos productivos, de mejoramiento de caminos, recientemente se ha incluido el tema de manejo de recursos naturales

con la activa participación de varios ejidatarios en este proyecto de co-gestión de subcuencas.<sup>16</sup>

Dentro del ejido hay una fuente de tensión entre las autoridades del mismo y ejidatarios que viven en el poblado de San Antonio, con un grupo de ejidatarios asentados en la parte alta del ejido (comunidades de Capulines y Tejocotal), quienes provienen del vecino municipio de Acajete y tienen una tradición cultural distinta. Por ejemplo, los pobladores de San Antonio tiene una herencia nahua relativamente reciente, de la que perviven algunos rasgos como el sistema de cargos patronales, las fiestas religiosas y las danzas asociadas a ellas; mientras que los ejidatarios provenientes de Acajete tienen una tradición cultural mestiza.

Un tema de debate recurrente en sus asambleas es la aprobación o rechazo a la compra de parcelas por parte de personas ajenas al ejido, no nativos de sus comunidades, ya que algunos sectores temen que la entrada de “gente de fuera” destruya definitivamente la capacidad del ejido para autorregularse. Otros sectores más interesados en vender sus tierras aprovechando la demanda por parte de gente de la ciudad pugnan por que se derogue el acuerdo de asamblea que prohíbe este tipo de venta, e incluso promueven que el ejido solicite el dominio pleno. Un argumento fuerte de quienes se oponen a esta medida es que de concretarse esta medida se tendría que pagar impuesto predial ya que las parcelas pasarían prácticamente al régimen de propiedad particular.

### *Ejido San Andrés Tlalnelhuayocan*

Este ejido abarca 1024 hectáreas, las cuales fueron divididas por el PROCEDE en 504 parcelas, 181 solares a favor de 419 personas con derecho ejidal. El territorio del ejido está dividido en dos fracciones; el polígono I se ubica en las inmediaciones de la cabecera municipal, la comunidad de San Andrés (fuera de la subcuenca), donde vive la mayoría de los ejidatarios. En el polígono II se asienta la localidad de Rancho Viejo, donde se concentra un segundo grupo de ejidatarios. En 1995 el PROCEDE formalizó la parcelación interna que habían hecho los ejidatarios desde 1960. Cabe señalar que la parcelación por parte del PROCEDE, al igual que en muchas otras partes del país, violó la Ley Agraria y Forestal al parcelar las áreas boscosas.

---

16 A partir del año 2006, las autoridades ejidales se han involucrado en los proyectos de reforestación, conservación de áreas de bosque y alternativas productivas promovidas por el Programa de Compensación de Servicios Ambientales del río Pixiquiac.

Los ejidatarios asentados en la cabecera municipal recibieron una porción de su dotación en el polígono I (colindante a su comunidad) y la otra parte en el polígono II en la zona montañosa y boscosa, poco accesible, del ejido y alejada más de ocho kilómetros de sus casas. La mayoría de los ejidatarios asentados en Rancho Viejo recibieron su dotación también dividida en dos porciones, ambas dentro del segundo polígono: una dentro o aledaña al poblado y otra también en el polígono II. Esta segunda fracción del ejido se ubica en el lado noroeste del río Pixquiac, en la zona que colinda con el ejido San Pedro Buenavista, donde se encuentra un extenso fragmento de BMM, el más importante de la región.

El ejido San Andrés sesiona regularmente cada dos meses. En los últimos años la sesión de derechos agrarios ha sido el principal tema de interés y debate en las asambleas. Las tierras del polígono I del ejido han sido objeto de cambios drásticos hacia uso habitacional debido a su ubicación en la zona periférica de crecimiento de la ciudad de Xalapa.<sup>17</sup> Al mismo tiempo una proporción importante de ejidatarios ha cambiado su residencia a la ciudad de Xalapa o ha dejado el campo para dedicarse a otras actividades urbanas. Esta dinámica territorial ha provocado una profunda diferenciación al interior del ejido, pues los ejidatarios del polígono I se han vinculado con más fuerza al crecimiento urbano y a la economía de la zona conurbada, contrastando con los ejidatarios del polígono II (asentados en Rancho Viejo) quienes mantienen sus actividades agrícolas y ganaderas.

El núcleo ejidal enfrenta un proceso creciente de disminución de su capacidad de convocatoria, toma de decisiones y capacidad de organización. Los intereses de un número creciente de ejidatarios no son representados o no pueden ser ya resueltos en el ámbito ejidal, al grado que recurrentemente en los últimos años la asamblea no puede sesionar por falta de *quórum* legal. La mayor parte de los ejidatarios con derechos agrarios acreditados son personas de edad avanzada; ellos representan la segunda generación después de los ejidatarios fundadores, de los cuales muy pocos sobreviven. Los derechos agrarios están en manos de la segunda y tercera generación, esta última compuesta por adultos de diversas edades. Los ejidatarios que viven en Rancho Viejo representan un grupo mucho más compacto y organizado que el resto de los ejidatarios, con características más homogéneas dado que prácticamente todos se dedican a actividades agropecuarias.

---

17 Un porcentaje importante del territorio del polígono I obtuvo el dominio pleno en 1990 de parte de CORETT para la venta de lotes y la creación de colonias urbanas.

### ***Propietarios particulares***

Los predios particulares de la zona media se encuentran en manos de campesinos locales y personas de fuera. Entre estos últimos hay que distinguir a los propietarios de ranchos agropecuarios que suelen radicar en Xalapa y a los nuevos propietarios que han adquirido terrenos para uso doméstico o con interés de conservación. Un grupo importante se encuentra entre el polígono II de San Andrés y el ejido San Antonio, en el municipio de Tlalnahuayocan (paraje Agüita Fría). En los pasados cinco años varias personas adquirieron más de 100 hectáreas a un solo propietario. El área fue fraccionada en aproximadamente 12 predios y mantienen la intención de conservar el BMM que cubre la mayor parte. Uno de ellos ha registrado su predio como Área Privada de Conservación, un mecanismo de conservación voluntaria de predios particulares reconocido e impulsado por las autoridades ambientales del estado y la federación. Esta área resulta estratégica para el manejo de la subcuenca en la medida que es un corredor que une los bosques de los tres ejidos de la zona.

### ***Sociedad de productores de trucha de la región Cofre de Perote***

Esta actividad es desarrollada fundamentalmente de manera individual, aunque la mayoría de los productores se han organizado en la Asociación de Productores de Trucha de Cofre de Perote (Sociedad de Solidaridad Social) en la que los ejidatarios de San Andrés representan aproximadamente la mitad de sus socios. Creada en 1997 la Sociedad trabaja sobre temas como capacitación y asistencia técnica, gestión de apoyos para la producción (alevines y alimentos balanceados), compra consolidada de insumos. Ha gestionado recursos con programas gubernamentales de Alianza para el Campo para apoyar de forma individual a algunos de sus integrantes en la construcción de estanques y restaurantes.

La composición de la Sociedad de Solidaridad Social es diversa en cuanto al origen de sus integrantes, la mayoría son campesinos y ejidatarios nativos de la región, pero una minoría está integrada por personas provenientes de Xalapa que compraron tierras hace 15 o 20 años en promedio. Entre éstos últimos se encuentran cuatro socios, que son profesionistas y que han detentado la dirección de la Sociedad hasta la fecha. Actualmente la Sociedad encabeza las gestiones con CONAGUA y con el Distrito de Desarrollo Rural para modificar la veda existente en la Cuenca Alta del Río Antigua (que incluye la subcuenca del río Pixquiac), pues

esta condición los excluye de la posibilidad de registrarse en el padrón de pesca y tener acceso a ciertos apoyos económicos.

La Cooperativa de Productores de Trucha "Vega de las Hayas" (integrante de la Asociación de productores de trucha del Cofre de Perote) es el grupo más avanzado en la región desde punto de vista organizativo, económico y técnico. Fundada por tres ejidatarios de San Andrés, la Cooperativa integra también a personas que no son ejidatarios (fundamentalmente familiares de los ejidatarios fundadores), dando trabajo de forma estable a 12 personas y otras tantas de forma temporal; cuenta con el restaurante campestre más acreditado en la zona media y alta, con el que da valor agregado a su producción. Recientemente se han involucrado en brindar servicios de turismo de naturaleza para lo cual han iniciado la construcción de cabañas para visitantes. Uno de los socios de esta cooperativa ganó las elecciones para la Presidencia municipal de Tlalnelhuayocan para el período 2010-2013.

Las gestiones emprendidas por la Sociedad de Productores de Trucha para modificar la veda es uno de los pocos casos en la región donde podemos hablar de la conformación incipiente de un sujeto social movilizado en torno a un objetivo articulador común. Esta modificación permitiría regularizar las actividades de las granjas de trucha ya establecidas mediante el otorgamiento de concesiones por parte de CONAGUA. En esta gestión los productores de trucha buscaron al Comité de cuenca del río Pixquiac -del cual han formado parte de manera ambigua- para que emitiera una opinión favorable a su iniciativa en el Consejo Estatal de Desarrollo Sustentable (SEMARNAT). El acuerdo de que el apoyo se daría si la sociedad de productores se comprometía a impulsar prácticas que disminuyeran el impacto de su actividad en la calidad del agua, y que se sumarían al monitoreo de la misma, ilustra la función del Comité como plataforma de Cogestión.

### ***Unión Campesina Independiente Heberto Castillo***

Esta organización tiene vida orgánica solamente en periodos electorales, llegando a aglutinar a más de cien personas que viven de la elaboración y venta de leña y carbón. La mencionamos porque representa el concepto y forma de organización que domina en general en las relaciones entre los campesinos -independientemente de su actividad productiva- y el Estado. La mayoría de estos campesinos vive en la comunidad de Otilpan y Xolostla, cercanas a la cabecera municipal de Tlalnelhuayocan, a un par de kilómetros de la subcuenca del

Pixquiac. Sin embargo, algunos de sus integrantes cortan madera en el polígono II del ejido San Andrés.

La Unión Campesina es un mediador político dedicado casi exclusivamente a la negociación con las autoridades con el fin de que les permita trasladar sus productos en camioneta o caballo a la ciudad de Xalapa o Banderilla, protegiendo a sus agremiados de multas o requisición de productos y herramientas. La gestión de los dirigentes no busca regularizar los aprovechamientos conforme a la normatividad ambiental y forestal vigente, ni tampoco busca alcanzar acuerdos estables con las autoridades del sector. La actividad de los agremiados de la Unión se mantiene en un estado permanente de ilegalidad, de manera que para comerciar sus productos deben aportar cuotas mensuales a través de la Unión para tramitar “permisos provisionales”.

Los dirigentes actúan con el apoyo de un “asesor político” que los vincula a distintos partidos y funcionarios, y los moviliza para ejercer presión cuando las autoridades estatales o federales tratan de regular o impedir la actividad de los agremiados. El mismo mecanismo se ha usado para negociar apoyos por parte de las dependencias gubernamentales, bajo la forma de entrega de despensas o pequeños proyectos productivos (pie de cría de cerdos). Estos proyectos sin embargo, han sido limitados en recursos, desarticulados de una estrategia productiva y de comercialización y carentes de asistencia técnica, y no han generado actividades económico-productivas alternas al aprovechamiento de la madera.

### **Agrupaciones ganaderas**

Existen varias agrupaciones ganaderas en la parte media, todas vinculadas a la ganadería bovina orientada a la producción de leche. Si bien algunas de ellas están integradas a la Asociación ganadera de Tlalnelhuayocan, promovida desde el 2008 por este Ayuntamiento, pero sin que a la fecha tenga presencia fuerte en otros ejidos. La conformación y vigencia de estos grupos está limitada al interés por gestionar recursos gubernamentales, especialmente para la compra de vientres; cuando lo han logrado se han desintegrado repartiéndose los animales. Solamente el grupo de GAVATT integrado por productores del ejido de San Antonio ha logrado trabajar aspectos de capacitación.

## Zona alta

### Ejido de San Pedro Buenavista (parte media y alta)

El ejido de San Pedro Buenavista se ubica en la zona alta y media, cuenta con una superficie de 1,263 hectáreas ubicadas dentro de la subcuenca (cuadro 16), y distribuidas distribuidas entre 130 ejidatarios, aunque han conservado 290 has en común. Los ejidatarios están asentados en cinco localidades: Vega del Pixquiac, Palo Blanco, Zapotal, Encinal II y El Saucal.

La asamblea ejidal se reúne cada mes, aún cuando en los hechos este ejido está dividido en cinco grupos, cada uno ubicado en su propia localidad. San Pedro tiene un largo historial de desavenencias internas que han llegado a la violencia, la mayoría de ellas relacionadas con el uso de los recursos forestales y el reparto de los beneficios económicos (véase anexo 8). La toma de acuerdos sobre el acceso a los recursos de las áreas de uso común ha sido tradicionalmente un tema complicado, dificultando el trabajo colectivo y la toma de decisiones a nivel ejido. La asamblea ejidal sin embargo tiene aún la capacidad de hacer respetar algunos acuerdos básicos, como es el hecho de que las áreas comunes hayan sido declaradas en veda total desde hace 12 años.

El respeto al acuerdo de no talar en las áreas comunes ha permitido que los bosques se regeneren, en el 2009 el ejido solicitó la elaboración de un programa de manejo forestal (PMF) para aprovechar las áreas de uso común con bosque de pino, y ha declarado a las áreas comunes con BMM como reservas ejidales. Estos procesos se están desarrollando dentro del marco de la iniciativa de Cogestión integral de la cuenca del Pixquiac, desde donde se han logrado apoyos de programas gubernamentales (PROCODERS, PROCYMAF), para promover procesos de conversión productiva y organización. Existen actualmente comités de ecoturismo, manejo del bosque, un grupo organizado para producir alcatraz y otro de mujeres que han conformado una pequeña caja de ahorros a partir de un proyecto que les dotó de estufas ahorradoras de leña.

### Ejidos El Agua de los Pescados y Tembladeras

El Agua de los Pescados tiene una extensión de 1,602 ha, de las cuales 516 están dentro de la subcuenca. Una superficie importante del ejido está cubierta por bosque de uso común, 614 ha, y un número no determinado de fragmentos de

bosque están entreverados con las áreas agropecuarias, parceladas internamente por el ejido, ya que éste rechazó el PROCEDE. La asamblea ejidal sigue teniendo capacidad de convocar y conducir los acuerdos tomados. En terrenos de este ejido se localizan las primeras captaciones de agua que son conducidas a la presa del Alto Pixquiac para abastecer a la ciudad de Xalapa.

El ejido Tembladeras, pertenece al municipio de Xico y tiene 152 ha en uso común, sujetas a aprovechamiento forestal con permiso de la SEMARNAT. A pesar de que la mayor parte de Tembladeras esta fuera de la subcuenca del Pixquiac, este ejido resulta importante para el manejo de la misma por dos razones; primero porque sus pobladores usan los recursos naturales de la subcuenca y segundo, porque desde la década de 1950 se toma agua dentro del área ejidal (colindando con el Pixquiac) y haciendo un trasvase, se le conduce hacia la presa del Alto Pixquiac.

En la década de 1990 el gobierno de Veracruz promovió a través del PRODICOP un proyecto de ganadería ovina y caprina semi estabulada, asociada al establecimiento de praderas mejoradas y uso de cerco eléctrico a fin de hacer más productiva esta actividad. El modelo no fue plenamente adoptado por los productores de la zona, pero quedaron algunos elementos que siguen siendo usados en localidades como Tembladeras. Esta actividad es el principal sostén económico de las comunidades de la zona alta desde hace varias generaciones, por lo que muchos productores están interesados en mejorar su ganadería teniendo como referente la manera de trabajar de los ganaderos de Tembladeras (González et al., 1995).

Para estos pobladores, los bosques han sido siempre una alternativa económica, a la que recurren cuando otra actividad no les provee de ingresos para el sustento de la familia. Por ello se involucran en proyectos de aprovechamiento de madera o como vía de negociación para obtener ingresos por los servicios ambientales que se generan en sus propiedades:

*Tenemos más de cincuenta años que no tocamos los arbolitos que están en el común más grande (614 ha), desde entonces Xalapa saca agua de ahí y nunca nadie nos ha dado ni las gracias, bueno apenas que la CONAFOR nos empezó a dar un apoyito por el programa de hidrológicos... pero no alcanza para nada... nos dan 200 mil al año y somos más de 120 ejidatarios, si haces cuentas, verás porque la gente quiere meterle sierra al bosque.<sup>18</sup>*

---

18 Don Guillermo Salazar, representante del ejido Los Pescados ante el Comité de cuenca del Pixquiac.

Ante la necesidad de encontrar nuevas fuentes de ingresos, aunado a la toma de conciencia de los ejidatarios en la zona sobre la importancia de sus territorios para el abasto de agua de la capital, se empiezan a agrupar sus intereses en torno la negociación con las autoridades de la ciudad y del gobierno del estado. Esto ha motivado a ambos ejidos para acercarse al Comité de cuenca del río Pixquiac en busca de recursos y como forma de unir fuerzas en su negociación. Sin embargo este proceso es aún incipiente, ya que en los ejidos no hay claridad sobre los objetivos de su gestión; el único modelo de gestión que conocen se basa en la amenaza de cierre de las válvulas que abastecen a la ciudad. No hay claridad en el tipo de apoyo que demandan (en especie, en efectivo, en obra pública, para proyectos productivos), ni sobre los compromisos que están dispuestos a asumir a cambio.

### **Propietarios particulares**

Entre los ejidos de la parte alta y el PNCP hay propiedades particulares que pertenecen tanto a minifundistas campesinos, como a propietarios de origen urbano. La irregularidad y desorden en los títulos de propiedad propicia que muchos dueños no gestionen permisos de aprovechamiento, sea porque no pueden acreditar la propiedad legal de los predios, o porque están usufructuando áreas mayores a su propiedad. Son pocos los dueños de estas tierras que participan en la UMAFOR del Cofre de Perote (Unidad de Manejo Forestal), instancia de gestión forestal que podría apoyarlos y ayudarlos a organizarse para remediar la tala clandestina de la madera que se da en sus propiedades.

### **Actores sociales externos vinculados a la subcuenca**

El sector dedicado a la renta de cimbra para la construcción consume un volumen importante de madera; la mayoría de los dedicados a esta actividad no tienen tierras y viven en la zona conurbada de Xalapa, aunque son oriundos de Acajete. Solamente se ha identificado un abastecedor de cimbra que tiene un predio (parte alta con bosque de pino-encino) del cual extrae la madera bajo un programa de manejo; él mismo controla el derribo y el procesado de los productos con motosierra en el lugar. Sus productos son los únicos en el circuito comercial de cimbra cosechados legalmente, sin embargo compite contra precios más bajos de la madera irregular. La mayoría de los llamados cimbreros se abastecen de los burreros que derriban, labran y bajan las piezas hasta la ciudad.

En la región se han identificado dos sectores de cimbreros, unos asentados en la colonia Guadalupe Victoria y en otros asentados entre Rancho Viejo y Coapexpan (ambos en zona conurbada de Tlalnelhuayocan-Xalapa). El primer grupo se abastece de madera proveniente del área de Mazatepec y La Joya en Acajete, en la subcuenca del río Sedeño; el sector de Rancho Viejo-Coapexpan se abastece de la subcuenca del Pixquiac, tanto del bosque de pino-encino, como del BMM.

No podemos terminar este panorama de los actores de la subcuenca sin mencionar otros que, sin vivir en ese territorio, desempeñan en él ciertas actividades o funciones. Por una parte estarían los representantes de distintas dependencias del gobierno federal o estatal, de organismos no gubernamentales y de instituciones académicas que llevan a cabo sus labores profesionales. Los usuarios del agua en los asentamientos (poblados y ciudades) son otro grupo con interés en los recursos, pero se trata de actores potenciales aún invisibles. Dado que no hay una organización que represente sus intereses es difícil contar con información sobre ellos. Por el momento quienes los representan formalmente serían los Ayuntamientos de Xalapa, de Tlalnelhuayocan y de Coatepec, y sus respectivas Comisiones Municipales de Agua y Saneamiento. Cabe destacar que la LAN<sup>19</sup> reconoce como usuarios a los oficialmente registrados ante CONAGUA como portadores de concesiones.

Otros actores son varios grupos de ambientalistas que viven en la zona conurbada Xalapa-Coatepec. Se trata de personas que no son propietarios de parcelas o predios, pero que tienen interés genuino por el cuidado de los bosques y ríos; algunos participan en asociaciones civiles locales que agrupan a habitantes de varias colonias, otros son grupos de ciudadanos independientes y de académicos interesados en influir en las políticas públicas locales para promover el buen manejo y conservación de los recursos naturales regionales.

## La familia y las festividades

Más allá de las organizaciones sociales, las redes de relaciones familiares y las instituciones de las festividades patronales religiosas representan la base y la riqueza organizacional de la región aunque no tengan la intención de incidir en cualquier sentido para modificar la vida pública o las normas de uso y acceso a los recursos naturales. No obstante si entendemos bien, este tejido social,

---

19 Ley de Aguas Nacionales, hace una diferencia entre las organizaciones de la sociedad civil y los usuarios reconocidos por CONAGUA. capítulo IV, artículo 13 bis.

sus prácticas y su dinámica puede ser fundamental para impulsar acuerdos regionales.

Las distintas perspectivas generacionales son fundamentales para encarar el futuro. La mayoría de los hijos de los pobladores de la región han cursado la primaria y en muchos casos la telesecundaria. Cuando se les ofrece la posibilidad de una educación técnica relacionada con aspectos de su entorno como es el bosque, muchos de ellos muestran interés pues se les presenta una alternativa distinta a la predominante, buscar en las ciudades una opción para el futuro. La movilidad de los campesinos entre distintos poblados de la subcuenca permite una rápida socialización de los distintos proyectos en que se van involucrando. El conocimiento y el uso de estas redes son fundamentales para el desarrollo del proyecto, lo que hemos comprobado a través del vínculo establecido con la Telesecundaria de Rancho Viejo.

En el ámbito familiar se toman muchas decisiones relativas a las estrategias productivas que son fundamentales. El rol de las mujeres, si bien parece confinado al ámbito privado es fundamental para la cohesión comunitaria. Su papel en relación a la vinculación con la escuela y con la iglesia toca ámbitos donde se tejen más fácilmente los consensos. Desgraciadamente el enfoque que a veces hemos seguido y que se ve condicionado por los términos de referencia de los apoyos institucionales, dirigidos fundamentalmente a los jefes de familia masculinos por ser titulares de los derechos agrarios, no toma en cuenta esta complejidad. No disponemos de suficiente información sobre estos temas pero consideramos necesario profundizarlos en el futuro pues nos permitirá reenfocar ciertas intervenciones para una mayor integración de todos los actores sociales relevantes.

## Organización y acceso al agua

El agua del Pixquiac -junto con la del resto de los ríos que bajan del Cofre de Perote- está sujeta a una veda de aguas superficiales que impide el otorgamiento de concesiones para cualquier tipo de uso: doméstico, industrial o agropecuario. La veda fue establecida por el gobierno federal a través de la SARH por medio de varios decretos (1935, 1948 y 1955). Esta situación hace que las comunidades, ayuntamientos y productores que usan el agua del Pixquiac estén en una situación de irregularidad desde hace ochenta años<sup>20</sup>.

---

20 Declaración en prensa de Gabriela Parissi, coordinadora del COMUDERS en Tlalnahuayo-

Todos los pueblos y rancherías asentados dentro de la subcuenca obtienen el agua para consumo doméstico directamente de los manantiales que afloran cerca de sus comunidades o a distancia no mayores a 8 kilómetros y la conducen por gravedad mediante mangueras hacia las viviendas, con las consecuentes pérdidas por la deficiencia del sistema (véase anexo 9). Para resolver esta necesidad las comunidades rurales se han organizado en comités comunitarios del agua, mismos que se encargan de la búsqueda de fuentes para asegurar el abasto y de establecer acuerdos con los dueños de los terrenos donde éstas se ubican, de construir las obras necesarias, dar mantenimiento de la red de agua, así como del control de pagos de aportaciones por parte de los beneficiarios, y el cumplimiento de las faenas.

La infraestructura para la captación y distribución del agua potable consiste en la construcción de cajas de agua para captar el agua en los manantiales y la derivación a una red de mangueras que surten a tomas domiciliarias. De la misma manera, el agua necesaria para uso pecuario es obtenida directamente de los arroyos, con la consecuente contaminación por excretas, sin embargo algunos de estos son estacionales por lo que en estiaje es necesario desplazar a los animales para poder abrear. Algunos de estos manantiales han disminuido su volumen de producción y, en algunos casos se reporta su desaparición (Ayuntamiento de Tlalnelhuayocan, 2007).

La participación y apoyo por parte de los tres niveles de gobierno en la construcción y mantenimiento de las obras para abastecer de agua a las comunidades es completamente nulo, por lo que el financiamiento y la organización necesaria para obtener y mantener el abasto de agua corren completamente por cuenta de las comunidades. Los comités del agua tienden a ser las organizaciones más estables y cohesionadoras en las comunidades de la región, ya que son completamente autogestivas y tienen que ver con uno de los intereses básicos de la población, sobre el cual no pueden permitirse depender de los inciertos actos del gobierno:

*“Por experiencia no podemos confiar en que el municipio o ningún gobierno nos va a venir a poner el agua... muchos menos a cuidar las mangueras y hacer que la gente cumpla con las aportaciones o trabajos que acordamos... nosotros mismos nos organizamos y nos entendemos para hacer entrar todos al aro.”<sup>21</sup>*

---

can, 29 de diciembre del 2009.

21. Testimonio de Donaciano Hernández Martínez, vecino de Rancho Viejo y ex integrante del

Los comités comunitarios del agua son elegidos por la comunidad entre sus propios vecinos, suelen estar conformados por la estructura básica de presidente, secretario, tesorero y vocales. A diferencia de muchos otros comités creados expresamente para cumplir con algún programa de gobierno (y que desaparecen cuando termina dicho programa), los comités del agua tienen vida orgánica y poder de convocatoria para realizar las faenas y reunirse para tomar decisiones. La administración de los recursos recaudados para las obras es de los pocos ejemplos – si no que el único- con un uso transparente del dinero, fiscalizado por todos en la comunidad, una verdadera contraloría social. El dinero que se junta de las multas a quienes no cumplen en faenas o participando en movilizaciones para gestiones a favor de la comunidad se usa para el mantenimiento del alumbrado público y los caminos: en pocas palabras, el que se mete al comité de agua como beneficiario crea derechos y obligaciones. Encabezadas por sus comités del agua, algunas comunidades han ido más lejos y han establecido acuerdos con otras comunidades y dueños de predios situados cuenca arriba para tomar agua de manantiales localizados en propiedad de éstos últimos.

Tales acuerdos frecuentemente incluyen un solo pago al dueño del predio, sin que esto implique la compra de la tierra, sino exclusivamente el derecho al uso del agua; se trata de una “compra de manantial”, según los usos y costumbres locales. Evidentemente estas transacciones tradicionales no concuerdan con las disposiciones de la LAN y de la Constitución, en el sentido de que el agua es propiedad nacional y que solo el Gobierno federal puede otorgarla en concesión. Están basadas en otra lógica, construida sobre acuerdos verbales que involucran al dueño del terreno donde se ubica el manantial, y muchas veces también entran las comunidades cercanas al mismo, quienes deben estar de acuerdo en renunciar al uso de esa agua. Un ejemplo es la reciente “compra” de un manantial para captar agua para la comunidad de Tejocotal, municipio de Tlalnelhuayocan, en este caso a través de su comité de agua se negoció un pago único de 100 mil pesos con el dueño de una parcela del ejido San Pedro Buenavista, municipio de Acajete. Resalta el hecho de que el dinero pagado fue entregado a las autoridades de este pueblo y no al dueño de la parcela.

El incumplimiento de los acuerdos para permitir a una comunidad abastecerse de un manantial es poco común, aunque a veces sucede; como en Rancho Viejo, municipio de Tlalnelhuayocan, cuando el dueño de la parcela ejidal de donde se

---

Comité del agua de la comunidad.

tomaba agua requirió varios pagos no convenidos inicialmente. Aunque la comunidad llegó a solicitar la intervención del Ayuntamiento, éste no fue capaz de resolver favorablemente debido a que no había ningún documento que respaldara el trato. A pesar de que el dueño del predio era vecino de la comunidad y a la vez ejidatario, no se garantizó que los principios de solidaridad para el abasto de agua funcionaran en este caso. Por otra parte Rancho Viejo ha regulado el crecimiento del poblado mediante el control del derecho a conectarse a la red comunitaria del agua; este derecho está reservado para los pobladores originales y sus familias inmediatas, quienes introdujeron el agua al pueblo. Se explica así porque a pesar de estar en el área de fraccionamiento de las parcelas ejidales, cercana a la conurbación, este pueblo no ha crecido tanto como otros de la misma zona; quienes han comprado lotes adyacentes al pueblo han tenido que tomar agua directamente del río Pixquiatic.

El único caso conocido de la compra de un predio para abastecerse de agua, es el que se dio mediante la compra de una parcela del ejido San Antonio, por parte del comité de agua de la colonia campestre la Pitahaya-Zoncuantla. En esta experiencia, la colonia perdió parcialmente el control sobre su sistema de agua en el momento en que éste fue incorporado al organismo operador del sistema de agua de Coatepec (CMAS), lo que permitió a éste organismo otorgar tomas de agua a particulares más allá de la capacidad acordada con el dueño original del predio, quien se quejó del incumplimiento por parte de la colonia. El otorgamiento de tomas de agua ha propiciado que la colonia crezca mucho más de lo previsto por quienes promovieron la introducción del agua. Los colonos cuentan con un Comité de agua, parte de la Asociación de vecinos del Pixquiatic Zoncuantla. Este Comité ha establecido acuerdos con la CMAS de Coatepec para dar su visto bueno a la instalación de tomas de agua, cuidando de que los solicitantes no estén buscando desarrollar fraccionamientos en los predios para los que solicitan la introducción de agua potable.

## **Conflictos en torno al agua**

Hasta ahora el acceso al agua no es un problema agudo entre la población que vive dentro de la subcuenca, donde la cantidad y calidad es aún suficiente. En cambio las tensiones se acrecentan con actores o poblaciones fuera de la misma. Como se vio en el capítulo II, por el crecimiento de la zona conurbada de Xalapa fue necesario traer agua desde una parte más alta del Pixquiatic y de otra subcuenca también perteneciente a la cuenca del río Antigua; la del río Huitzilapan (véase

figura 2). Esta obra ocasionó una serie de conflictos y la necesidad de establecer acuerdos con las diferentes comunidades por donde pasó. En el caso particular de Rancho Viejo las parcelas ejidales de sus habitantes fueron afectadas por la introducción del acueducto que conduce agua del Huitzilapan. Ante el incumplimiento de los acuerdos firmados con CAEV y CMAS de Xalapa (rehabilitación de caminos y dotación de un tubo de 2 pulgadas tomada del acueducto de Huitzilapan) la comunidad ha encabezado en dos ocasiones la toma de instalaciones que llevan agua a la ciudad.

Existen tensiones más directas por el acceso al agua, como sucede entre los productores de trucha que se ven afectados por la extracción de agua en las presas derivadoras del medio Pixquiác y en el Xocoyolapan. Durante el estiaje ambas presas desvían la totalidad de ambos ríos hacia el sistema de agua de Xalapa, forzando a los productores que pueden, a criar sus truchas río arriba. Además la deforestación río arriba provoca arrastre de sedimentos que afecta a las granjas trutícolas, por lo que este sector tiene fuertes intereses en la conservación de los bosques del área. Entre quienes se dedican a esta actividad también surgen tensiones debidas a la proximidad de una granja con otra, provocando exceso de nutrientes en el flujo que llega a las granjas ubicadas río abajo.

En el ejido El Agua de Los Pescados se presenta otro caso de tensión por el acceso al agua, ya que los manantiales localizados en el área forestal del ejido (dentro del PNCP) fueron concesionados para abastecer de agua a Xalapa en la década de 1950. Desde el 2007 el ejido recibe un subsidio de CONAFOR a través del programa de pago por servicios ambientales hidrológicos (202 mil pesos anuales por la conservación de 614 hectáreas de bosque), en el 2010 PROSAPIX aportó una compensación similar con recursos del Fideicomiso ABC (que correspondían al año fiscal 2009); solo a partir del 2010 CMAS de Xalapa se ha comprometido a otorgar una compensación a este ejido, también a través del PROSAPIX. Sin embargo, la comunidad de Los Pescados se abastece de pozos que dan agua de mala calidad, mientras que sus cultivos de papa no pueden competir con los productores que tienen riego en el valle de Perote. Frente a esta situación los pobladores de Los Pescados se sienten atraídos a cerrar las válvulas de agua -como lo hacen los habitantes de Quimixtlán- para demandar a Xalapa una compensación económica o en especie, además del acceso a una parte del agua que sale de su ejido.

En el cuadro 19 presentamos una síntesis de los distintos tipos de conflictos ambientales que hemos identificado en la subcuenca, ya sea que los afectados directamente habitan en este espacio, o que los impactos afectan a otros actores o

**Cuadro 19. Conflictos ambientales en la subcuenca**

Tipo de conflicto	Manifiestos	Actores	Latentes o no explícitos
Cambios de uso del suelo en áreas de protección a cauces, pendientes, manantiales o bosques.	Fraccionamientos en zonas protegidas de uso restrictivo (mun. Coatepec).	Asociación de vecinos Pixquiatic Zoncuantla.	Posible urbanización de áreas de protección a bosques y manantiales. Crecimiento de demanda de agua por urbanización no regulada. Contaminación por drenajes y basureros irregulares. Deslaves o inundaciones por eventos climáticos extremos.
Conflictos intercomunitarios por el agua.	Sin volverse evidentes.		Aumento de conflictos sociales Ingovernabilidad Escasez de agua en localidades pequeñas. Conflictos entre pueblos.
Conflictos subcuenca proveedora de agua, dueños de bosques /usuarios.	Disminución de aforo de agua por cambios de uso del suelo y deforestación. Erosión /sedimentación Turbiedad del agua.	COCUPIX y comunidades de la subcuenca apoyados por mecanismos de compensación por SA. Ejidos excluidos de mecanismos de PSA.	Pérdida de masa cobertura forestal, afectación capacidad infiltración de agua. Reducción en el flujo de agua de los arroyos. Mala calidad del agua.
Conflictos en torno a la tala no regulada.	Campesinos dedicados a esta actividad, multados o detenidos.	Uniones de “burreros”, leñadores, cimbreros (en el pasado).	Cambio en la densidad de los fragmentos de bosque, pérdida de hábitats y de especies.

**Cuadro 19. Continúa**

Tipo de conflicto	Manifiestos	Actores	Latentes o no explícitos
Conflictos entre dueños de bosques y taladores que roban la madera.	Ejido San Andrés, San Antonio.	Ejido San Andrés a favor de cambio de uso del suelo; caminos hacia el área forestal.	Cambio de uso del suelo. Pérdida de masa forestal. Fragmentación del bosque para uso urbano de baja densidad.
Conflictos entre saqueadores externos de flora y fauna y población local	Descontento de dueños de recursos. Escasa respuesta.	Ejidos San Pedro, San Antonio, San Andrés. Escasa respuesta institucional.	Pérdida de biodiversidad y de recursos económicos.
Contaminación de ríos por excrementos de ganado, uso de pesticidas y por basura.	Afectación a productores de truchas. Ciudad de Xalapa y zona conurbada. Calidad del agua.	Asociación de productores de truchas. Ganaderos locales. Comunidades. COCUPIX, Red de monitoreo comunitario del agua. Comités playas limpias. Guardianes del río. Redes de monitoreo comunitario del agua.	Pérdida de fauna acuática. Afectación de ecosistemas riparios y costeros.
Negación de concesiones de agua (veda).	Negación de CONAGUA al uso de facto del agua hecho por truticultores y comunidades.	Asociación de productores de trucha. CONAGUA.	Productores de trucha establecidos usan el agua sin concesiones.

grupos de interés fuera de sus límites. Hablamos de conflictos manifiestos y latentes o no explícitos. Los primeros se refieren a expresiones explícitas que llevan a medidas de agresión, autodefensa, manejo sustentable o negociación en la medida en que hay efectos sentidos de acciones o actividades que perjudican no sólo al

medio ambiente sino a personas en particular que hacen uso de los recursos naturales. Los conflictos latentes o no explícitos son aquellos que afectan los bienes comunes, que tienen repercusiones de mediano plazo y de los cuales nadie se ha portado garante o responsable o son abanderados por grupos del movimiento ambientalista que visualizan los impactos a mediano y largo plazo de estos conflictos y analizan, denuncian o instan a las autoridades a actuar.



## CAPÍTULO 5

# El Comité de cuenca del río Pixquiac: ensayos para crear una plataforma social de cogestión y su instrumento de financiamiento

---

Tajín Fuentes, Luisa Paré

El énfasis de este capítulo está puesto en el Programa de Compensación por Servicios Ambientales del Pixquiac (PROSAPIX) ya que éste representa la parte sustancial de la experiencia sistematizada en este libro. El PROSAPIX es un mecanismo local que busca adecuarse a las condiciones locales y fortalecer el control sobre su territorio de parte de los grupos sociales dueños de los bosques. Hasta el momento ellos han estado confinados a las únicas opciones que les dejan las políticas públicas y las leyes del mercado: deforestación para cambiar el uso del suelo hacia cultivos más rentables o para los cuales existen financiamientos en agricultura a contrato.

En el país existe por lo menos una decena de mecanismos locales diseñados con un enfoque de participación local, cuyo conocimiento y difusión es de gran importancia para integrar y respetar la diversidad sociocultural y natural de cada región y conservar o recuperar el control territorial. Es en esta perspectiva que se inscribe nuestra iniciativa.<sup>1</sup>

Uno de los elementos centrales del Proyecto de cogestión de la subcuenca del Pixquiac ha sido la conformación de una plataforma para la participación social y de un sujeto social colectivo que comparta y sostenga el interés por el cuidado de esta subcuenca. En 2006, cuando dio inicio el proyecto, no existía un sujeto social en el

---

1 La mayoría de estas iniciativas está integrada en el Grupo de aprendizaje Cuencas y Ciudades impulsado por el FMCN.

sentido que le damos a este concepto (Capítulo I), ni tampoco un espacio de participación de estas características. Quienes habían participado en la movilización contra el libramiento que, como mencionado al inicio fue el punto de partida de este proceso, eran pocos y no pertenecían a organización local o regional alguna. Un objetivo de este tipo no se logra simplemente constituyendo formalmente una organización, si no que es resultado de la construcción de un proceso organizativo y de la maduración de una visión compartida de la cuenca.

En este capítulo narramos la conformación del Comité y de sus características y analizamos las limitaciones y tareas pendientes para lograr que el Comité de Cuenca del río Pixquiac (COCUPIX) se constituya en el sujeto e instancia capaz de abrir el espacio de participación social desde el cual se puedan articular las políticas públicas y las iniciativas de otros sectores a favor de un desarrollo sustentable en la subcuenca. Los logros concretos alcanzados por el Comité a través de su instrumento de financiamiento -el Programa de Servicios Ambientales del río Pixquiac o PROSAPIX- serán abordados al final de este capítulo, aunque cabe señalar que las historias de uno y otro -plataforma de participación e instrumento de financiamiento- están tan estrechamente entrelazadas que no es posible entenderlas por separado. Antes y de manera vinculada con el capítulo anterior, reconstruimos el proceso de identificación y acercamiento a los actores sociales.

## **Estrategia de acercamiento a los actores sociales y ruta de intervención (2006-2009)**

Para lograr una visión completa de las condiciones en que se ha desarrollado esta propuesta de cogestión de la subcuenca y la conformación del COCUPIX es necesario abordar primero la manera en que identificamos y nos aproximamos a las instituciones, grupos y personas para trabajar de manera conjunta. Particularmente nos interesan aquellos *actores sociales* que en el pasado impulsaron acciones por la búsqueda de cambios en la organización de la vida cotidiana o de la vida política de esta región. La primera precisión es que no se puede definir de antemano quienes son o no son *actores sociales*, de acuerdo a las definiciones presentadas, tal como lo discutimos a continuación.

Norman Long (1992) siguiendo a Hindess, previene sobre equiparar a los actores sociales con “colectividades”, aglomerados o categorías sociales que no cuentan con formas discernibles para formular o dar seguimiento a *decisiones* el uso de este concepto únicamente en entidades con poder de agencia. La agencia

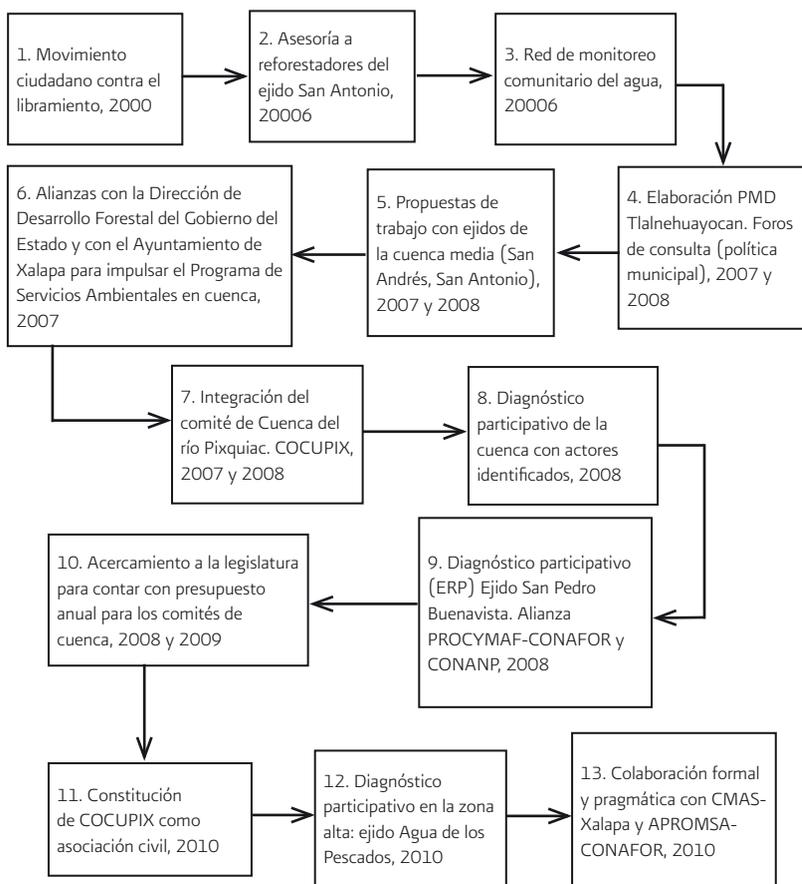
es propia de personas, grupos o instituciones que tienen capacidad para dar a sus acciones un sentido propio, consciente o inconscientemente, con orientaciones y expectativas determinadas haciendo uso de sus conocimientos y valores, todo ello para lograr sus fines.

La identificación de actores en nuestro caso fue resultado de un proceso generado a partir de una movilización ciudadana contra un megaproyecto. En él, nosotros mismos como actores, encontramos a otros con quienes compartimos información y dudas, puntos de vista y decisiones comunes, buscando incidir en decisiones tomadas a otro nivel. Paralelamente, como resultado de estas acciones conjuntas, distintos grupos y personas emprendieron acciones que fueron, a su vez, objeto de diversas consultas y colaboraciones. Ha sido de esta manera como nos hemos acercado y hemos sido abordados por otras personas con inquietudes y necesidades compartidas. En la medida en que estos individuos pertenecen a agregados sociales más amplios, como asambleas ejidales o asociaciones de productores, hemos ampliado los círculos de relaciones hasta llegar al mapeo social que presentamos en esta sección.

Este acercamiento a los actores sociales, ha sido el resultado de un proceso constante y flexible, que se fue ajustando a la agenda del grupo de trabajo y a las circunstancias. Como ya se describió, en el 2006 se inició con compromisos establecidos con los campesinos aliados que participaron en el movimiento contra el libramiento, (figura 25, -1-). Por esta razón se empezó a trabajar en los ejidos de la cuenca media, es decir, en San Antonio Hidalgo y en San Andrés, a pesar de que el territorio del primero no es tan estratégico para los servicios ambientales de Xalapa. Algunos ejidatarios de San Antonio y San Andrés habían iniciado trámites con CONAFOR para la reforestación en sus parcelas, lo que dio pauta para entablar una relación de apoyo técnico con ellos. Los contactos eran individuales por lo que se buscó formalizar una relación de colaboración con las autoridades y asambleas ejidales (fig.25 -2-). En estas asambleas se hizo una invitación a los que voluntariamente quisieran incorporarse a un proyecto de restauración de cuenca, donde se haría énfasis en la reforestación con especies nativas. La figura 25 representa de manera esquemática las diversas vías transitadas o la ruta crítica desde el inicio de este proyecto, hasta 2010.

Para el caso del ejido San Antonio se encontró eco en algunos de sus representantes, lo que facilitó la conformación de una agenda de trabajo. Sin embargo en el ejido San Andrés fue diferente. Se invitó a los ejidatarios a incorporar en conjunto el área forestal del ejido (parcelada) en el Programa de Compensación por Servicios

**Figura 25. Ruta de intervenciones hacia la cogestión de la cuenca del río Pixquiác (2000-2010)**



Ambientales, sin embargo en el momento de definir compromisos y responsabilidades, respondieron pidiendo una gratificación para realizar labores de vigilancia que son difíciles por ubicarse a tres horas a caballo del poblado. Al no ser posible entablar una relación de trabajo aprobada por la Asamblea se optó por el trabajo con ejidatarios a título individual.

El hecho de que el ejido de San Andrés haya parcelado completamente su territorio con el PROCEDE, incluyendo las 500 has del fragmento de bosque mesófilo más extenso de la región, hace que esta zona sea muy codiciada por los taladores

y carboneros. Para muchos es preferible mantener la gestión tradicional con sus líderes, pues defienden sus intereses ante la asamblea ejidal y las instituciones. Por otro lado la mayoría está interesada en que se abra un camino por el bosque para proceder a cambio de uso de suelo; en otras palabras no hay una valoración de este bosque para fines de conservación.

Una coyuntura que facilitó el trabajo inicial en el municipio de Tlalnelhuayocan y con los ejidos ubicados en este territorio se generó porque un miembro de nuestro equipo participaba en el COMUDERS municipal lo que le permitía contacto con los productores rurales. Con el cambio de gobierno municipal en 2007, el presidente electo nos invitó a elaborar su Plan Municipal de Desarrollo, invitación que consideramos como la oportunidad de colocar en la agenda municipal una propuesta de gestión de cuenca. Nos dimos a la tarea de ampliar la participación de los habitantes del municipio e incluir sus necesidades y visiones mediante la realización de foros de consulta en todo su territorio, involucrando a diferentes sectores y actores locales. Sin embargo, una vez entregado el Plan, éste se utilizó únicamente como requisito para obtener el presupuesto municipal, sin que su contenido, a lo largo de tres años fuera aprovechado para orientar la administración municipal. Con el paso del tiempo se ha establecido una relación eventual con la coordinadora del COMUDERS, quien participa en el Comité de cuenca en representación del municipio.

Al iniciar el segundo año de trabajo (2008), el ejido San Pedro Buenavista del municipio de Acajete (ubicada en la zona media-alta de la cuenca) tuvo conocimiento del trabajo que se estaba haciendo en los dos ejidos colindantes, por lo que nos invitaron a exponer la propuesta ante su Asamblea. De esta forma se inició una relación de trabajo con ellos, partiendo de un ejercicio de diagnóstico rural participativo (DRP). Un factor que ha facilitado el trabajo con este ejido, es que a diferencia de San Antonio y San Andrés (totalmente parcelados), éste cuenta con áreas forestales de uso común, lo cual hace que el ejido tenga más vida orgánica, a la par que más conflictos, ya que las decisiones sobre estas áreas se toman en la asamblea.

La ampliación hacia la zona alta de la cuenca se generó a partir de la invitación del director del Parque Nacional Cofre de Perote (CONANP) para presentar nuestra propuesta de trabajo en el ejido El Agua de Los Pescados (donde se ubica el nacimiento del Pixquiác), cuya asamblea decidió incorporarse al COCUPIX (2009) y a la vez estuvo de acuerdo en realizar un ejercicio de DRP. En este ejido la propiedad comunal sobre las áreas forestales (igual que en San Pedro), ha facilitado la

incorporación colectiva tanto en el Comité de esta subcuenca y en el PROSAPIX, por lo que en el año 2010 se inició el diagnóstico y la planeación participativa.

## La conformación del COCUPIX

El proceso de construcción de espacios de participación a nivel de subcuenca (figura 25 -7-) empezó en el 2007 con la convocatoria a una primera reunión de grupos de interés, invitando a autoridades ejidales, funcionarios, grupos de trabajo en comunidades, académicos y otros. Ese año realizamos un diagnóstico participativo de la problemática de la subcuenca, ejercicio que se desarrolló a lo largo de dos asambleas y tuvo como resultado la zonificación de la misma en tres zonas geográficas que corresponden a los distintos tipos de problemas en la parte baja, media y alta de la misma.

No es fortuito que una división de la subcuenca a partir de sus problemas y la presencia de actores sociales, coincida en términos generales con la zonificación realizada a partir de estudios especializados como el balance hídrico, tomando en cuenta criterios como relieve, topografía y vegetación (Cap. 3). Así por ejemplo, la zona de planicies y lomeríos bajos en valles cercanos al río Pixquiac, experimenta un conjunto de problemas distintos a los que afectan la parte media o alta de la misma. A partir de la información técnica y la proporcionada por los integrantes del Comité se definió un programa general de trabajo para el COCUPIX, que a su vez ha sido la base para orientar la planeación del uso de los recursos del PROSAPIX entre el 2007 y 2009.

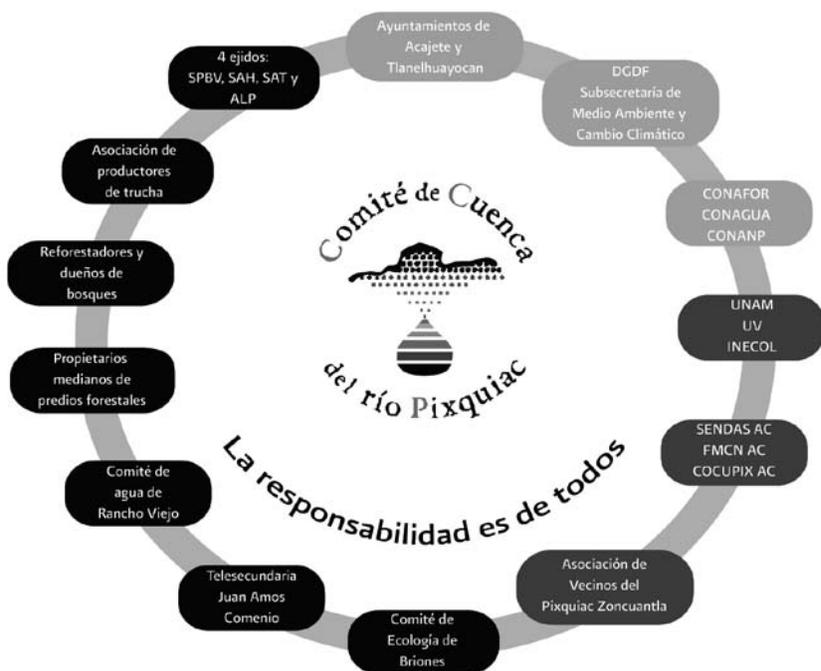
En el transcurso de las gestiones para conseguir recursos para los ejidos con los que se inició el trabajo de rehabilitación de la subcuenca, el equipo promotor se acercó a la Dirección General de Desarrollo Forestal del Gobierno de Veracruz (DGDF) en el momento en que estaban por lanzar la Iniciativa ABC (para la Conservación y Restauración de Aguas, Bosques y Cuencas, ver capítulo 2). Encontramos claras convergencias entre la propuesta nuestra de Cogestión de la subcuenca, que enmarcaba a las incipientes reforestaciones apoyadas por CONAFOR y los planteamientos de dicha Iniciativa ABC del gobierno de estado. El titular de la DGDF, a su vez, facilitó el vínculo con el Ayuntamiento de Xalapa, que enfrentaba el descontento de los usuarios del agua por el reciente aumento del 30% en las tarifas. Para paliar el descontento el Ayuntamiento había ofrecido destinar parte de los recursos al cuidado de las fuentes de agua de la ciudad mediante un pago por servicios ambientales a los dueños de recursos forestales; sin embargo carecía de una propuesta

concreta para desarrollarla y operarla (figura 25 -6-). Con ello se nos presentó una coyuntura importante y única para incidir en la rehabilitación de la subcuenca que abastecía de agua a Xalapa. El gobierno municipal se mostraba dispuesto a aportar recursos para propiciar un mecanismo de financiamiento que vinculara a los usuarios de los servicios ambientales (SA) con la población rural asentada subcuenca arriba. Este era un objetivo planteado por el equipo como resultado final de los proyectos de investigación-acción que se estaban iniciando.

De esta forma, entre 2006 y 2007 el equipo SENDAS-IIS-UNAM diseñó lo que en un primer momento se llamó *Programa piloto de compensación por servicios ambientales y desarrollo rural de Xalapa (PCSAX)*. Durante el primer año (2006), el Ayuntamiento de Xalapa y la Comisión municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS) aportaron a través de SENDAS A.C., recursos para apoyar las actividades de reforestación. El instrumento legal que permitió la asignación de recursos al programa fue un acuerdo del cabildo de Xalapa, mismo que desde entonces ha tenido que ratificarse año con año (2006-2010). Este proceso llevó en julio de 2007 a la creación del Comité de la subcuenca del río Pixquiac (COCUPIX), como la instancia con la que el equipo operativo de SENDAS-UNAM y el Ayuntamiento de Xalapa podrían analizar, discutir y tomar decisiones respecto a las necesidades de la subcuenca, con la participación de otros actores sociales.

En principio participan en el Comité los presidentes de los municipios comprendidos dentro de la subcuenca (Xalapa, Coatepec, Acajete, Tlalnahuayocan), el organismo operador de agua de Xalapa (CMAS), instituciones gubernamentales federales (CONAFOR y CONAGUA) y estatales (DGDF, SDESMA), instituciones académicas (INECOL, Universidad Veracruzana, UNAM) y organizaciones de productores (tricultores, ejidos) y de la sociedad civil (asociaciones de colonos interesados en cuidar el río, además de SENDAS). La figura 26 esquematiza la composición del COCUPIX. Actualmente el Comité agrupa a más de cien personas representantes de grupos de interés e instituciones. La asamblea general es la máxima autoridad, la cual es delegada en una mesa directiva, mientras que el diseño de los planes anuales de trabajo son responsabilidad de una Comisión técnica, que presenta los planes anuales de trabajo a la asamblea para su aprobación. La operación de los mismos es a su vez delegada en un prestador de servicios técnicos, encabezado hasta ahora por SENDAS A. C., quien debe informar sobre los avances y uso de recursos a la asamblea. El esquema siguiente representa la conformación actual del Comité:

Figura 26. Esquema de la conformación del COCUPIX (2007-2011)



## La participación gubernamental y urbana en el COCUPIX

El supuesto básico que originó la colaboración entre la iniciativa de cogestión, el Ayuntamiento de Xalapa y algunas instituciones gubernamentales, era que la sustentabilidad en el manejo de las subcuencas que abastecen de agua a la ciudad ocupaba un lugar importante en la agenda del municipio. Sin embargo en los primeros cuatro años de operación, sobre todo con el cambio de gobierno municipal de 2008 a 2010, encontramos que ese supuesto no era evidente y fue imposible formalizarlo, pues siempre dependió de la voluntad política del presidente municipal en turno.

El Ayuntamiento de la administración 2008-2010 no asumió una participación constante ni mostró interés en las reuniones del Comité, pues nunca mandó a la misma persona para asegurar un seguimiento, hasta que finalmente dejó de asistir. Además la suspensión unilateral de financiamiento al PROSAPIX en el 2009 ilustra la falta de interés por parte del Ayuntamiento. Algunos funcionarios de CMAS ex-

plicaron el retiro de su aportación económica, argumentando no estar convencidos de que el programa se enfocará correctamente al cuidado de las fuentes de abasto en el Pixquiac.<sup>2</sup> Esto debido a que el PROSAPIX se orientó inicialmente hacia la zona media y no a la zona alta, donde ellos consideraban que deben dirigirse todas las inversiones, pues es donde se ubica la primera presa que lleva agua a Xalapa.

Si bien se lograron avances significativos en los primeros tres años (que veremos en el capítulo siguiente), éstos fueron posibles con el inconveniente de no contar con un marco institucional y jurídico bien definido de parte del Ayuntamiento. De este modo hubo que realizar un cabildeo constante y desgastante año con año para que el programa se mantuviera. Más allá de los acuerdos anuales de cabildo, en el Ayuntamiento no existen cuerpos consultivos ciudadanos reales donde se pueda discutir la necesidad de un proyecto de este tipo, donde se pueda generar una apropiación real del Programa, o donde la sociedad pueda apelar o insistir para que el programa continúe.

En el discurso de la administración estatal del periodo 2005-2010, el Fideicomiso ABC ha sido una de sus principales contribuciones a la política ambiental y uno de los ejes estratégicos del Plan de Desarrollo Estatal; sin embargo, en los hechos el gobierno del estado no lo dotó de los fondos necesarios para atraer y generar aportaciones significativas hacia la restauración de cuencas.<sup>3</sup> Dada la importancia del Fideicomiso ABC para impulsar una política integradora del sector forestal con la conservación y restauración de cuencas para el abasto de agua de las principales ciudades del estado, la DGDF invitó al COCUPIX a integrarse como órgano auxiliar de dicho Fideicomiso. El Comité aceptó, de la misma manera que también gestionó ser reconocido como órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Tuxpan Jamapa, de CONAGUA. A través de estas medidas el COCUPIX procura

---

2 Sin embargo los resultados presentados a lo largo del 2009 en diversas reuniones del comité técnico del COCUPIX respecto al balance hídrico y la determinación de zonas prioritarias para restauración o conservación resultantes de este estudio, señalan que la zona media es el área prioritaria (por las pendientes abruptas y mayor cantidad de precipitación e infiltración), amén de que en esa zona se reabastecen los ríos antes de entrar en las dos presas derivadoras ubicadas en esa sección de la subcuenca.

3 En julio del 2010 el Gobierno de Veracruz, hizo público el decreto que autoriza a la Comisión de Agua del Estado de Veracruz (CAEV) tomar el 1% a la facturación de los usuarios del agua en todos los municipios en los que el servicio de agua potable no está municipalizado para transferirlos al Fideicomiso ABC. A cuatro meses de iniciada la nueva administración, en abril de 2011, esta transferencia aún no se realizaba.

insertarse en los espacios de participación social para la toma de decisiones, abiertos por el Estado, y enfocados en la definición de políticas públicas en el ámbito de las cuencas y subcuencas.

Como reflejo de esta dinámica institucional hasta el momento de escribir estas líneas, en el Fideicomiso ABC sólo han sido conformados cinco o seis comités de subcuenca en todo el estado de Veracruz. Dos fueron promovidos por organizaciones civiles interesadas en procesos autogestivos, el COCUPIX y el Comité del Texizapan, los dos que operan realmente, y el tercero es un comité promovido por el propio Fideicomiso para apoyar a los trabajos de CONANP en el área del Parque Nacional Cofre de Perote.

La afiliación al Fideicomiso ABC permite al Comité promover la planeación participativa desde los espacios contemplados por la Ley y abre la puerta para recibir recursos públicos, como sucedió en el 2008 y 2010, cuando tanto CMAS, como el gobierno del estado, a través de la DGDF depositaron y administraron sus aportaciones en la subcuenta del comité del Pixquiac dentro del Fideicomiso. Como se mencionó más arriba, en 2009 el Programa de la subcuenca del Pixquiac fue interrumpido dado que ni el gobierno del estado ni el Ayuntamiento de Xalapa, sin explicación alguna, hicieron sus aportaciones en la subcuenta correspondiente. Ese fue un año de elecciones intermedias, además que al interior del Fideicomiso hubo lo que fue denominado un fraude en la propia institución.

Ante tal incertidumbre financiera, en el 2010 se conformó una asociación civil (figura 26), el Comité de Cuenca del río Pixquiac (COCUPIX, AC) de manera que pudiera recibir recursos y disponer de otras opciones para continuar con la operación de los proyectos, sin depender necesariamente del Fideicomiso ABC o de CONAGUA. Durante el 2010 el Comité técnico del COCUPIX logró un nuevo acercamiento con CMAS-Xalapa, esta vez a través de su dirección de operación y finanzas (anteriormente el contacto había sido a través de su director general). Al conocer nuestros resultados sobre el balance hídrico y la identificación de zonas prioritarias en el Pixquiac, la dirección de operación y finanzas de CMAS mostró interés por participar en el COCUPIX y promovió ante su órgano de gobierno una aportación de medio millón al PROSAPIX para ese año proveniente de su presupuesto, así como un punto de acuerdo para incrementar dos pesos por recibo a partir de 2011, destinado al programa de servicios ambientales.

Para el gobierno del estado y su Fideicomiso, el Comité representa un acierto en su intención de promover la estrategia de manejo de una subcuenca y, sobre todo, para su imagen pública, en los escasos momentos de entrega de recursos con

cobertura de prensa. Hasta el momento, si bien la participación de la representación del gobierno estatal en el Comité ha sido respetuosa de la autonomía de éste, no parece haber suficiente respaldo por parte del Ejecutivo estatal para que estos comités puedan realmente ser instancias de planeación regional o para cumplir con los objetivos del Programa Veracruzano de Desarrollo al respecto.

La población urbana que se beneficia directamente de los SA de la subcuenca participa muy poco dentro del Comité, normalmente se restringe a la participación a título personal por parte de investigadores y ambientalistas que colaboran en las mismas dependencias de gobierno, instituciones académicas u OSC que integran al COCUPIX. En efecto no existen asociaciones de usuarios o de la sociedad civil enfocadas en la cuestión el agua. Las excepciones son dos asociaciones de colonias campestres<sup>4</sup> asentados en la rivera del Pixquiac en su zona baja, cuya participación en el Comité es a través de representantes nombrados por sus asociaciones. En general las instituciones gubernamentales y las asociaciones de colonos participan de manera poco activa y tienden a actuar sólo cuando son convocados o solicitados por parte del grupo promotor de la iniciativa de cogestión de la subcuenca. A la fecha el Comité no ha incorporado a actores sociales netamente urbanos, como son por ejemplo, grupos que se han movilizadocoyuntural y puntualmente para demandar mejoras en los servicios de agua potable o por exigir frenar obras que afectan sus recursos (basureros o fraccionamientos que afectan sus fuentes de agua). Los empresarios constituyen un sector que sería prioritario sensibilizar a esta problemática. En síntesis, el COCUPIX es una instancia joven que sigue dependiendo de la iniciativa del equipo SENDAS-UNAM y de un reducido número de colaboradores de la U.V. y del INECOL. Su membrecía fundamental es la representada por los ejidatarios que conforman los distintos grupos de trabajo.

## La participación rural en el COCUPIX

Por el lado de las comunidades y de los propietarios privados ubicados en la subcuenca, el universo atendido hasta el momento no cubre la totalidad de este espacio, sino únicamente cuatro ejidos de la zona media y otro de la zona alta. Aún ahí, a pesar de la participación en reuniones del Comité, no sabemos hasta qué punto los campesinos han comprendido la función de este espacio. Los ejidos que participan en el Comité enfrentan un proceso creciente de disminución de su capacidad

---

4 Asociación de vecinos del Pixquiac-Zoncuantra y de Briones.

de convocatoria, toma de decisiones y capacidad de organización (véase el capítulo 4). Los intereses de un número creciente de ejidatarios no son representados o no pueden ser resueltos en el ámbito ejidal, al grado que recurrentemente, en dos de los cuatro ejidos donde trabajamos (San Antonio y San Andrés, parcelados en su totalidad), en los últimos años las asambleas no pueden sesionar por falta de *quórum* legal y éstas se realizan hasta en tercera convocatoria.

La realización de talleres de diagnóstico participativo y de planeación comunitaria nos ha permitido empezar a dibujar este proyecto común en torno a un manejo sustentable de los recursos naturales y a desarrollar vínculos organizativos al interior de los ejidos y entre éstos. Estos talleres son los que dan pie a los planes de trabajo en cada comunidad. Sin embargo, a cuatro años de trabajo con las comunidades campesinas de la subcuenca apenas se han iniciado mínimos avances en la construcción de relaciones distintas al clientelismo político profundamente arraigado en la cultura rural. Según la tipología propuesta por Pretty (1995), podemos decir que la participación prevaleciente en el Comité es de tipo pasiva (la gente participa cuando se le dice qué va a pasar o qué pasó por parte de una administración o dirección de proyecto), y fuertemente motivada por los beneficios materiales que se espera obtener.

Si concebimos la construcción de nuevas formas de relación como un proceso, podemos decir que entre algunas personas y grupos involucrados en las actividades apoyadas por el PROSAPIX, la participación tiende a ser funcional (procesos dependientes de los agentes externos que las impulsaron, pero que pueden llegar a volverse independientes) y que es de esperar un largo trecho antes de que se den procesos participativos interactivos o de movilización autónoma. Debido a las prácticas anteriores respecto al estilo de gestión, tardará un tiempo para que los campesinos tengan un papel más propositivo en este espacio y no sólo lo vean como el lugar donde a veces reciben cheques. En el capítulo 6 desarrollamos con ejemplos concretos la metodología y formas de interacción entre asesores y grupos locales para profundizar en la apropiación del proceso y de las nuevas prácticas no sólo en lo técnico sino en lo organizativo.

## Limitaciones y retos para la cogestión

La iniciativa de cogestión de cuenca tiene aún muchas limitaciones, sin embargo los avances cualitativos alcanzados demuestran la bondad de un trabajo concertado a nivel de subcuenca. Se ha logrado una incipiente colaboración con

los municipios y comunidades de la zona media y alta para adoptar algunas de las prácticas de manejo recomendadas y canalizar recursos hacia éstas. Sólo en un municipio, el de Acajete, se ha logrado en un nivel incipiente, un intercambio de información eventual entre el Presidente municipal y el equipo técnico, y sinergias en la visión del tipo de proyectos a desarrollar en la subcuenca. Los ejercicios de diagnóstico comunitario y de planeación emprendidos con las comunidades, con apoyo del PNCP-CONANP y el PROCYMAF de CONAFOR, han conducido a tomar decisiones importantes tales como iniciar programas de manejo para un aprovechamiento sustentable del bosque, o declarar zonas de conservación en los fragmentos de bosque mesófilo en las áreas ejidales de uso común. En el municipio de Tlalnelhuayocan, a pesar de que elaboramos el Plan Municipal de Desarrollo, no hubo interés en mantener una colaboración para su ejecución en el espacio correspondiente a la subcuenca. Esto se debe a que estos municipios pequeños en la práctica son dirigidos por representantes del gobierno del estado; éstos a pesar de nuestra alianza con su instrumento de manejo de subcuenca el Fideicomiso ABC, no han facilitado la colaboración entre los Ayuntamientos con grupos de la sociedad civil que tienen una posición de autonomía respecto al aparato de gobierno. En otros casos la colaboración se dificulta dado que los cargos son otorgados a quienes hay que pagar una factura por la obtención de votos.

En el siguiente recuadro tratamos de sintetizar las principales limitaciones y retos que enfrenta COCUPIX.

- Insuficiente apropiación del COCUPIX por parte de todos los sectores involucrados (organismos operadores del agua, municipios, propietarios de tierras cuenca a arriba, usuarios del agua en la ciudad).
- Cultura democrática y cívica poco desarrollada entre las dependencias de gobierno, población rural y urbana.
- Función meramente formal asignada al COCUPIX dentro de las estructuras de participación gubernamentales.
- Falta de marcos jurídicos que le den estabilidad a los horizontes de planeación y de colaboración estable con los usuarios reconocidos por CONAGUA.
- Montos netamente insuficientes para frenar los procesos destructivos presentes en la subcuenca.

Figura 27. Toma de instalaciones de CMAS-Xalapa por campesinos de Quimixtlan, Puebla.



En el siguiente apartado se describe y analiza el PROSAPIX, es decir, el Programa de servicios ambientales impulsado por COCUPIX.

### **El Programa de compensación por servicios ambientales y desarrollo rural integral del Pixquiac (PROSAPIX)**

El PROSAPIX es el mecanismo de financiamiento para el Proyecto de cogestión de subcuenca, en este sentido no es un fin en sí mismo, sino una herramienta para impulsar el desarrollo local que permita reducir la presión sobre los recursos naturales e impulsar las capacidades locales. El programa inició en 2006 como una iniciativa piloto de PSA (ver figura 25) que fuera consistente con la promoción de una Cogestión integral de la cuenca del Pixquiac, y tuvo la ventaja de aprender las

lecciones de los dos programas de pago por servicios ambientales que lo antecedieron en la región: el FIDECOAGUA del municipio de Coatepec, y el Programa de pago por servicios ambientales hidrológicos de CONAFOR.

Durante los dos primeros años el instrumento de financiamiento fue conocido como el Programa de compensación por servicios ambientales de la ciudad de Xalapa (PCSAX), siendo en el año 2008 cuando adoptó su nombre actual: PROSAPIX. El cambio de nombre se debió a que el programa recibió financiamiento de otras fuentes, distintas a Xalapa, lo que aunado al hecho de que los recursos fueran canalizados a través del Fideicomiso ABC, llevó a replantear la identidad del programa como una iniciativa que no era ya únicamente de Xalapa. Entre 2006 y 2010 tanto CMAS, como el Ayuntamiento de Xalapa aportaron recursos de su presupuesto corriente, es decir, sin cargar una cuota específica a los usuarios del agua. Durante el 2006 y 2007 SENDAS A.C. fungió a la vez como gestor y operador del programa teniendo como único marco jurídico los acuerdos anuales del cabildo xalapeño autorizando las aportaciones y las cartas compromiso que cada beneficiario individualmente firmó con el Ayuntamiento de Xalapa. Fue hasta el 2008 que la participación de SENDAS A.C. se formalizó mediante el acuerdo de asamblea del COCUPIX que ratifica a esta asociación civil en una de las funciones que venía desempeñando desde antes: prestador de servicios técnicos responsable de la operación del PROSAPIX (figura 28). Al mismo tiempo este acuerdo define la gestión y planeación del programa, como atributos que corresponden al COCUPIX.

A lo largo de sus años de operación se han ido modificando los criterios de operación del PROSAPIX, por un lado porque los resultados de las investigaciones desarrolladas por nuestro proyecto han ayudado a comprender mejor la dinámica socioambiental de la subcuenca y, por otro, porque la misma experiencia ha llevado a realizar ajustes prácticos. Sin embargo, las premisas básicas del programa se han mantenido desde su inicio:

- El programa no es un fin en sí, es un instrumento de financiamiento para apoyar la cogestión y el manejo integral de la subcuenca.
- El desarrollo de alternativas productivas es la condición indispensable para generar condiciones que permitan conservar los bosques y fuentes de agua a largo plazo.
- El programa apoya la conservación de SA en conjunto (biodiversidad, servicios hidrológicos), pues son interdependientes.
- La conservación no es entendida como “no tocar los recursos”, sino como un objetivo que se logra mediante el uso regulado y sustentable de los mismos.

- La inversión debe orientarse considerando criterios técnicos y sociales diseñados para las condiciones sociambientales locales.

Otro aspecto particular del PROSAPIX es la noción de compensación por SA adoptada en el programa para enfatizar que no se pretende pagar por los SA, ya que consideramos poco afortunado pues genera conflictos el tema de determinar un precio por los SA, además de que puede llevar a situaciones de chantaje del estilo que ya se da con Quimixtlán, la otra fuente de abasto de Xalapa: “si no me pagas por el agua que te produzco, te cierro las válvulas” (figura 27).

Con este enfoque se ha querido enfatizar la posibilidad de que la compensación no sea exclusivamente monetaria, sino que pueda tener forma de asesoría técnica o capacitación, por citar algunos casos. A partir de esta noción se abre también la posibilidad de que los montos de la compensación se determinen a partir de criterios que pueden tener más sentido para los dueños y usuarios de los recursos de la cuenca<sup>5</sup>. Entre ellos estaría el *costo oportunidad* necesario para *compensar*:

- I La pérdida de ingresos cuando el dueño inicia la restauración de suelos y bosque, abandonando para ello las actividades agropecuarias que antes realizaba en el predio.
- II La disminución de ingresos cuando se adoptan prácticas más conservadoras de aprovechamiento del bosque, o se opta por no cambiar el uso del suelo de forestal a agropecuario.
- III O los costos incrementales aparejados a la transformación de los sistemas productivos actuales, a fin de adoptar prácticas compatibles con el cuidado de los recursos naturales de la cuenca.

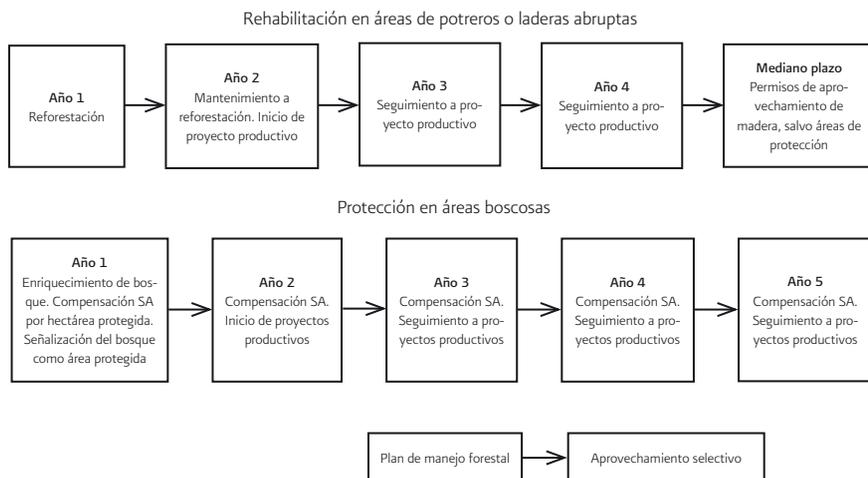
El PROSAPIX plantea un compromiso a cinco años entre los dueños de predios y el Comité de subcuenca. Los participantes, siempre y cuando reciban apoyos de manera ininterrumpida durante el lapso convenido, se comprometen a un progra-

---

5 El monto pagado por los otros programas de PSAH que operan en el Pixquiac (CONAFOR y FIECOAGUA) se determinó a partir de una evaluación hecha por el INE sobre la rentabilidad de terrenos agrícolas y ganaderos cercanos a las zonas forestales, donde la rentabilidad considerada se basó en los montos más bajos a nivel nacional (Muñoz-Piña et al., 2008, citado por González et al., 2008).

Figura 28. Secuencia de trabajo y estrategia del PROSAPIX

PCSAX. Secuencia de trabajo



Cuadro 20. Líneas y objetivos promovidos en los programas de trabajo del PROSAPIX

Conservación	Servicios ambientales Áreas voluntarias de conservación: reservas ejidales, privadas, y servidumbres ecológicas	Sensibilización ambiental y organización
Rehabilitación	Reforestación con especies nativas del bosque mesófilo. Plantaciones forestales maderables.	
Manejo forestal	Aprovechamiento sustentable de productos maderables Aprovechamiento sustentable de productos no maderables	
Reconversión productiva	Ordenamiento participativo Ordenamiento de usos del suelo y actividades productivas Reconversión productiva; intensificación de la ganadería, cultivo de alcatraz, ecoturismo.	
Calidad del agua	Monitoreo comunitario de la calidad del agua.	

**Cuadro 21. Conceptos apoyados por PROSAPIX**

Conceptos otorgados por PROSAPIX	Superficiemínima	Monto por hectárea	Fuentes de financiamiento
Reforestación	0.5 ha	\$ 2 000.00	CONAFOR y PROSAPIX
Mantenimiento de reforestación (2° y 3° año)	0.5 ha	\$ 2 000.00	CONAFOR y PROSAPIX
Conservación	1 ha.	\$ 1 000.00	PROSAPIX
Reconversión productiva	No hay	\$3, 000.00 por participante	PROSAPIX y diversas fuentes; CONANP, SEDARPA, SEMARNAT.

Nota: Cuando se menciona PROSAPIX como fuente de financiamiento, se incluye la suma de recursos de CMAS, Ayuntamiento de Xalapa y gobierno del estado.

ma de trabajo que sigue una secuencia cuya intención es generar paulatinamente opciones económicas compatibles con el cuidado de la subcuenca (figura 28), así como fomentar nuevos esquemas de relación entre el programa y las personas que participan en él.

Para evitar la simulación en el cumplimiento de los compromisos por parte de los dueños de predios, se hace un monitoreo anual en campo de los predios participantes. En el primer año un dueño de predio ingresa al programa realizando actividades de reforestación o conservación de bosques. En el segundo año, habiéndose verificado el cumplimiento de los compromisos contraídos, los interesados participan en algún proyecto de reconversión productiva (ecoturismo, floricultura, intensificación de la ganadería bajo esquemas silvopastoriles, véase el capítulo 6).

Estos principios del PROSAPIX marcan una diferencia con respecto a otros programas convencionales de PSA, puesto que se trata de un *programa que busca reorientar las actividades productivas hacia esquemas sustentables*. La perspectiva de subcuenca es el eje rector del programa, ya que orienta sus decisiones a partir de estudios locales como el balance hídrico e identificación de actores que inciden sobre este territorio. En otras palabras, la compensación por conservar un área de bosque es sólo uno de los componentes del Programa, con el objetivo de que cuando se suspenda la compensación, se

habrán desarrollado otras fuentes de ingreso. La razón para ampliar la noción de *Compensación por servicios ambientales* a otras líneas de trabajo (cuadro 20) distintas a la estricta conservación de bosque, se debe a que permite avanzar en otras opciones productivas durante el período de cinco años en que los campesinos reciben recursos por proteger el bosque. Esta visión integral trata de evitar el riesgo de que una vez terminado el periodo de cinco años, el dueño regrese a talar el bosque como si nada hubiera pasado<sup>6</sup>, aun así, no existe ninguna garantía de que estas medidas aseguren por si solas que los bosques serán respetados a largo plazo. Para lograrlo además de las opciones productivas mencionadas, es necesario impulsar un ordenamiento ecológico, como marco normativo general, y la creación de acuerdos a nivel local, apoyados en un largo trabajo de sensibilización ambiental.

El PROSAPIX está conformado por cinco subprogramas y a su vez éstos se componen de distintos proyectos, como se muestra en el cuadro 20.

El programa apoya la conservación de bosques (cuadro 21) con \$1,000/ha; considerando que la región se caracteriza por la atomización en la tenencia de la tierra, la superficie mínima para participar en el programa es de 1 ha (en comparación de las 100 hectáreas mínimas requeridas por CONAFOR). Mil pesos por hectárea está aún muy lejos de los costos de oportunidad que representan otros usos del suelo o aprovechamiento de madera en la cuenca, por ejemplo la venta de un solo árbol en pie genera al dueño de un predio \$500. Este es otro motivo por lo que el PROSAPIX no busca asignar un precio a los SA ya que en esta lógica sería imposible competir, por lo que se apuesta por compensar mediante pequeñas inversiones estratégicamente dirigidas a modificar las formas de uso de los recursos y las actividades productivas, haciendo énfasis en el valor de la organización, capacitación y asistencia técnica como claves del éxito.

---

6 En el marco del Grupo de Aprendizaje se aplicaron encuestas a campesinos que participan en los tres programas (CONAFOR, FIDECOAGUA, PROSAPIX), constatando que estos programas solo tendrán efectos temporales si no se adopta visión integral. Respecto al uso que darán al predio bajo PSA, el 41% de la muestra (10 entrevistados) indicó que seguirán conservando el bosque o cafetal con sombra, pero 17% y 13% (4 y 3 personas respectivamente) dijeron que lo dedicarían a agricultura o ganadería. Entre estos últimos uno es participante del Programa del Pixquiac mientras que los otros seis del FIDECOAGUA y PSAH de CONAFOR. Un caso extremo es el dueño de predio que señaló que el pago por conservar durante 5 años, le ayudaría a desmontar para establecer un cultivo de papa (Fuentes, 2009).

La reforestación ha incluido en algunos casos obras de protección de suelos, así como medidas del cuidado de las plantas mediante cercado y el control de malezas durante tres años después de la siembra. El programa ha operado sumando recursos económicos propios y de CONAFOR, hasta llegar a un monto en efectivo de \$2,000/ha, más la planta para el establecimiento. La misma cantidad anual se da para el control de malezas, y para el cercado se ha dotado de alambre de púas. Los dos mil pesos de apoyo ofrecidos por el PROSAPIX (sin considerar conservación de suelos o cercado) están lejos de los costos reales del establecimiento de una reforestación (CONAFOR ofrece \$1,100/ha, incluyendo asistencia técnica, más la planta). El costo real –constatado en campo con los participantes– es de al menos \$4,450 incluyendo planta, sin considerar asistencia técnica. Lo anterior significa que aún con la aportación de 2 mil pesos por ha, se está pidiendo al participante que aporte más del 50% del costo real de la reforestación.

Es importante aclarar que los recursos destinados a apoyar las iniciativas de reconversión productiva son usados como “inversión semilla” (3 mil pesos por persona), con la condición de conformar grupos de trabajo por proyecto (éstos elegidos en talleres participativos), en los que la capacitación es colectiva y se promueve la organización para la producción. Es decir no se pretende financiar la totalidad de estos proyectos a través del PROSAPIX, la propuesta es dotar a los grupos de trabajo con un fondo que les permita entre otras cosas lo siguiente: i) financiar el pago de técnicos que asesoren al grupo y le ayuden a gestionar proyectos con otras fuentes de financiamiento, ii) aportar la contraparte económica que requieren otros programas para apoyar los proyectos que se gestionan, iii) establecer un fondo que provea de capital de trabajo al grupo, con miras al autofinanciamiento, iv) iniciar un proceso para reducir el subsidio de 100% y promover aportaciones propias, y v) lo más importante quizá, iniciar una experiencia donde el acompañamiento por parte del Comité de cuenca sea constante en el objetivo de construir la capacidad de organización, planeación, administración y rendición interna de cuentas.

Con recursos de los fondos grupales se ha pagado a técnicos para realizar la gestión proyectos con distintas dependencias, aunque a la fecha solamente con CONANP, SEMARNAT y CONAFOR se ha tenido éxito en tales gestiones. Todos los proyectos presentados al sector agropecuario estatal han quedado sin apoyo (salvo uno), incluyendo los gestionados con SEDARPA, Secretaría en la que está ubicado el Fideicomiso ABC. Aún con estas limitaciones se ha logrado movilizar recursos que superan con mucho los asignados a la reconversión en el PROSAPIX; en el 2008 se invirtieron en esta línea \$171,000 y se concretaron gestiones por \$432,632 de

inversión directa a los proyectos de reconversión (incluyendo capacitación), además de \$479,530 para estudios técnicos. Los anteriores proyectos se desarrollaron en el 2009, en el 2010 se ha repetido la misma estrategia de gestión.

Los recursos gestionados desde el COCUPIX en 2008 y 2009, permitieron tener una contraparte para celebrar un convenio de fondos concurrentes para conservación de bosques con CONAFOR. Con estos fondos se logró conformar una bolsa pequeña con aportaciones de ambas fuentes. El cobro de ellos como cuota fija para SA a los usuarios del agua permitirá que CMAS aporte más recursos de manera estable a partir del 2011, bajo esta perspectiva COCUPIX y CONAFOR han establecido una carta de intención para un fondo concurrente con una duración de cinco años. Entre 2006 y 2009 PROSAPIX invirtió los recursos conseguidos en tres subprogramas: i) restauración, ii) conservación y iii) reconversión productiva. Las metas alcanzadas se resumen en el cuadro 22.

Más allá de la superficie conservada o restaurada, PROSAPIX ha tenido otros importantes logros que tienen que ver con cambios incipientes en la mentalidad de quienes participan en el programa y empiezan tomar conciencia de que sus predios cumplen una función estratégica en el bienestar propio y de la región. La declaración de cerca de 250 hectáreas como áreas de reserva en el ejido San Pedro Buenavista es un avance en ese sentido.

## Lecciones desde el PROSAPIX

Una primera reflexión es que este instrumento debe tomar en cuenta el contexto socioambiental de las subcuencas que se desea conservar. En este sentido PROSAPIX no es un instrumento *per se*; es sólo el instrumento de financiamiento de la iniciativa de cogestión de subcuenca. Su meta es impulsar un desarrollo rural que promueva la reconversión productiva con visión de mediano y largo plazo,

**Cuadro 22. Resumen de metas alcanzadas**

Metas alcanzadas por PROSAPIX en el Pixquiac 2006-2009	
Conservación de bosques	1078 ha
Reforestación y mantenimiento de plantaciones	131 ha
Personas apoyadas en proyectos productivos sustentables (ecoturismo, cultivo de flores, uso más eficiente del espacio ganadero, reducción de impactos en el agua por la truticultura)	117

y con un fuerte enfoque para mantener la base de los recursos naturales locales. Solo de esta forma se pueden frenar y transformar los procesos de deterioro de los recursos naturales, de manera que los efectos de los esquemas como PROSAPIX sean más estables. Sin embargo, es importante no confundir el objetivo de alivio a la pobreza, con la promoción de alternativas de reconversión que generen ingresos competitivos frente a los usos actuales que erosionan la capacidad de la subcuenca para brindar servicios ambientales, ya que el primer objetivo resulta sumamente amplio y puede diluir los efectos de una iniciativa de este tipo.

El PROSAPIX busca superar un enfoque asistencialista, por ello los proyectos de reconversión productiva se generaron con la premisa de que la falta de organización y las relaciones clientelares constituyen uno de los principales obstáculos para la gestión de la subcuenca; esto fue corroborado por la experiencia en cada proyecto. Por supuesto que el escaso financiamiento operado, los requisitos burocráticos que generan un alto costo de transacción y la inestabilidad constante para la entrega de recursos, que han caracterizado a esta intervención, ha sido una limitación innegable, pero no la principal. El avance en las intervenciones ha sido posible gracias a un cercano acompañamiento en organización y en aspectos técnicos.

Otra conclusión es que el diseño del programa atendiendo a las características locales ha sido un acierto, por encima de las complicaciones aparejadas a la operación de una iniciativa de esta naturaleza. Sin embargo, el esquema presenta dos debilidades importantes:

1. El *costo de transacción* de la operación de este esquema es relativamente alto sobre todo si se compara con FIDECOAGUA o PSA de CONAFOR porque hay un seguimiento cercano y una evaluación directa en campo de los impactos del programa. A la fecha falta incorporar los costos de diseño, operación y supervisión al costo total de operación del programa, que han sido solventados hasta ahora por SENDAS, A.C., y
2. La *falta de institucionalidad* y de apropiación del programa por parte del Ayuntamiento de Xalapa (administración 2008-2010), principal beneficiario de los SA del Pixquiac, lo hace sumamente vulnerable<sup>7</sup>. Cada año es necesario

---

7 Aunque al final de esta administración, el órgano de gobierno de CMAS, presidido por el Alcalde de Xalapa aprobó un horizonte de cinco años para el programa. En este cambio de actitud intervino un fuerte cabildeo basado en relaciones interpersonales entre un académico y un funcionario de alto rango en el organismo operador. Desde nuestra perspectiva

gestionar y convencer a los funcionarios del ayuntamiento sobre la conveniencia del programa, generando una gran incertidumbre respecto a la disponibilidad de recursos, situación que se acentúa con los cambios de administración municipal.

Por otra parte, la inversión de recursos del municipio de Xalapa en otros municipios requiere de una revisión jurídica con el fin de asegurar que la inversión a través de un Fideicomiso, como el ABC sea legal. Este Programa se beneficiaría de mecanismos de asociación entre los municipios involucrados en el programa (Xalapa, San Andrés Tlalnelhuayocan, Acajete, Coatepec, Las Vigas, Perote).<sup>8</sup> Para ello se requiere de convenios intermunicipales que sustenten la gestión de un presupuesto anual, así como la elaboración de un ordenamiento ecológico de la subcuenca que funja como guía para las acciones a promover y a restringir en este territorio.

## Perspectivas para el COCUPIX y PROSAPIX

Queda un largo trecho por recorrer para que sectores de la ciudadanía de Xalapa, conscientes de la necesidad de cuidar los recursos de la subcuenca hagan presión sobre el gobierno para que invierta los recursos necesarios para ello. Debido al interés limitado de parte de los actores institucionales, el grupo promotor del Comité pasó a una nueva fase en la que se busca la participación de la sociedad civil urbana (usuarios de los SA de la subcuenca) en el Comité, y además, se trata de involucrar a la Legislatura del estado para que ésta brinde un marco jurídico al Programa de Gestión de la subcuenca, lo que pudiera conformar un Frente de alcaldes, un convenio intermunicipal y la asignación de un presupuesto anual para el Programa. Finalmente ya se mencionó que el COCUPIX recientemente se conformó como asociación civil, esto con el objetivo de contar con una figura jurídica que le permita establecer con mayor facilidad relaciones y gestiones con una gama más amplia de instancias (cuadro 23).

---

sería necesario el compromiso institucional a largo plazo, pero sobre todo la comprensión de los procesos socioambientales involucrados en el abasto de agua a la ciudad.

- 8 La intermunicipalidad crea un ente de encuentro de *coordinación con capacidad de decisión, por tanto es una metodología de gobierno político y administrativo que organiza la cooperación entre municipios* (Santin del Río, 2007). • *Genera un mecanismo horizontal de coordinación y corresponsabilidad para formular y ejecutar estrategias de acción y gestión pública a nivel local y regional. Descentralización-horizontal... Permite valorizar los territorios favoreciendo su desarrollo.*

Cuadro 23. Cronología del COCUPIX y el PROSAPIX

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Niveles de gobierno	Administración estatal de Fidel Herrera Beltrán					
	Xalapa, administración de Ricardo Ahued					
	Inicio ABC			Xalapa, administración de David Velasco	2009 Elecciones legislativas	2010 Elecciones municipales y estatales
Gestión de recursos		2006-2007 Aportación directa de CMAS y Xalapa a participantes en el PROSAPIX, a través de SENDAS.		Aportaciones de Xalapa, CMAS y Gob. Edo administradas en Fideicomiso ABC. Fondo concurrente con CONAFOR	Suspensión de aportaciones. Posible desviación de fondos Se pierde Fondo concurrente CONAFOR	CMAS aprueba cobro directo a usuarios del agua, aportado a través del COCUPIX.
COCUPIX			Conformación del COCUPIX	COCUPIX como órgano auxiliar del ABC	COCUPIX como organismo auxiliar de Consejo cuenca de CONAGUA.	COCUPIX como asociación civil
PROSAPIX		Primeras reforestaciones	Reforestación, conservación inicio proyectos	Reforestación, conservación bosques, reconversión productiva.	Bosques en conservación y cuidado de reforestaciones sin pago. Gestión con otras fuentes proyectos de reconversión productiva.	

Establecer alianzas con actores urbanos es una de las líneas estratégicas de los planes de trabajo del grupo promotor del Comité para el 2010, para ello está en proceso la elaboración de campañas de sensibilización y comunicación hacia la sociedad cuyo objetivo es formar una corriente de opinión que promueva la cogestión de cuenca en las áreas abastecedoras. En este mismo sentido, incorporar a actores urbanos en el COCUPIX, es una de las tareas pendientes.

Finalmente, la nueva relación establecida en 2010 entre el grupo promotor de COCUPIX y la dirección de operación y finanzas de CMAS esbozaba un horizonte de colaboración más cercano, en el que éste organismo se interesó por conocer y analizar los insumos técnicos generados por la iniciativa de cogestión de la subcuenca (balance hídrico, mapas de zonas prioritarias) y propuso definir en forma conjunta las inversiones a hacer en esta zona. Bajo esta lógica al final del año 2010 CMAS aprobó su aportación de recursos directamente al Comité.

Sin duda un avance importante logrado con la administración municipal y el organismo operador del agua en el trienio 2009-2010, fue la aprobación por parte del órgano de gobierno de CMAS de un acuerdo para establecer un horizonte mínimo de planeación a cinco años para el PROSAPIX. El acuerdo preveía generar un fondo a partir del cobro de dos pesos adicionales en todos los recibos del agua de la ciudad, monto que se canalizaría a través de COCUPIX A.C. Con base en este compromiso se estableció un convenio de fondos concurrentes con CONAFOR entre el 2010 y el 2014.

Con el cambio de administración municipal en 2011 también se renovó completamente la estructura directiva de la CMAS, por lo que fue necesario iniciar prácticamente desde cero el cabildeo con las nuevas autoridades para dar seguimiento a los acuerdos en torno al PROSPAPIX. La nueva administración no ratificó el acuerdo del cobro de dos pesos a los usuarios del agua. A lo largo del 2011 los interlocutores designados por la administración de CMAS (renombrada AGUA-X o Agua de Xalapa) y el gobierno municipal cambiaron varias veces, dificultando la consecución de acuerdos para que la Comisión de Agua (AGUA-X) aportara los recursos comprometidos en el convenio establecido con CONAFOR.

Fue necesaria la movilización hacia la ciudad de Xalapa por parte de los ejidos y grupos campesinos participantes en el PROSAPIX para que a principios del 2012, AGUA-X liberara los recursos correspondientes al pago 2011 del convenio de fondos concurrentes con CONAFOR. Otro logro de la movilización campesina fue la firma de una minuta de acuerdos con el Ayuntamiento y AGUA de Xalapa en la que

se estableció un programa de trabajo para dotar al PROSAPIX del marco jurídico que permitiera establecer de manera formal y permanente este programa.

Con el objetivo de desarrollar un instrumento que permita al municipio y AGUA de Xalapa formalizar compromisos de inversión en el PROSAPIX más allá de los cambios de gobierno municipal, se ha logrado establecer una agenda de trabajo y la participación de regidores, funcionarios del Ayuntamiento y de la Comisión de Agua, del asesor técnico de SENDAS, A.C, y del FMCN. La propuesta es establecer un Fondo de Agua que sería financiado por aportaciones de varias fuentes: del gasto corriente de AGUA-X, aportaciones voluntarias de los usuarios del agua, aportaciones de empresas privadas, y de los gobiernos estatal y federal para financiar el PROSAPIX, con miras a extender eventualmente estas inversiones hacia las otras fuentes abastecedoras de agua de Xalapa.

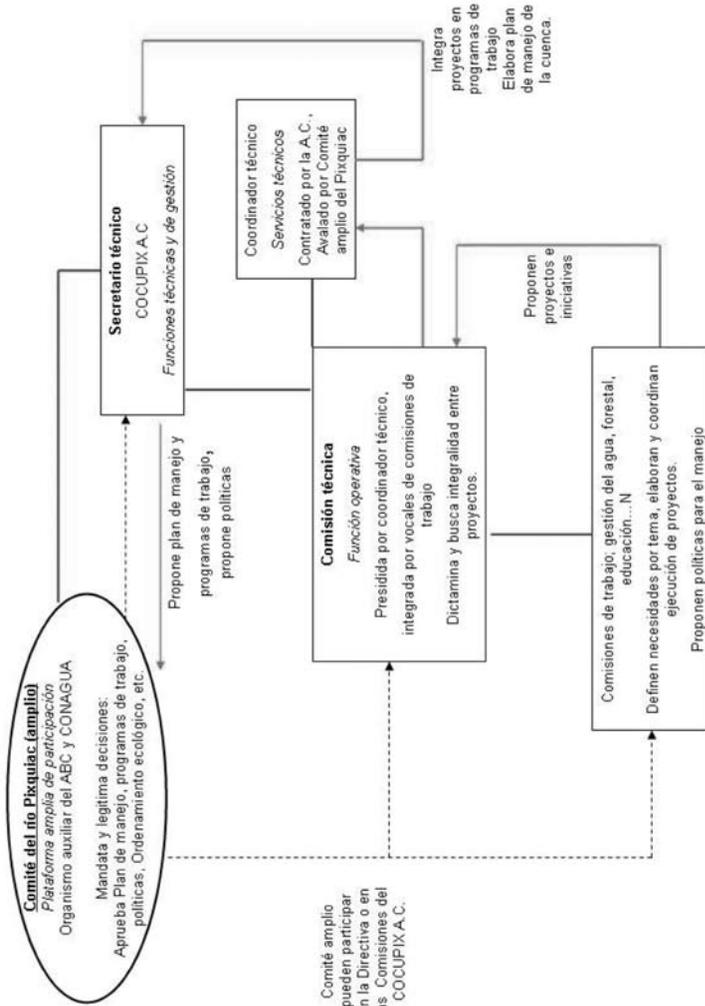
La creación del Fondo de Agua tiene entre sus principales retos contar con instancias que abran la participación a otros sectores de la sociedad (empresarios, usuarios del agua) y no sólo a los campesinos proveedores de servicios ambientales, esto a fin de garantizar la transparencia en el uso de los recursos y generar procesos de gobernanza y gobernabilidad en la gestión del agua.

La evolución del proceso de cogestión en la subcuenca requiere de transformaciones en los arreglos y esquemas usados en los años anteriores. El cambio más importante tiene que ver con la apropiación y grados de participación de los distintos actores representados dentro del Comité. Si esta instancia ha de constituirse en una plataforma efectiva de negociación y planeación participativa, no puede seguir dependiendo de la iniciativa del grupo promotor inicial. Con la constitución del Comité como asociación civil se pretende avanzar hacia la gestión compartida de la subcuenca. En el nuevo arreglo, el grupo SENDAS-UNAM deberá deslindarse de la dirección formal y en los hechos de los procesos del Comité; para ello en un primer momento se ha propuesto ocupar una función técnica y ejecutora de las decisiones tomadas en el seno del COCUPIX. En la figura 29 se esquematiza una propuesta para un nuevo arreglo institucional.

### *Asambleas de Comité de cuenca*

Finalmente es importante mencionar que el Comité de la Subcuenca del río Pixquiatic interviene como órgano auxiliar en el Consejo de Cuencas de los ríos Tuxpan a Jamapa, instancia en la que participan representantes de los usuarios del agua en las zonas bajas, más no de las zonas altas. De hecho este Comité es el único parti-

Figura 29. Arreglo institucional propuesto para el programa CSA de la subcuenca (2010).



cipante de una subcuenca alta. Rebase la intención de este libro hacer un análisis sobre este espacio de participación que en realidad representa una instancia de intervención demasiado amplia para lograr resultados de planeación concretos en la escala de subcuenca. Sólo mencionemos que nos ha permitido gestionar algunos recursos para la realización de unidades piloto de tratamiento de aguas jabonosas y de estanques acuícolas. Quizá lo más importante de nuestra participación en este espacio sea la presentación de casos de megaproyectos sobre los cuales la ciudadanía no tiene información y la solicitud para que haya transparencia sobre estos proyectos, como por ejemplo un proyecto de abasto de agua para Xalapa en que se bombearía agua de los 500 a los 1400 msnm.

La iniciativa de CONAGUA de generar la Agenda del Agua al 2030 ha sido la ocasión para que distintos grupos de la sociedad civil hayan acudido a plantear una agenda alternativa para sus ríos donde se abra la discusión sobre el futuro para todos los habitantes de las subcuencas y de las zonas ribereñas. Es un espacio donde exigir la revisión por ejemplo, de los proyectos donde los ríos serían utilizados por empresas privadas para la generación de energía eléctrica sin involucrar las necesidades de otros usuarios, las actividades productivas y de servicios ambientales importantes para las economías regionales, como es el turismo, el agua de calidad, la acuicultura y la agricultura. Sin embargo este espacio, el Consejo de Cuenca no es conocido por las organizaciones de la sociedad civil y tampoco utilizado porque como ha sido concebido como un espacio para los usuarios del agua, en el sentido restringido de concesionario de CONAGUA, concepto que no reconoce el de los custodios o proveedores o usuarios agua arriba. No obstante, en dos subcuencas de los ríos Antigua y Actopan (Pixquiac y Sedeño) se han formado “comités locales” que participan en el Consejo de Cuenca de los ríos Tuxpan a Jamapa, presidido por CONAGUA.

## CAPÍTULO 6

# Acciones hacia la cogestión de la subcuenca y la consolidación del sujeto social

---

Tajín Fuentes, Patricia Gerez, Luisa Paré, Georgina Vidriales Chan, Karla Pérez D, Tarín Toledo Aceves, Miguel Ángel Muñiz Castro, Magdaleno Mendoza

Este capítulo trata sobre las acciones concretas realizadas en las comunidades de la subcuenca del río Pixquiac. Para ir más allá de la mera exposición de metas y logros, sobre los aciertos y errores a lo largo de cinco años de muy intensa labor. De este modo queremos recuperar las lecciones aprendidas al llevar a la práctica e ir ajustando constantemente nuestro modelo de cogestión.

La intervención directa se ha organizado a partir de una estrategia cuyo marco conceptual ha sido presentado al inicio. La estrategia de cogestión que aparece más abajo en la figura 30 muestra cuatro líneas estratégicas fundamentales, las columnas (figura 30: 1 a la 4) representan las desarrolladas tanto en el ámbito productivo como el de la conservación de ecosistemas, el manejo sustentable de recursos y el de la investigación. El desarrollo de estas líneas estratégicas no sólo ha sido una cuestión técnico-científico sino que ha implicado impulsar, paralelamente, otros ejes estratégicos que llamamos ejes transversales: de capacitación y fortalecimiento de procesos organizativos, de gestión y financiamiento, de sensibilización ambiental, comunicación y coordinación interinstitucional (figura 30: filas 5 a la 10).

Tanto los ejes transversales como las líneas estratégicas, están compuestos por programas y éstos a su vez por proyectos más específicos. En cada uno se realizan acciones de evaluación y seguimiento cercano, con el fin de generar una cultura de confianza y rendición de cuentas para todos los involucrados en esta propuesta. A través de la aplicación de esta estrategia buscamos contribuir a la consolidación

de capacidades locales y de un sujeto social capaz de remontar la dependencia del asistencialismo y clientelismo para incidir en el rumbo del desarrollo en su región.

Siguiendo el orden de la figura 30, presentamos en los siguientes apartados el concepto general de cada eje y las acciones correspondientes, enfatizando sobre todo en los logros, aprendizajes y retos relativos, hasta la fecha.

## Ejes transversales

Los ejes transversales son necesarios para el desarrollo del proyecto en su conjunto pues contribuyen a la creación de capacidades locales (organizativas y técnicas) para la cogestión de la subcuenca y para el manejo de los recursos naturales, así como para la construcción de una nueva concepción de la relación sociedad-Estado.

### Eje de sensibilización y educación ambiental

El objetivo de este eje es el de promover una reflexión sobre la manera en que algunas prácticas productivas o determinado uso de los recursos, impactan negativamente al entorno natural tanto a nivel local como global, y sobre la vinculación de estas prác-

**Figura 30. Estrategia de cogestión**



ticas con el deterioro de las condiciones de vida en términos económicos, sociales, de la salud humana y de los seres vivos dentro y fuera de la región de trabajo.

No fue hasta el cuarto año de iniciado el proyecto que se incursionó en el trabajo de sensibilización y educación ambiental de manera sistemática, en parte debido a la dificultad para conseguir recursos que permitieran desarrollar el tema y, porque las circunstancias y expectativas de algunos actores locales nos llevaron a impulsar otro tipo de acciones. Sin embargo tenemos claro que este eje resulta imprescindible si se desea incorporar la perspectiva ambiental en las distintas intervenciones, ya que está relacionada con todas las líneas estratégicas (bosques, reconversión productiva, agua) así como con el fortalecimiento de capacidades individuales y comunitarias, la organización, la participación social y el enfoque de género.

Si bien en la primera etapa, es decir durante los primeros cuatro años, la educación ambiental no constituyó un programa estructurado, al impulsar determinadas opciones productivas o el programa de servicios ambientales, siempre se enfatizó en las bondades y necesidades desde el punto de vista ambiental. Por ejemplo: ¿por qué el interés especial en conservar y restaurar el bosque mésofilo?; ¿por qué se promueven alternativas productivas de bajos insumos químicos o se prefieren los sanitarios secos, en vez de promover la introducción de drenajes?; ¿por qué no aplicar pesticidas a flores de alcatraz? Encontramos que en los grupos de trabajo persiste la perspectiva de corto plazo, el interés por recibir recursos económicos para las necesidades inmediatas y una insuficiente visión comunitaria hacia su futuro. Por esta razón la estrategia de sensibilización ambiental busca no sólo permear todas las actividades y proyectos para impulsar una reflexión más profunda sobre la relación sociedad-naturaleza, sino extenderse a los niños y jóvenes y a la familia en general.

## **Eje de comunicación ambiental**

El eje de comunicación tiene dos vertientes, uno hacia el exterior de la subcuenca y otro hacia el interior. En la primera se trata de crear una corriente de opinión interesada en los temas del agua, de la subcuenca, de su importancia para la ciudad, y para dar a conocer el modo de vida de los habitantes de la zona alta. La segunda vertiente busca promover el intercambio de experiencias y la colaboración entre los miembros del comité de cuenca en la zona rural, así como el fortalecimiento de la identidad del grupo, partiendo de reconocer que habitan un mismo territorio y se pueden definir objetivos comunes de desarrollo.

Al igual que la sensibilización ambiental, ambas vertientes del eje de comunicación han recibido menos atención que las líneas estratégicas relacionadas con acciones y proyectos. Se ha carecido de una estrategia consistente de comunicación que permita informar al público en general -dentro y fuera de la subcuenca- respecto a los motivos, objetivos y logros de la iniciativa de cogestión del Pixquiac. El segundo año se realizó una Jornada sobre Bosques y Agua en el Parque Juárez (centro de la ciudad) y a partir del cuarto año se ha tenido una mayor presencia en la prensa local a través de notas sobre la problemática del agua y de la subcuenca. Este desfase entre nuestro programa rural y urbano ha tenido por consecuencia que ningún grupo o sector de la ciudadanía xalapeña haya pedido a su Ayuntamiento o a CMAS mantener las aportaciones al PROSAPIX en 2009, ¿cómo iban a preocuparse por el tema si no hay una representación verdadera de la sociedad civil en el órgano de gobierno de la CMAS-Xalapa, ni conocimiento de la importancia del río Pixquiac para su abasto de agua?

Por las razones anteriores este eje, junto con el de sensibilización, se vuelven medulares en el desarrollo del proyecto a partir del año 2011, para lo cual estamos comenzando a estructurar los elementos que conformarán ambas estrategias. De hecho en el año 2010 se planeó una campaña de sensibilización de manera conjunta con CMAS-Xalapa para informar al público sobre la importancia de la subcuenca del Pixquiac y para informar sobre la existencia del Programa de Compensación por Servicios Ambientales. Esta campaña no ha podido arrancar pues el cambio de gobierno municipal trajo consigo una falta de definición del Ayuntamiento de Xalapa sobre el Programa de compensación por servicios ambientales, durante más de siete meses.

### **Eje de fortalecimiento de capacidades individuales y comunitarias, organización y capacitación**

La principal limitación en esta región rural, como en muchas otras, es la debilidad del capital social, resultado de la tradición de intervenciones gubernamentales basadas en el clientelismo y el asistencialismo. Para que las inversiones en la producción y la conservación tengan resultados reales de mediano y largo plazo, es necesario desencadenar un proceso autogestivo y de corresponsabilidad. El fortalecimiento de los procesos organizativos y de capacidades locales implica que las inversiones sean concebidas como tales y no como subsidios, y que se desarrolle un compromiso de responsabilidades compartidas en los grupos comunitarios y hacia el Comité de cuenca.

La metodología para trabajar con grupos, comunidades y ejidos se basa en los principios y herramientas del diagnóstico rural participativo (DRP), ya que la intención ha sido involucrar a la población de los ejidos en un proceso de reflexión y análisis de su propia situación económica, familiar y comunitaria, así como del estado en que se encuentran los recursos naturales de sus comunidades, ejido o tierra comunal y de la región que les rodea. Sobre esta base se propician los acuerdos (intra e inter comunitarios, municipales e intermunicipales) sobre los que se desarrollan las propuestas de manejo sustentable de los recursos naturales del ejido y se reorientan de los esquemas productivos. Los proyectos productivos o las alternativas de manejo-aprovechamiento de los recursos naturales en los que se ha trabajado hasta ahora (aprovechamiento de madera bajo planes de manejo, ecoturismo, cultivo de alcatraz, estufas ahorradoras de leña, sanitarios secos), han sido el resultado más evidente de los procesos de DRP emprendidos desde el 2008.

En estos procesos ponemos atención a los aspectos cualitativos, más que a las metas cuantitativas, por lo que más allá de las limitaciones presupuestales, se hace hincapié en la importancia de la capacitación y organización en torno a los proyectos de conversión productiva y en que los resultados sean reales para lo cual son debidamente monitoreados. Por ejemplo cuando los grupos no han avanzado en su capacidad organizativa se limita el monto de recursos hasta que se “decenten” o sea que se depuren de los miembros que sólo tienden la mano para recibir dinero y que no muestran un compromiso con el proyecto, o bien hasta fortalecer la participación activa y la capacidad de gestión administrativa de cada grupo.

La capacitación y gestión de proyectos se hace de forma grupal. No obstante, en los proyectos productivos, salvo en el caso del ecoturismo y alcatraz, el resto de las actividades se realiza de forma individual, cada quien en su predio o parcela (cuando menos hasta que el proceso mismo del grupo lo lleve a plantearse la necesidad de trabajar en colectivo, por ejemplo para vender). Los pasos en el proceso de organización de un grupo son los siguientes:

- La constitución formal del grupo, definiendo un listado de participantes, sus representantes y levantando un acta de constitución del grupo de trabajo y nombramiento de representantes;
- La elaboración de un reglamento interno, definiendo derechos, sanciones, condiciones de colaboración, por ejemplo estableciendo la obligatoriedad de asistir a las capacitaciones, apoyar en las gestiones;

- La aportación del monto recibido para apoyo a proyectos productivos a un Fondo ambiental del grupo además de la inscripción al PROSAPIX con compromiso de conservar al menos una 1 ha de bosque). De este modo se busca fortalecer la conciencia de que se está adquiriendo el estatus de socio activo en una agrupación y no de un comité convencional cuyo único objetivo es recibir recursos, desintegrándose una vez obtenidos.

La elaboración de reglamentos internos de los grupos de trabajo es una herramienta para propiciar un proceso organizativo entre los participantes en el programa, para establecer las reglas del juego de una forma clara desde el inicio de la colaboración, y para desarrollar la práctica de la transparencia en el uso de los recursos y reciprocidad en los compromisos pactados entre todos.

## **Eje de mecanismos financieros y gestión**

En el Capítulo 5 abordamos el Programa de Compensación por Servicios ambientales (PROSAPIX), el instrumento de financiamiento que nos ha permitido desarrollar gran parte de las iniciativas reseñadas en el presente capítulo. Los principales retos del PROSAPIX han sido constituirse en un mecanismo permanente y desarrollar un marco jurídico vinculado con la planeación de las actividades en el ámbito rural, relacionado con la producción y el manejo de los recursos naturales en los distintos municipios asentados en la subcuenca y abastecidos por ella. La metodología implica un ejercicio permanente de transparencia y rendición de cuentas, tanto desde el Comité de cuenca hacia los grupos de trabajo como entre éstos internamente. Un componente fundamental ha sido la elaboración de un plan de trabajo que asegure la aplicación de los recursos a las actividades planeadas, sin simulación de acciones y desarrollando una corresponsabilidad para generar fondos colectivos que permitan cofinanciar los proyectos cuando sea necesario.

Para desarrollar un esquema de financiamiento más allá de la opción del Fideicomiso estatal, en parte porque donantes como CMAS no aceptaron la carga administrativa de dicho programa, se promovió la constitución de COCUPIX en una asociación civil, pues al adquirir personalidad moral el Comité puede recibir y administrar recursos públicos y privados independientemente del grupo que ha venido encabezando el proceso (SENDAS, A.C. y UNAM). Esto implica la conformación de figuras asociativas entre los participantes en el Programa debido a los requisitos fiscales de comprobación de gastos.

## Eje de participación social y coordinación institucional

Este eje se refiere a la participación de todos los actores involucrados, tanto de la sociedad civil como de los diversos ámbitos de gobierno, en los espacios existentes y en los creados para definir los objetivos comunes o para resolver los conflictos existentes o potenciales por el acceso a los recursos y su uso. Estos temas implican una transectorialidad, es decir, interacciones en ámbitos fuera de la subcuenca, con el gobierno municipal de Xalapa, pero también de otros municipios, con los usuarios urbanos del agua, con las distintas entidades del gobierno estatal y federal, y con el Consejo de Cuenca<sup>1</sup>, en el cual está participando el Comité de la subcuenca del río Pixquiac.

## Eje de enfoque de género

Incorporar el enfoque de género significa incluir a las mujeres en los diagnósticos y planeación de actividades, respetando los usos y costumbres, apoyar sus iniciativas ayudando al mismo tiempo a evitar o a dirimir los conflictos que implica una nueva forma de participación de ellas en la vida comunitaria.

Frecuentemente las mujeres son excluidas de las actividades de la vida pública, de la posesión de tierras, de la participación en proyectos productivos y en las tomas de decisiones en sus ejidos. Su conocimiento de las necesidades de la familia y su utilización cotidiana de recursos como el agua y la leña, les confiere una sensibilidad especial hacia esos temas. Por otro lado su falta de participación en las relaciones con instituciones financieras, tiene la ventaja de que no se presentan las deformaciones más comunes entre los varones, como los desvíos o falta de transparencia en el manejo de recursos económicos.

## Líneas estratégicas específicas

En esta sección presentamos el trabajo correspondiente a las líneas estratégicas relacionadas con las actividades productivas y el manejo de recursos naturales (figura 30).

---

1 Consejo de Cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa, de la Comisión Nacional del Agua, Golfo Centro.

La línea referente a la gestión del agua se encuentra en una fase de desarrollo incipiente, por lo que únicamente se exponen algunos elementos como el monitoreo comunitario del agua. Gran parte de los resultados expuestos en esta segunda sección del libro, es resultado de la línea de investigación y de planeación participativa.

## **Protección y restauración de los recursos forestales**

Esta línea estratégica tiene por objetivo promover una gestión integral de los bosques a través de tres programas de trabajo: i) conservación; ii) manejo de bosques, y iii) manejo de recursos forestales no maderables.

Lo que se está buscando a través de los diversos programas de trabajo y proyectos específicos es impulsar formas de aprovechamiento de los recursos forestales que complementen los ingresos de los campesinos y productores comprometidos con el proyecto, a la vez que garanticen el manejo sustentable de los recursos. Estas actividades se refuerzan con las desarrolladas en otras líneas estratégicas como es la reconversión productiva. Por un lado se está promoviendo la conservación de bosques y suelos, así como la creación de áreas de reservas ejidales o particulares, que permitan mantener los servicios ambientales hídricos hacia las comunidades y las zonas urbanas y, paralelamente, se están buscando opciones para impulsar actividades que conlleven a la obtención de un mayor valor económico agregado a los productos forestales que tradicionalmente son extraídos, tales como leña, madera para cimbra y para muebles, epífitas como orquídeas o bromelias y otras plantas de ornato, incluyendo al paisaje mediante el ecoturismo. Finalmente se ha promovido la reforestación con especies locales con ambos fines, para restauración y para aprovechamiento de madera.

En capítulos anteriores se describió la larga tradición de extracción ilegal de madera existente en la región. Por ello, nada de lo propuesto aquí puede funcionar, ni echar raíces en el quehacer de los campesinos, si no va acompañado del desarrollo de regulaciones internas para el uso y extracción de los productos forestales en sus tierras y fuera de ellas. Estas regulaciones locales e internas sólo pueden desarrollarse cuando los dueños valoran su recurso a través de la obtención de ingresos económicos y son asumidas colectivamente con lo que se fijan las condiciones básicas para su aplicación real. Las propuestas específicas de manejo de los recursos naturales impulsadas se han generado mediante el trabajo con los grupos de interesados y en discusiones en las asambleas ejidales. De esta forma, como parte de un proceso colectivo se analizaron las ventajas comparativas de mantener

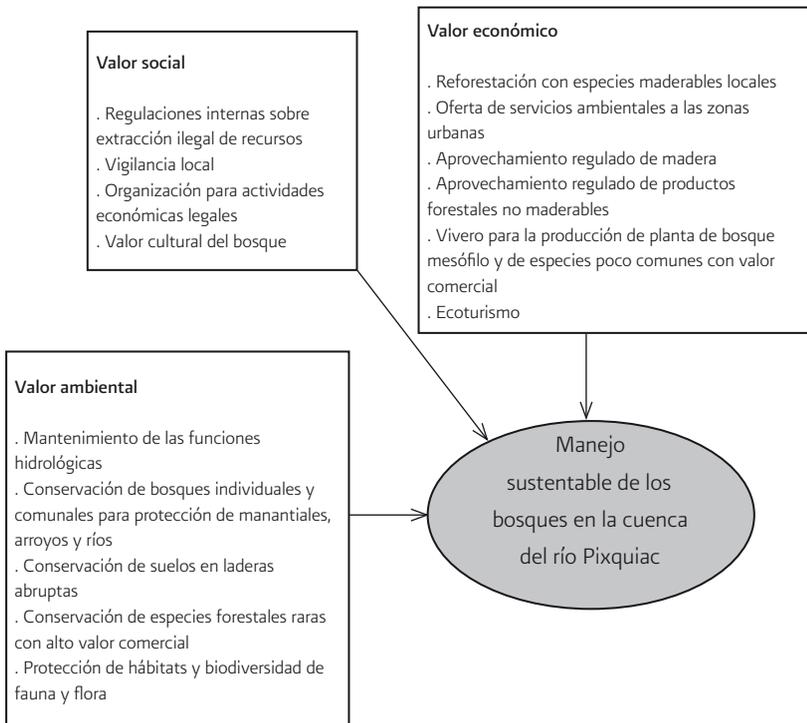
el manejo no regulado o “ilegal” del bosque, versus insertarse en el mercado de un manejo regulado.

La figura 31 representa los tres tipos de valoración social, económica y ambiental que conforman el concepto de trabajo desarrollado para los dueños de los bosques en la región. Estas opciones de valoración pueden estar todas presentes en un solo predio o parcela, o bien, solo alguna puede ser factible para ciertos predios o parcelas

**Programa de conservación**

El objetivo de este programa es conservar para recuperar el potencial forestal y la diversidad de estos bosques y evitar el cambio de uso del suelo en los mismos, con

**Figura 31. Tipo de valoración y acciones necesarias para el manejo sustentable de los bosques en la subcuenca del río Pixquiac**



el fin de que en el futuro puedan generar ingresos a sus dueños. Las actividades se llevan a cabo tanto en las parcelas individuales de ejidatarios y pequeños propietarios, como en las áreas de uso común de algunos ejidos.

En la subcuenca son comunes los fragmentos pequeños de bosque en diferentes etapas de regeneración natural, sujetos a distintos tipos y grados de deterioro. Muchos de estos fragmentos eran los candidatos elegidos por los campesinos para ser talados y posteriormente reforestados con los apoyos de ProÁrbol, lo que han estado haciendo durante años para sembrar las innumerables pequeñas plantaciones de pino existentes<sup>2</sup>. Esto significa que, si bien técnicamente no hay un cambio de uso del suelo, las reforestaciones con pino y ciprés están propiciando un cambio en la composición del bosque.<sup>3</sup>

Con el programa de conservación de fragmentos de bosque promovimos desde 2007, la protección de fragmentos de bosque que se encuentran en propiedades particulares, en parcelas ejidales y en áreas de uso común de ejidos. Estos fragmentos no tienen cabida en el esquema de PSAH de CONAFOR, porque su extensión es menor a las 100 hectáreas compactas de bosque que ProÁrbol requiere. Cuando se expuso este programa en las asambleas ejidales, invitando a los ejidatarios que deseaban conservar sus bosques en sus parcelas, hubo tres tipos de reacciones. Un sector pequeño vinculado a líderes dedicados a la tala irregular en parcelas propias y de otros ejidatarios percibió la propuesta como una amenaza a su actividad económica, y no solo la rechazó, sino que desinformó extendiendo el rumor de que este programa abría la puerta para que el “gobierno recogiera las tierras” (una forma de expropiación). Un sector minoritario sensible a la importancia de “cuidar los montes y el agua” ingresó al programa, el cual ha ido creciendo. El sector más numeroso está integrado por ejidatarios mayores, muchas de ellas mujeres que heredaron las parcelas de sus esposos, y que reciben magros ingresos por venta de árboles a los taladores. Este sector rechazó la invitación del programa en un primer momento, aunque después se acercaron para inscribir sus propiedades.

---

2 Se discute más adelante.

3 Es importante aclarar que las especies de pino y ciprés que se han sembrado en la cuenca son nativas de esta región; el cambio al que nos referimos es su siembra en altitudes más bajas de su rango natural, ocupando los espacios del bosque mesófilo de montaña o bosque de niebla.

En los cinco años de trabajo en esta línea se han impulsado las siguientes actividades:

- A. La reforestación con especies locales de valor económico por su madera o uso energético (cimbra, leña y carbón);
- B. El mejoramiento del manejo de las praderas ganaderas para intensificar su uso en un espacio menor, con el fin de compensar el área de pastoreo que se ha dedicado a la reforestación;
- C. El ecoturismo como una alternativa para obtener ingresos de las áreas de conservación y como vía para sensibilización ambiental a la población local y visitantes;
- D. La identificación de áreas de conservación, tanto privadas, como comunales, que pudieran insertarse en esquemas de protección voluntaria de bosques;
- E. La identificación de especies forestales no maderables con potencialidad para producir comercialmente;
- F. El registro en SEMARNAT de las plantaciones forestales que los ejidatarios han realizado para obtener permisos de aprovechamiento legal;
- G. La elaboración de un plan de manejo forestal en el bosque comunal de pino-encino del ejido San Pedro Buenavista; y,
- H. El establecimiento de dos viveros especializados en especies del bosque mesófilo para la reforestación y enriquecimiento de acahuales con bajo valor económico y para vender planta a zonas vecinas.

La operación de este programa ha enfrentado varios obstáculos. El principal escollo ha sido y es el antecedente de simulación frente a los compromisos contraídos con programas similares. Bajo el argumento del bajo monto del subsidio recibido, dueños de predios inscritos en estos programas siguen practicando la tala hormiga de sus bosques. El monitoreo por percepción remota (vía imagen satelital) no logra detectar el incumplimiento del compromiso de no tocar el bosque durante los cinco años que dura el contrato. Esto se puede detectar únicamente mediante el monitoreo directo en campo y la presencia continua, lo que ha empezado a transformar la relación de algunos dueños con los programas que impulsamos.

Dado que los recursos económicos siempre son escasos y que uno de los principales interesados, CMAS-Xalapa, requiere tener certidumbre acerca de su inversión y así debe ser para todos los donantes, desarrollamos un esquema de calificación para elegir los fragmentos que tuvieran atributos necesarios para la restauración y protección de la diversidad biológica. En el anexo 11 se presentan los criterios de selección, generados en las reuniones del comité de bosque del PROSAPIX. Vale decir que los atributos contenidos en este cuadro no provienen de una consulta bibliográfica o con expertos, sino que son el resultado sistematizado de la evaluación de campo y observaciones empíricas obtenidas al recorrer todos los fragmentos de bosque propuestos por sus dueños para incorporar a este esquema. Por lo tanto, estos atributos reflejan las condiciones que presentan los fragmentos de bosque natural y en proceso de recuperación, específicamente los que nos interesa apoyar para su conservación a mediano plazo.

Entre 2007 y 2008, 52 personas registraron un total de 377.10 hectáreas de fragmentos de bosques bajo el esquema de conservación, en la forma de 69 fracciones o parcelas de terreno (cuadro 24). Vale enfatizar que la mayor parte la constituyen fragmentos pequeños de 1 a 4 hectáreas (figura 32); las superficies mayores a 10 hectáreas corresponden a las áreas de uso común con bosque mesófilo del ejido San Pedro Buenavista. En 2009 el ejido El Agua de los Pescados solicitó la incorporación de sus áreas de uso común al programa, pero esto se ejecutó hasta 2010 por el retraso en la aportación de los recursos provenientes del Fideicomiso ABC.

Los tres primeros ejidos (cuadro 24), ubicados en la zona media tienen fragmentos de bosque mesófilo de montaña en diversos estados sucesionales. El área de uso común de Los Pescados en la zona alta, cuenta con bosques de pino y oyamel.

Se están realizando muestreos de vegetación<sup>4</sup> en estas parcelas con el fin de contar con la caracterización ecológica de las condiciones del bosque y de su composición de especies. Los resultados de estas mediciones corroboran las conclusiones del análisis de la dinámica del uso del suelo, al indicar que se trata fundamentalmente de bosques jóvenes en proceso de recuperación; la figura 33 muestra

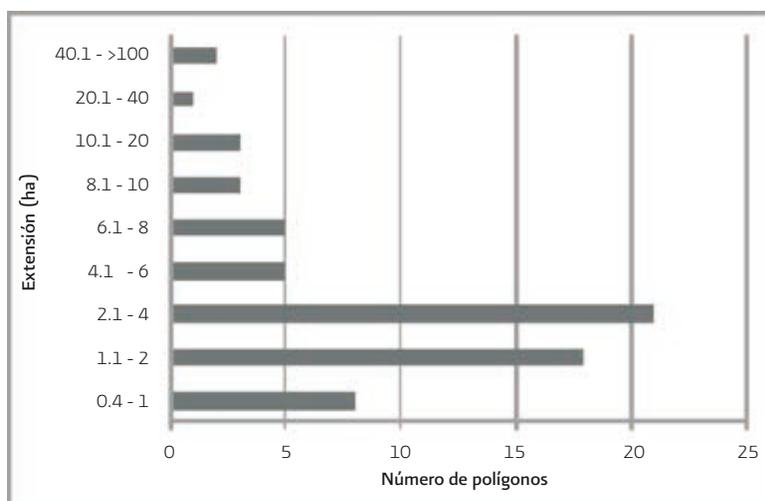
---

4 Este trabajo realizado por SENDAS, A.C. e INBIOTECA-UV, fue financiado por PROCYMAF-CONAFOR en 2009. El proyecto "Estudio para identificar áreas con potencial para la conservación en el bosque mesófilo del ejido San Pedro Buenavista, Acajete, Veracruz", tuvo como uno de sus resultados aportar información para que la Asamblea General del ejido tomará decisiones acerca de sus áreas de uso común con bosque mesófilo.

**Cuadro 24. Superficie comprometida para conservación en la subcuenca del río Pixquiac (hasta 2009)**

Áreas en conservación en los ejidos	Superficie (ha)	No. de parcelas/ fracciones
San Andrés Tlalnelhuayocan (parcelas)	44.5	19
San Antonio Hidalgo (parcelas)	21	23
San Pedro Buenavista (parcelas)	106.5	20
San Pedro Buenavista (Áreas en común)	292	7
El Agua de Los Pescados (Áreas en común)	614	1
Total	1078	70

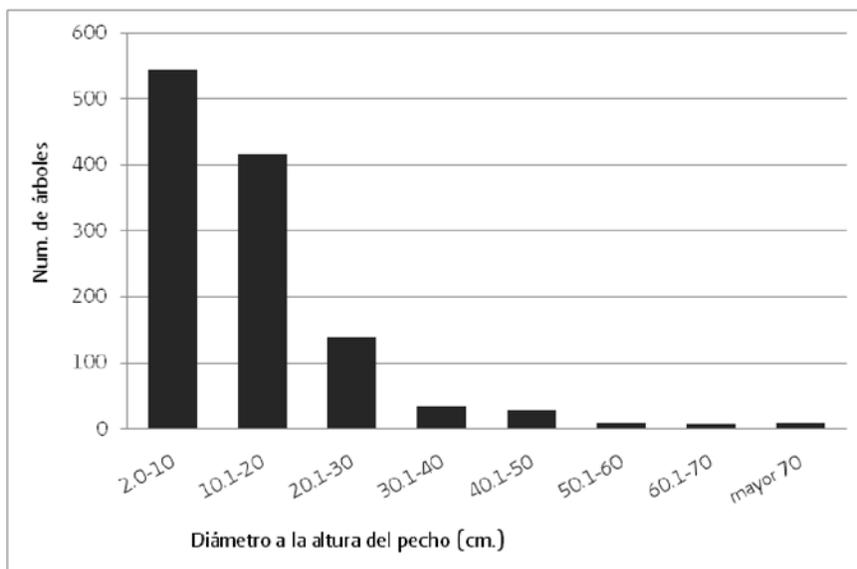
**Figura 32. Número y extensión de las áreas incorporadas en el esquema de conservación del PROSAPIX (2008)**



esta condición, donde la mayor parte de los árboles tiene un diámetro de 20 cm o menor.

Un paso importante hacia la conservación del bosque mesófilo en las áreas en uso común del ejido San Pedro Buenavista se logró como resultado de este proyecto, cuando la asamblea del ejido San Pedro retomó un acuerdo anterior y confirmó que todas las áreas comunes con bosque mesófilo (292 ha) se destinaran como reserva ejidal ya que constituyen un almacén de germoplasma forestal, sobre todo

Figura 33. Estructura del arbolado del bosque mesófilo en el ejido San Pedro Buenavista

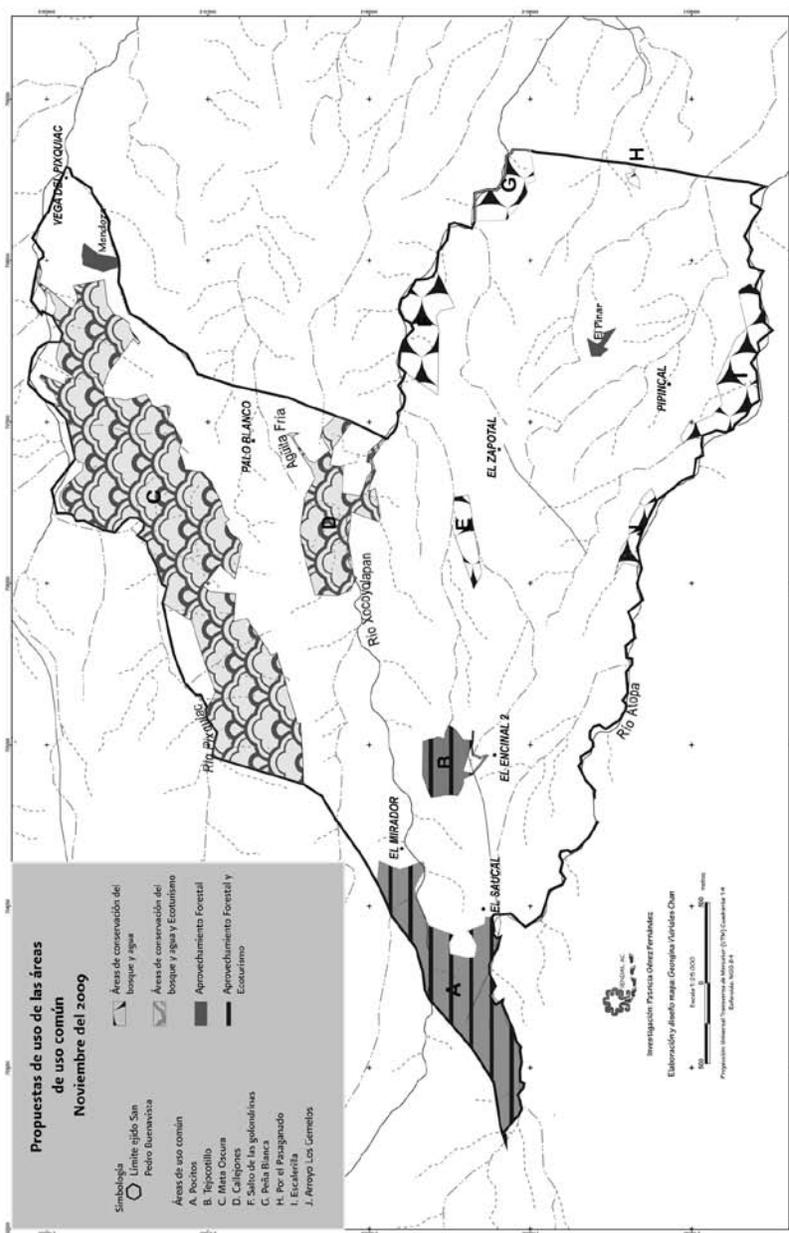


como fuente de semilla para la reproducción de varias especies de bosque mesófilo presentes únicamente en condiciones de bosques maduros. La figura 34 presenta un mapa del ejido con una clasificación preliminar de las distintas áreas de uso común según sus principales cualidades para la conservación de servicios ambientales: protección de servicios ambientales hidrológicos, conservación de germoplasma forestal, y ecoturismo.

### *Programa de manejo de bosques*

Este programa busca impulsar el manejo y aprovechamiento de los recursos forestales con una orientación sustentable, dentro de un marco legal. El esquema planteado no se centra en un solo producto, ni en un solo tipo de actividad. La condición de fragmentación de los bosques y de la propiedad, dominada por predios pequeños es una limitante para producir grandes volúmenes. Por su parte, la cercanía a la ciudad, además de facilitar el acceso a diferentes mercados, también ofrece otras alternativas de ingreso económico para los dueños de la tierra. Precisamente estas condiciones son las que nos han impulsado hacia buscar opciones como los servicios ambientales o el ecoturismo.

Figura 34. Áreas ejidales de conservación en el ejido San Pedro Buenavista



A continuación se exponen algunas de las actividades impulsadas para generar una opción de aprovechamiento de los bosques con objetivos de largo plazo.

### ***Restauración con reforestación***

La reforestación como elemento fundamental para la recuperación forestal de la subcuenca busca cubrir varios objetivos:

- I Promover la restauración<sup>5</sup>, a través de la siembra de árboles nativos en las zonas cercanas a los cuerpos de agua, fundamentalmente en torno a manantiales y orillas de ríos;
- II Desarrollar esquemas silvopastoriles que permitan conjugar el uso ganadero del suelo con la reforestación;
- III Rescatar las especies nativas de bosque mesófilo, particularmente las que están amenazadas o sujetas a mucha presión por la calidad de su madera ; y
- IV Conjugar el interés económico por esta actividad, con el interés de restaurar la cobertura forestal permanentemente en ciertas áreas.

La elección de las especies a usar y el sitio a sembrar ha variado en función de estos objetivos. La propuesta de restauración de esta subcuenca inició en el año 2006 en la zona media, con la reforestación de pequeñas fracciones en parcelas predominantemente ganaderas, utilizando especies nativas. Sin embargo, lo que parecía lógico y factible se tornó en un trabajo bastante complejo, pues encontramos numerosas dificultades que entorpecen los esfuerzos regionales y locales para la recuperación forestal.

La falta de interés en las especies del bosque mesófilo de montaña por parte de los campesinos y de las instituciones ha representado una de las mayores resistencias, ya que la idea de que solo el pino es valioso está muy arraigada en la región, a causa de tres motivos fundamentalmente: i) CONAFOR y las dependencias que le precedieron han promovido la plantación monoespecífica de pino

---

5 Retomando a Bradshaw (1997), rehabilitación se refiere a las acciones para restaurar la subcuenca hacia condiciones que indiquen una mejora, partiendo de una condición degradada. En este sentido, cuando hablamos de restaurar la subcuenca nos referimos a buscar mejoras en la provisión de los servicios ambientales, sin pretender llegar al estado "inicial" que alguna vez tuvieron los ecosistemas de esta región.

durante más de veinte años; ii) la madera de pino tiene un mercado fácil y un valor comercial conocido, y iii) la percepción de que el pino crece más rápido que las especies de BMM con valor comercial. Sin embargo al revisar los conocimientos empíricos y los resultados de estudios técnicos con las personas que viven de la venta de madera, ellos reconocieron que sus productos (cimbra y puntales para construcción) no reciben un pago diferenciado por el tipo de madera, y que tratándose de leña y carbón, los encinos y otras maderas duras de hoja ancha son preferidas antes que el pino. También reconocen que ciertas especies de BMM, utilizadas como energéticos, cimbra y para elaboración de muebles rústicos, que crecen mucho más rápido que el pino, como el ilite (*Alnus acuminata* y *A. jorullensis*), tienen la ventaja que se regeneran con facilidad y están menos propensas a enfermedades. Por este motivo a partir del 2010 se decidió impulsar las plantaciones forestales comerciales de ilite.

En esta lógica de empalmar la reforestación con la restauración de la cuenca, algunos campesinos aceptaron la idea “exótica” de cultivar especies locales y propusieron ciertas especies con mayor interés comercial o de uso doméstico. Un primer obstáculo fue la dificultad para conseguir planta de calidad y tamaño adecuado, y en número suficiente para reforestar las superficies comprometidas cada año dada la insuficiencia o ausencia de estas especies en los viveros estatales, municipales y particulares. En la zona media alta reforestamos con pino, la limitación en este caso fue que CONAFOR solo entrega ciprés y una sola especie de pino (*Pinus patula*), con problemas de calidad en cuanto al tamaño de la plántula y al tiempo de entrega de las plantas.

El segundo obstáculo fue la dificultad para hacer compatible la normatividad institucional con la lógica de diversificación productiva de los campesinos, quienes están dispuestos a invertir en pequeñas plantaciones siempre que no ocupen una proporción mayor de su parcela. A esto se suma, la fragmentación de la tenencia y el uso diversificado del suelo, que reducen la posibilidad de acceder a los recursos de CONAFOR, dado que la superficie mínima requerida para ser elegible es de 10 hectáreas. Esto se resolvió a través de organizar grupos de reforestadores, para sumar las extensiones mínimas requeridas; sin embargo, en 2010 las reglas de operación de ProÁrbol cambiaron y no se aceptaron solicitudes en grupo.

Quizá la mayor limitación para desarrollar el programa de reforestación ha sido el bajo subsidio otorgado para reforestar, insuficiente para cubrir costos reales, junto con la simulación profundamente extendida en la ejecución de los programas gubernamentales de reforestación. Los subsidios de ProÁrbol por ejemplo, conside-

ran un pago de 1,100 pesos por hectárea, muy alejado del costo real de reforestar esa área (4,450 pesos, según estimado nuestro). Esto, aunado a un débil monitoreo, ha generado la simulación y el mal uso de los recursos públicos: es común encontrar planta tirada, mientras que los técnicos enviados por la dependencia con frecuencia no visitan las parcelas comprometidas y levantan las actas de verificación con resultados aparentemente cumplidos.

Para evitar la simulación ha sido necesario llevar a cabo un monitoreo anual real en cada predio reforestado. Esto nos ha permitido detectar varios problemas: a) la entrada de ganado a la plantación, lo que implica dar de baja a la parcela afectada; y b) reforestaciones con superficie menor a la comprometida por sus dueños, ya que muchos plantan a densidades mayores a las recomendadas y exigidas por CONAFOR. En estos casos, se ajustó la superficie, o se le urgió al dueño a sembrar más árboles (cuadro 25). La lógica productiva campesina al reforestar es otra: mientras más abierta es la plantación -es decir menor densidad- mayor espacio ocupará del escaso disponible para usos agropecuarios y se requerirá más trabajo para mantenerla libre de malezas. Los resultados correspondientes al segundo monitoreo a las plantaciones del 2006, realizado en 2008, indican que tenemos el 80% de sobrevivencia al primer año, resultado más que aceptable cuando CONAFOR reconoce que, a nivel nacional apenas alcanza el 20%.

En los años siguientes la falta de recursos limitó la continuidad del monitoreo. Sin embargo, las observaciones en campo y la información aportada por los propios reforestadores indican que, aún cuando las plántulas sobrevivieron el año crítico después de la siembra, en los siguientes años la mortandad de árboles aumentó (algunos dueños indican hasta el 50%). Esto se debió principalmente a que se redujo el apoyo económico de parte del PROSAPIX para el control de la maleza, y a la dificultad de los campesinos para sostener con sus ingresos los chapeos durante más de un año.<sup>6</sup>

Estas limitantes nos llevaron a concluir que la restauración activa mediante la reforestación, con su mantenimiento, es una actividad costosa y compleja, en las condiciones sociales y ambientales presentes en esta subcuenca. Por esta razón el prendimiento de árboles en el Proárbol ha sido tan bajo (20% según CONAFOR después de un año de plantado y 9% de acuerdo a Greenpeace). El éxito de estos esfuerzos depende de una aportación continua de recursos materiales y económicos, así como de una supervisión cercana con los dueños de la tierra, lo que supera

---

6 El agresivo crecimiento de la maleza exige al menos cuatro chapeos al año, implicando 12 jornales por hectárea.

**Cuadro 25. Superficie reforestada, comprometida y ajustada después del monitoreo con especies nativas del bosque mesófilo de montaña**

Reforestación en la subcuenca del Pixquiác: resumen 2006-2009	Ejido San Pedro Buenavista	Ejido San Antonio Hidalgo	Ejido San Andrés Tlalnahuayocan	Total
Superficie comprometida (2006-2007) (ha)	44.5	49.0	27.5	121.0
Superficie reforestada geoposicionada (ha)	24.5	28.0	13.0	65.5
Superficie reforestada verificada (2008) (ha)	21.5	23.9	11.6	57
No. Total parcelas participantes	31	35	16	82
No. Parcelas dadas de baja	2	5	2	9
No. Total parcelas comprometidas para reforestación (hasta 2009)	29	30	14	73

con mucho al financiamiento institucional disponible. El monto económico disponible para los proyectos de reforestación no valora de forma amplia y completa la función social y ambiental de estas subcuencas proveedoras de agua. En estos casos la reforestación, al mismo tiempo que conserva suelos, fomenta la recuperación económica de un potencial forestal deteriorado y evita el azolvamiento de los ríos, con los consecuentes efectos positivos en las cuencas bajas y planicie, donde se previenen las inundaciones, daños a cultivos, a áreas habitacionales e inclusive se evitan pérdidas de vida humanas y animales.

Dada la rápida capacidad de recuperación de los bosques secundarios de bosque mesófilo de montaña en esta región húmeda con suelos fértiles, una alternativa de bajo costo y de mayor efectividad sería la reforestación pasiva o la siembra de semilla al voleo, mediante la exclusión de potreros colindantes con fragmentos de bosque bajo conservación. Sin embargo, no existe por ahora este tipo de apoyo en CONAFOR o en otras entidades análogas.

Estas consideraciones, aunadas a la conclusión del estudio sobre la dinámica del uso del suelo en la subcuenca, en el sentido de que la cubierta forestal representa alre-

dedor del 70% de su superficie y que ésta ha aumentado en las últimas tres décadas, nos llevaron a desechar la premisa inicial y a tomar la decisión a partir del 2008 de dirigir los escasos recursos del PROSAPIX hacia la conservación, disminuyendo los esfuerzos hacia la reforestación. De este modo se contribuye además a evitar el cambio de uso del suelo (a pastizales, cultivo de papa o de maíz) en áreas forestales.

### ***Viveros comunitarios***

En 2008 y 2009 se establecieron dos viveros comunitarios, uno en Rancho Viejo, municipio de Tlalnelhuayocan y otro en Zapotal, municipio de Acajete. El primero está orientado a promover la revaloración del bosque mesófilo entre los jóvenes, ya que son ellos quienes en pocos años estarán en posición de tomar decisiones sobre el destino de las parcelas de sus padres. En este sentido, se les involucra en todas las actividades relacionadas con la producción de planta, empezando por conocer la fenología de cada especie, bajo la idea de que solamente se puede apreciar lo que se conoce.

Los dos viveros son pequeños y de diseño rústico, con capacidad para producir 20 mil plantas entre ambos. Actualmente están en proceso de crecimiento plántulas de las siguientes especies de bosque mesófilo: fresno (*Fraxinus uhdei*), palo zopilote (*Oreomunea mexicana*), cedro nogal (*Juglans pyriformis*), marangola (*Clethra mexicana*), magnolia (*Magnolia schiedeana*), encinos (*Quercus* spp.), ilite (*Alnus acuminata*) e ixpepe (*Trema micrantha*). Los objetivos buscados con los viveros son:

- Propagar especies propias del BMM, no disponibles en los viveros oficiales.
- Promover la recolección de semillas, propagación y cultivo de especies que se encuentran muy diezmadas en número y distribución en el BMM.
- Vincular las actividades educativas con las de fomento y producción de planta forestal.

### ***El aprovechamiento regulado de los recursos forestales***

#### **Estudios para el aprovechamiento de madera en plantaciones y bosques naturales**

Dentro de la subcuenca la mayor parte de los aprovechamientos se realizan sin planes de manejo forestal y casi siempre con esquemas extractivos poco eficientes;

solo cuatro predios particulares en la zona alta cuentan con permisos legales. Los bosques parcelados conllevan una mayor complejidad para lograr su buen manejo, por un lado, porque los volúmenes aprovechables no son suficientes para pagar los costos que implica la extracción regular y, por el otro, resulta inoperante pues los trámites y requisitos legales son más caros que los beneficios económicos a obtener. La ausencia de una organización productiva alrededor de los bosques es un tercer impedimento para sortear esta situación.

A pesar de estas dificultades, un número importante de ejidatarios y dueños privados de bosques están dispuestos a comprometerse en una actividad forestal regulada, ya que con productos legales pueden obtener mejores precios y evitar las constantes multas y requisiciones de sus herramientas de trabajo. Otros, sin embargo, como los ejidatarios de San Andrés Tlalnelhuayocan, más próximos a la ciudad y con una extensa superficie de bosque mesófilo, están más interesados en vender sus parcelas o transformar sus bosques hacia la agricultura o la ganadería, que aprovecharlos legalmente.<sup>7</sup>

En el ejido San Pedro Buenavista, con financiamiento del PROCYMAF, se elaboró un programa de manejo forestal a fin de aprovechar las áreas de uso común con pino. En el mismo ejido, se ha empezado un minucioso proceso de registro de las plantaciones de pino establecidas por los ejidatarios desde 1979. La mayor parte de ellas requiere urgentemente de aclareos<sup>8</sup> por su alta densidad de siembra. Una vez que este tratamiento silvícola sea autorizado por SEMARNAT se producirá gran cantidad de puntales, uno de los productos que el ejido vende tradicionalmente para cimbra, de forma ilegal y sujeto a la extorsión por parte de distintas autoridades.

La promoción del manejo sustentable de los bosques ha requerido de acciones de diversa índole, dependiendo de los actores sociales, de sus intereses, necesidades y posibilidades. A continuación se describen otras opciones que hemos impulsado entre 2006 y 2009.

---

7 Existe una iniciativa apoyada por la autoridad ejidal para que el gobierno construya un camino al corazón de esta zona de bosque porque "necesitamos sacar nuestros productos". Como la explotación forestal es ilegal, queda claro que la intención es el cambio de uso del suelo.

8 Los aclareos implican la remoción de algunos árboles para reducir la densidad y por lo tanto la competencia entre ellos, favoreciendo el mejor crecimiento de los árboles remanentes.

## Estudios sobre el potencial de los recursos forestales no maderables

Llevamos a cabo una serie de talleres participativos en el ejido San Pedro Buenavista para evaluar el potencial de aprovechamiento de los recursos forestales no maderables (RFNM) en las áreas de uso común declaradas como reservas por el propio ejido. Se recopiló información sobre los recursos vegetales utilizados, las partes que utilizan (hojas, tallo, corteza, raíz, flores, frutos), los diferentes usos que se le dan (medicinal, ornamental, alimento, construcción, ceremonial, etc.), su distribución en los diferentes tipos de ambientes (bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, vegetación riparia, desmontes o zonas abiertas, etc.), su abundancia en el presente y en el pasado (hace 10 y 30 años), así como las causas de los cambios en su abundancia, entre otros (Cuadro 26). También se hicieron recorridos por los bosques con un grupo de ejidatarios, durante los cuales se recopiló información sobre las condiciones en las que se encuentran los recursos, su abundancia, distancia de los poblados, y la facilidad de acceso a los mismos, así como las condiciones del bosque en general. Se encontró gran variedad de RFNM, pero en todos los casos la abundancia resultó limitada, por lo que un aprovechamiento intensivo sería difícil.

Los campesinos que participaron en los recorridos manifestaron que actualmente hay menos recursos no maderables por desconocimiento de cómo hacer la extracción, cuánto sacar, y también porque ahora son más personas y hay menos bosques maduros. En algunas ocasiones los ejidatarios plantearon que “hace falta ponerse de acuerdo para cuidar al monte porque así se va a acabar”.

La baja densidad de recursos forestales no maderables no permite una extracción directa del monte para su comercialización, sin embargo, pueden ser elementos atractivos para el ecoturismo. Se les propuso visualizar su bosque como almacén o reserva, como semillero para reproducir ciertas especies de interés, de manera que el producto obtenido podría venderse con la confianza de que no se acabará. Entre los recursos que se identificaron con mayor potencial para su aprovechamiento en el corto plazo están: la preparación de conservas (moras, xocoysl, ciruelas, capulín, etc.), establecer una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) para la reproducción y venta de algunas especies de orquídeas, la elaboración de adornos navideños con conos de pino “pinochas”, y la propagación y cultivo de begonias silvestres y de cilantro de monte.

## Diversificación del sistema productivo: el manejo de bromelias epífitas en bosque mesófilo de montaña

En el centro de Veracruz existe una gran demanda de bromelias epífitas para la elaboración de arcos florales, contruidos para honrar a santos y a la virgen en festividades católicas. La implementación de un sistema de extracción en áreas donde aún existen poblaciones robustas de bromelias epífitas en fragmentos de bosque mesófilo de montaña (BMM) fue planteada como una alternativa viable que pudiera contribuir a su mantenimiento y a la reducción de la pérdida del mismo. Para lograrlo llevamos a cabo estudios ecológicos detallados en cuatro parcelas de bosque para determinar las tasas de extracción de las plantas y desarrollar un plan de aprovechamiento, y propusimos el establecimiento de viveros rústicos para su mantenimiento y propagación. El análisis de los patrones de distribución, abundancia, estructura y dinámica poblacional de epífitas, entre otros, es esencial para implementar sistemas de manejo sostenibles de sus poblaciones por lo que se planeó la realización de los estudios necesarios al respecto.

Una de las estrategias impulsadas ha sido el desarrollo de un programa de prácticas sobre el manejo de bromelias en BMM para los estudiantes de la telesecundaria de la comunidad Rancho Viejo, en el ejido San Andrés Tlalnelhuayocan, en donde los estudiantes son hijos e hijas de los dueños y dueñas del bosque. El objetivo central de las prácticas con los estudiantes es enriquecer su conocimiento sobre los recursos que albergan sus bosques y enseñarles criterios y herramientas metodológicas para el aprovechamiento sustentable de los mismos. Uno de los primeros resultados de esta actividad, retomando un testimonio de la

**Cuadro 26. Recursos forestales no maderables (RFNM) en los bosques del ejido San Pedro Buenavista por tipo de uso (algunos productos tienen más de un uso)**

Comunidades	No. de RFNM registrados	Comestible	Ornamental	Medicinal	Otros
La Vega del Pixquiác y Palo Blanco	31	16	5	8	2
Saucal	33	16	8	9	2
Encinal	29	10	7	7	5
Zapotal	41	21	-	17	3

directora de la telesecundaria, es que propiciados por las prácticas y pláticas impartidas sobre estas plantas, los estudiantes pintaron en un mural de su escuela bromelias asociadas a árboles (figura 35).

A partir de las observaciones y colecta de datos en fragmentos de BMM, se seleccionaron para ser aprovechadas las bromelias *Tillandsia multicaulis* (trencita), *T. punctulata* (camarón) y *T. butzii*, (las primeras dos presentan una de las abundancias más altas ) tienen un gran atractivo estético para su venta pues son utilizadas en arcos florales en la región y vendidas en mercados locales. Los planes de aprovechamiento se plantearon para fragmentos de BMM, en los ejidos de San Andrés Tlalnelhuayocan y San Antonio Hidalgo, que estuvieran en el programa de pago por servicios ambientales (PSA) en la cuenca del río Pixquiac.

Con base en los datos obtenidos se puede estimar, para cada especie seleccionada, el número promedio de plantas por hectárea, así como la estructura y tamaño poblacional, y proponer un sistema de aprovechamiento con las tasas de extracción anual para cada especie y sitio estudiados. Desde el inicio se consideró diseñar un sistema de monitoreo del sistema extractivo que permitiera la evaluación sistemática de los efectos de la colecta de bromelias epífitas sobre su abundancia, y así establecer niveles de extracción óptimos y hacer los ajustes pertinentes. Los resultados obtenidos de estos estudios nos han permitido determinar que existe un alto potencial para aprovechar las bromelias epífitas de forma controlada, lo que representa una oportunidad para su conservación y la del bosque que los alberga, fomentando así su uso en las tradiciones locales y la revaloración de la capacidad productiva estos bosques y el papel activo de los dueños en su manejo. Vale resaltar que el reconocimiento y entendimiento de los valores y conocimiento que poseen las comunidades juega un papel central en el éxito de programas que buscan el desarrollo de estrategias de conservación.

Como se ha mencionado anteriormente, una de las limitantes en la región es la debilidad del *capital social*, por ello entre las necesidades principales para el éxito del proyecto se identificó el fortalecimiento de la organización al interior de los ejidos en torno al aprovechamiento de los recursos naturales que albergan sus bosques. Para lograrlo se requiere de un trabajo constante de largo plazo que permita reforzar las relaciones de confianza y los espacios de discusión de las problemáticas existentes. Si bien las personas en las comunidades no contaban con experiencia en el manejo de las bromelias, han mostrado interés en el aprovechamiento de estos recursos. Al igual que para otros productos del campo, la comercialización de los RFNM es el principal cuello de botella, por ello es de vital importancia realizar

estudios de mercado que permitan determinar la relación costo-beneficio, así como capacitar y apoyar a los productores a lo largo de todo el proceso.

### 6.2.2. Reconversión productiva con orientación sustentable

Nuestra concepción de la conservación considera que, en lugares con ocupación humana y derechos territoriales, la mejor forma de garantizar la permanencia de los ecosistemas, es mediante el aprovechamiento ordenado de los recursos por parte de sus dueños o los que los utilizan. Otra premisa de esta iniciativa es que la conservación de los ecosistemas de la subcuenca del río Pixquiac no se logrará mientras no se reorienten las actividades productivas y el aprovechamiento de los recursos hacia esquemas más sustentables. En este sentido los objetivos de esta línea estratégica de reconversión productiva, han sido:

**Figura 35. Mural y prácticas con bromelias epífitas en la telesecundaria “Juan Amos Comenio” de Rancho Viejo, ejido San Andrés Tlalnehuayocan**



- Promover actividades productivas (de bienes y servicios) que sean compatibles con la conservación de los recursos y de los ecosistemas cuyas funciones permiten que la región siga aportando servicios ambientales que benefician a la región.
- Mejorar la calidad de vida de la población que vive dentro de la subcuenca, vía ingresos o disponibilidad de bienes de consumo producidos localmente.

Un criterio fundamental para la selección de las actividades y propuestas alternativas que se han impulsado fue el interés de los participantes, consultados a través de ejercicios de diagnóstico y talleres participativos. Otros criterios han sido la ubicación estratégica dentro la subcuenca del proyecto promovido (ver zonas prioritarias, Capítulo 3) y que los proyectos sean viables desde el punto de vista económico, es decir que sean autosostenibles. Se busca que los proyectos tengan una estrategia de mercado para agregar valor y evitar que el beneficio económico principal sea aprovechado por un sector distinto al que colabora con el programa. Los escasos recursos económicos que se han gestionado a la fecha, han obligado a concentrar los esfuerzos en algunos proyectos de mayor relevancia estratégica: ecoturismo, ganadería, floricultura y estufas ahorradoras.<sup>9</sup>

### ***Ecoturismo comunitario***

La propuesta de ecoturismo que se está impulsando está íntimamente ligada a los acuerdos comunitarios para la protección del bosque de niebla. Para que la protección de estas áreas sea factible sin menosprecio de la economía familiar, tiene que proporcionar ingresos que representen una ventaja comparativa respecto a los usos actuales del bosque.

Entendemos aquí por ecoturismo “aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar o visitar espacios naturales relativamente sin perturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales de dichos espacios; así como cualquier manifestación cultural del presente y del pasado que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural e induce un involucramiento activo

---

9 La ganadería es sin duda la que captura el interés de muchos campesinos pero aún no se ha logrado contar con la asistencia técnica permanente para atender este Programa.

y socio-económicamente benéfico de las poblaciones locales” (UICN, 1996). El ecoturismo comunitario por definición es una actividad que requiere la anuencia de la comunidad, aunque no necesariamente todos los miembros de la comunidad trabajan en ella. Esta circunstancia presenta el riesgo de conflictos internos e implica la definición de acuerdos intra e intercomunitarios.

Otro aspecto fundamental es la necesidad de tener claro desde el inicio que el ecoturismo por sí sólo no puede resolver los problemas de pobreza, ni de la conservación. Se trata de una actividad que debe ser vista como parte de una estrategia más amplia, tanto a nivel local como regional, es decir una opción entre otras pero no la única. Uno de los cuellos de botella del turismo comunitario y del ecoturismo es su carácter estacional, sea por las condiciones naturales del sitio, sea por la incompatibilidad con las actividades agrícolas. Es necesario fortalecer simultáneamente actividades productivas, de carácter sustentable, que puedan mejorar las condiciones de autoconsumo de la comunidad, ingresos monetarios y generar productos para los turistas o para el mercado regional, nacional o internacional.

Con esta concepción hemos iniciado un trabajo en varias comunidades rurales de la subcuenca. Si bien se trata de una actividad que requiere de varios años para madurar, presentamos los pasos que se han dado hasta el momento. A raíz de los talleres de diagnóstico participativo realizados en las cinco comunidades del ejido San Pedro Buenavista en 2008, se redefinieron responsabilidades y derechos de acceso a áreas de bosque en común. De este modo, en acuerdo de asamblea se decidió que las comunidades a las cuales les fueron asignadas las áreas de uso común de pino-encino y pino tendrían derecho a su aprovechamiento bajo plan de manejo, y que aquellas con bosques de hoja ancha tendrían el disfrute del programa de pago por servicios ambientales, al igual que actividades como el ecoturismo y manejo de productos forestales no maderables. Estas decisiones forman parte de un primer nivel de ordenamiento del ejido, situación que no existía previamente.

Además de ser una alternativa para generar ingresos, el ecoturismo tiene un segundo objetivo vinculado con fomentar una nueva relación campo-ciudad: ser una alternativa de sensibilización ambiental para la población de la zona conurbada de Xalapa, beneficiada por el agua que proviene de las zonas media y alta del río Pixquiac. Los lugares con mayor atractivo turístico en la zona media, donde hay interés de la población local, son los que corresponden a los Bosques Mesófilos de Montaña en las pendientes orientadas hacia los ríos Xocoyolapan y Pixquiac. Desde el punto de vista cultural, el modo de vida de los habitantes de esta región

serrana, las leyendas, la gastronomía, y otros aspectos de su vida cotidiana conforman un atractivo más.

Una vez definidas las áreas destinadas a conservación en las cuales el ecoturismo podía ser una de las actividades económicas, se formaron tres grupos de interés en tres comunidades, y se inició un programa de capacitación y de evaluación de sitios de interés. Después de haber diseñado y habilitado distintos senderos, empezaron actividades de senderismo de interpretación de la naturaleza con varios grupos piloto.

La generación de ingresos inmediata a partir de recorridos experimentales ha permitido una pronta comprensión de la actividad de parte de los campesinos, a la vez que se identifican los intereses reales y las habilidades particulares de cada uno de los involucrados, así como los puntos de interés natural y cultural.

Los talleres de interpretación de la naturaleza permitieron, en un diálogo entre campesinos y capacitadores, afinar los puntos de interés en los senderos e ir construyendo los contenidos temáticos de los recorridos.<sup>10</sup> Fueron identificadas aquellas plantas silvestres comestibles y su forma de utilización, con vista a integrarlas en la preparación de alimentos frescos o conservas. De la misma manera fueron inventariadas plantas con uso medicinal.

El proyecto ya conocido y promovido como Cañadas del Pixquiac es aún incipiente para ser evaluado, sin embargo una primera sistematización permite reconocer los siguientes retos. La falta de organización previa ocasiona conflictos entre y al interior del grupo ya que la diferencia de percepciones respecto a la obligatoriedad de metas por cubrir, resulta a veces en un reparto desigual de las tareas. Los intercambios o visitas a otros proyectos han sido el mejor aprendizaje para ir superando los problemas y configurar una visión a futuro.

Un aspecto delicado son los consensos necesarios entre los participantes del proyecto y el resto de la comunidad cuando implica el uso de áreas comunales. Por ejemplo, el diseño y arreglo de las veredas debe ser discutido con los que no participan, ya que estos senderos tienen doble uso, es decir para los miembros de la comunidad y para los turistas.

Muchas veces, los requisitos de los financiamientos exigen que sean los titulares de los derechos agrarios quienes conformen el proyecto, lo que deja fuera a las mu-

---

10 Se obtuvieron recursos de CONANP para un programa de capacitación y para consolidar los senderos a través de empleo temporal en las tres comunidades. La capacitación comprendió talleres de sensibilización ambiental, de interpretación de la naturaleza, de primeros auxilios y de observación de aves.

jeros. En este sentido es importante prever una ampliación de la organización a los verdaderos participantes y no sólo a quienes tienen los títulos agrarios. Los grupos involucrados en este proyecto se vuelven los elementos dinamizadores del cambio en la comunidad ya que la conservación es indispensable como materia de trabajo.

### ***Floricultura***

En varias comunidades de la zona media desde hace más de dos décadas se practica la siembra, cosecha y venta de flor de alcatraz. La producción de flor de corte de alcatraz blanco en el ejido San Pedro Buenavista está sincronizada con el periodo de lluvias para tener flores entre diciembre y mayo. La acumulación de la oferta de flor de corte durante estos meses, la competencia de otros productores, los bajos precios en el mercado y la distancia desde su comunidad hasta la ciudad de Xalapa, lleva a que los productores opten por vender a los acaparadores locales. De este modo el mercado se satura y el precio disminuye a cantidades que oscilan entre los 10 y 3 pesos la docena según se realice la transacción (directa o a través de acaparadores). Este comportamiento natural (planta anual y estacional), la lejanía del mercado y la falta de asesoría técnica, representan los factores principales que limitan al cultivo de alcatraz e impiden que destaque como una actividad altamente redituable.

Dada esta situación y después de haber analizado tanto el proceso productivo local, como los mecanismos de comercialización se siguieron dos estrategias: por un lado introducir alcatraz de color que tiene un precio tres veces más alto que el alcatraz blanco y, por otro, buscar un desfase significativo gradual que permita ofertar flores de alcatraz durante el periodo en el cual ésta ha disminuido por completo (junio a noviembre), permitiendo al productor regular a su favor el precio de su producto. En cuanto a la primera estrategia, de manera experimental, en la fase intermedia que comprende de la poda total de las plantas y el inicio de la floración, se logró estimular la floración prematura de las plantas y desfasarlas de su ciclo natural para cumplir con el objetivo de ofertar flores en los meses de nula producción y fuerte demanda, como es el 10 de mayo.

En cuanto a la segunda estrategia, con la introducción de alcatraz de colores se está validando un paquete tecnológico de manera participativa en la comunidad de El Encinal con dos grupos de trabajo, uno de mujeres y otro de hombre. Con recursos del PROSAPIX se compraron bulbos de calidad a un proveedor de Morelos y los dos grupos se dedicaron a reproducirlos en un vivero manejado de manera colectiva para, en un siguiente momento, ampliar el área de producción

en los solares familiares. Una innovación respecto al método tradicional de siembra es que se establecieron túneles de plástico para la protección de la planta en los meses de invierno, momento en que se sembró para tener un producto disponible en los meses que no hay en el mercado. Este cultivo es un buen ejemplo de que para varias actividades, más que inversión, se requiere de asesoría técnica. Desde el punto de vista social y organizativo los resultados son muy alentadores. A partir de visitas de grupo a florerías de la ciudad de Xalapa y del puerto de Veracruz, donde se ofreció y vendió el producto a buen precio, los participantes han comprobado por experiencia propia que los alcatraces de color alcanzan valores muy altos y que tienen una gran demanda. La gente pudo experimentar lo que representa el nuevo producto como potencial económico, pues se vendieron aproximadamente 35 docenas de flores de color amarillo y 90 docenas de flores rosadas (tallos cortos) a un precio entre diez y cinco veces superior al precio del alcatraz blanco venido localmente.

A pesar de la intención inicial de repartirse los bulbos en cuanto se empezaran a multiplicarse, los grupos de trabajo se han mantenido en colectivo durante un año y decidieron seguir así por otro año. Han ido superando su propia incredulidad, problemas internos y a veces el no apego a las recomendaciones técnicas, para transformarlas en actitudes de responsabilidad, aceptación de trabajo en grupo, autonomía grupal, resolución de problemas, honestidad y confianza.

Si bien hasta el momento el mercado local (ciudades de Xalapa y Veracruz puerto) requiere mucha planta de color, en la medida en que aumente la producción y que más gente se dedique a este nuevo producto, será importante la asesoría en la comercialización y búsqueda de mercados alternativos, donde además se pueda valorar económicamente los esfuerzos locales hacia la conservación en estas comunidades.

### ***Ganadería***

Para evitar que los campesinos desmonten las áreas forestales con miras a extender sus pastizales, se ha desarrollado una estrategia que busca por un lado, la compensación para reforestar o conservar áreas de bosque en una parte de sus parcelas, y por otra, intensificar la ganadería; es decir, apostar a incrementar los rendimientos de carga animal por hectárea. En esta primera etapa, la falta de recursos económicos y humanos ha resultado en un seguimiento inconstante a los ganaderos de los distintos ejidos.

El primer año del programa, en el ejido San Antonio las áreas que estaban desmontadas en las laderas que dan hacia los ríos han sido propuestas para el programa de reforestación. La figura 36 representa la estrategia seguida con pequeños ganaderos del ejido San Antonio. El modelo propone básicamente establecer sistemas silvopastoriles que permitan a los ejidatarios racionalizar el aprovechamiento del bosque, al mismo tiempo que se intensifica el uso del suelo mediante la rotación del pastoreo usando cercos eléctricos.

Un diagnóstico realizado con productores de los ejidos San Antonio y San Pedro Buenavista permitió establecer una serie de recomendaciones generales para la ganadería en esta zona, que se presentan en el cuadro 27.

Un campesino del ejido San Antonio cuya parcela ya es demostrativa ha logrado los siguientes resultados. Gracias a la introducción del cerco eléctrico, la rotación y el mejoramiento de pastos ha logrado tener hasta 17 vacas en 3 has (dos de ladera fuerte siendo convertidas a plantación forestal) cuando antes tenían 5 en 5 hectáreas. No obstante, por falta de recursos económicos no se ha podido ampliar estos resultados a otras áreas de potreros en la cuenca media y alta.

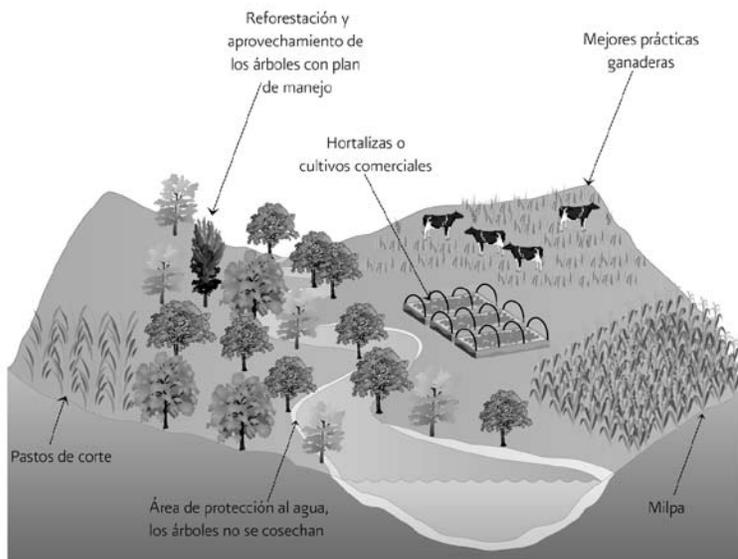
### ***Estufas ahorradoras de leña***

A partir de los estudios realizados en Rancho Viejo sobre uso de leña (Haeckel, 2006), identificamos que este consumo representa una cantidad considerable de árboles por año. De este modo, en 2007 se hizo un diagnóstico sobre el tipo de fogón y/o estufa que se utiliza en la comunidad, con el objetivo de realizar una propuesta de mejoramiento.

Las principales desventajas del bracerero de tres piedras que se utiliza en comunidades como Rancho Viejo, donde se hacen tortillas y tlacoyos para vender en la ciudad, es que provocan un alto índice de enfermedades respiratorias entre las mujeres (figura 37).

Con recursos obtenidos de distintos programas (CONANP- SEMARNAT) impulsamos dos proyectos piloto: 1) la construcción de estufas de tipo Lorena en escuelas de Rancho Viejo donde las mujeres se congregan a preparar alimentos para los niños (figura 38); y 2) en comunidades de zona fría la sustitución de estufas de lámina por unas con calentadores de agua adaptados y con ladrillos adentro de la estufa para mejor rendimiento en la conservación del calor y reducir el consumo de leña para la cocción de los alimentos. Estos proyectos tienen como principal objetivo reducir la presión sobre los bosques mediante la disminución de consumo de

Figura 36. Modelo silvopastoril con intensificación ganadera y una hectárea de reforestación



Cuadro 27. Acciones propuestas para mejorar el sistema ganadero en la zona

- Apoyar al grupo con yuntas para preparar el suelo y establecer las praderas y los bancos de proteína.
- Realizar un diagnóstico del estado reproductivo que presentan las vacas inscritas al programa.
- Recomendar el empleo de alimentos balanceados comerciales de alta calidad que eliminen la necesidad de complementar la dieta con sal mineral (mientras esto no sea factible la sal mineral deberá suministrarse).
- Establecer un vivero que produzca materiales vegetativos diversos para los interesados.
- Instalar una micro-planta para elaborar bloques de melaza-urea.
- Programar al mediano plazo el funcionamiento de una agroindustria láctea, v. gr. mantequilla con ajo y perejil, dulce de crema y miel, “bolis” de leche búlgara, u otros derivados.
- Conservar las gramas nativas en suelos con una pendiente mayor a 35% y extender la superficie sembrada con kikuyo o Grama gruesa (*Pennisetum clandestinum*) e introducir mezclas de pastos (orchard, festuca, rye grass y trébol blanco) resistentes al frío.
- Incluir en áreas de reforestación leguminosas arbóreas (*Leucaena*) y rastreras (*Arachis pinto*) que pueden funcionar también como cerco vivo.

leña con estufas más eficientes, al mismo tiempo que se promueve la reforestación con especies locales dendroenergéticas.

Este programa piloto, ha tenido que enfrentar varios obstáculos. No obstante los beneficios de las estufas de láminas para las zonas frías, se encontró que solamente el 65% de las estufas entregadas se instalaron. Las mujeres que no las han instalado expresaron las siguientes razones: a) tenerla de repuesto y estar esperando a que la estufa actual deje de funcionar, b) quemaba las tortillas por lo que dejó de utilizarla, y c) no querer usarla. Estas respuestas reflejan en primer lugar la tradición de las relaciones clientelares que se han desarrollado en las comunidades rurales de nuestro país a lo largo de la historia, donde se acepta cualquier cosa que sea regalada a cambio de más tarde devolver el “favor” realizado. Esta actitud dificulta el impulso de procesos de participación y reflexión sobre el uso y beneficio del

**Figura 37. Fogón abierto y estufas de lámina tradicionales en comunidades rurales del Pixquiac.**



Tambo en la zona fría



Fogón abierto

**Figura 38. Estufas promovidas por el proyecto**



Estufa construida en la telesecundaria  
Juan Amós Comenio



Estufa ahorradora\_promovida por el proyecto  
Foto: G. Vidriales

Las ventajas que presentan las estufas de lámina ahorradoras son: a) reducen el deterioro de los bosques por extracción de leña, al disminuir el consumo de este energético con un ahorro hasta de 50%; b) disminuyen el tiempo y dinero empleados en la obtención de leña; c) mejoran las condiciones de salud, al eliminar el humo del interior de las viviendas, evitando enfermedades tales como neumonía, bronquitis, cáncer de pulmón, tuberculosis, asma y cataratas; d) calientan el hogar y a la vez el agua para bañarse, ya que son de lámina y sirven de calefactor; e) permiten secar ropa o leña, al mismo tiempo que se cocina, gracias a su barandal; f) son seguras, fácil de instalar, permite cambiarla de lugar y darle mantenimiento (Fuente: H. Albalat, comunicación personal).

objeto facilitado, en este caso la estufa ahorradora. Aunado a esto, observamos que no hay un acompañamiento de sensibilización ambiental hacia las mujeres, donde se oriente y reflexione sobre el uso sustentable de los recursos naturales, enfatizando en el uso de la leña empleada como principal energético en los hogares.

Es importante mencionar que este proyecto impulsado por SENDAS, A.C., ha sido el primero desarrollado con una perspectiva de género en la subcuenca. Los proyectos anteriores han estado dirigidos sobre todo a los hombres dueños de parcelas de bosque para incorporarlos en los esquemas de conservación o en el programa de reforestación. Al invitar a las mujeres para hacerse cargo de las gestiones y seguimiento de este proyecto, se reveló su potencial organizativo, el cual se sustenta en actividades ligadas a las fiestas religiosas de los pueblos. También se demostró su capacidad para enfrentar como grupo intercomunitario los problemas suscitados por el incumplimiento del herrero contratado y la necesidad de utilizar su fondo de ahorro que iba a ser utilizado en futuros proyectos productivos para subsanar el problema.

## Gestión del agua

Esta línea estratégica tiene por objetivo promover una gestión integrada del recurso hídrico<sup>11</sup>, donde se busca un equilibrio entre las necesidades de los habitantes de

---

1.1 Tomando como definición de manejo integrado del recurso hídrico la proporcionada por

la zona, las ciudades de Xalapa y Coatepec, así como la sustentabilidad de la subcuenca misma. Actualmente esta línea se desarrolla en los siguientes programas: 1.) monitoreo comunitario de calidad del agua; 2.) ecotecnias (sanitarios secos, manejo de aguas grises; filtros a la salida de estanques acuícolas); 3.) vinculación y coordinación con instituciones y OSC relacionadas al tema. En el desarrollo de esta línea ha sido importante la investigación para la generación de herramientas, como fueron la caracterización de la subcuenca y el conocimiento del ciclo hidrológico (balance hídrico).

### ***Red de monitoreo comunitario de calidad del agua***

Como se ha visto a lo largo de esta investigación, en la subcuenca existe una gran variedad de actores sociales (dentro y fuera) interesados todos ellos en la problemática del agua. Ante esta diversidad y debido al interés de múltiples instituciones y OSC, en 2005 se organizó el primer taller de monitoreo comunitario de calidad del agua, donde miembros de Global Water Watch acudieron para capacitar y promover la metodología que han trabajado a lo largo de más de 12 años ([www.globalwaterwatch.org](http://www.globalwaterwatch.org)). Esta metodología se sustenta en poner al alcance de los ciudadanos la tecnología adaptada para la obtención de datos confiables sobre la calidad de agua de los ríos y/o manantiales relacionados con las comunidades.

Las razones que motivaron a los diferentes integrantes del grupo interesado en iniciar actividades de monitoreo fueron: a) involucrar a habitantes locales en la toma de datos de calidad del agua cercanos a su comunidad y en el cuidado del río; b) detonar la discusión localmente sobre la problemática relativa al agua como bien común; c) vincular activamente la investigación académica con la participación comunitaria; d) ante la carencia de datos, ampliar los conocimientos sobre la calidad del agua; y e) para los productores de trucha, identificar las fuentes de contaminación del agua y resolverlas.

---

Global Water Partnership: "La gestión integral del recurso hídrico GIRH se define como un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada de los recursos hídricos, del suelo y otros relacionados, con el propósito de maximizar el bienestar económico y social resultante, de una manera equitativa y sin menoscabo de la sostenibilidad de los ecosistemas fundamentales (GWP, 2000), tomado de Reducción de la Pobreza y Gestión del Recurso Hídrico, 2006.

A partir del primer taller donde acudieron integrantes de diferentes OSC, grupos ciudadanos, instituciones académicas, funcionarios de los gobiernos municipales y federales, se capacitaron y certificaron monitores en monitoreo físico-químico,<sup>12</sup> bacteriológico,<sup>13</sup> caudal y sólidos en suspensión y biomonitoreo.<sup>14</sup>

Actualmente la red de monitoreo comunitario del agua cuenta con 19 sitios de monitoreo (14 activos y 5 inactivos), y más de 35 monitores en activo y se cuenta con los datos de mensuales de cinco años<sup>15</sup> (figura 39). El monitoreo realizado a lo largo de cinco años nos arroja, a grosso modo, que la calidad del agua a lo largo de los ríos Xocoyolapan y Agüita Fría es buena. La principal fuente de contaminación son las excretas del ganado; sin embargo, no se registran elevados niveles de E. Coli. El río Pixquiac (que tiene más sitios establecidos), mantiene una buena calidad del agua hasta que llega a la zona con mayor presencia la población suburbana (en la zona baja), al pasar por la comunidad de La Orduña el río se convierte en un colector de aguas negras. En este punto los datos obtenidos durante el año 2007, arrojaron una alta concentración de contaminación fecal y una ausencia marcada de oxígeno disuelto. Un reto dentro de las acciones de monitoreo en la parte media es lograr establecer también el monitoreo de caudal y sólidos en suspensión en los próximos años.

El monitoreo permite a los productores de trucha tener información sobre la calidad de agua que entra a las granjas acuícolas (FQ y bacteriológico),<sup>16</sup> que en el futuro ayude a regular la actividad trutícola; asimismo se generan conocimientos sobre los impactos que tienen las zonas suburbanas y urbanas en el río (FQ, bacteriológico, caudal y STS, y biomonitoreo), y formar a estudiantes en esas áreas (cuadro 28). La información generada permitirá identificar en los siguientes años

---

12 El programa de GWW certifica al monitor para obtener la medición de los parámetros de temperatura, pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto y turbidez.

13 Tipo de monitoreo donde se detecta la presencia de coliformes y en especial la bacteria *Escherichia coli*, relacionada con la presencia de contaminación fecal.

14 Monitoreo basado en indicadores biológicos determinados por tres grupos de macroinvertebrados béticos (insectos que viven parte de su vida en ecosistemas acuáticos).

15 Las actividades de la RMCACRP posibles gracias al trabajo voluntario de sus integrantes han recibido apoyos de la Universidad estatal de Iowa, SENDAS, IIS-UNAM, INECOL, INE y GWW. El reto a futuro es que los grupos puedan mantener el abasto de reactivos y medios de cultivo, así como lograr uno de los objetivos de GWW: crear redes de monitoreo para la obtención de datos que nos permitan tener las tendencias de los diferentes sitios en el largo plazo.

16 FQ: físico-químico; STS: sólidos totales en suspensión.

**Cuadro 28. Tipo de análisis para el monitoreo del agua y actores participantes en la subcuenca del río Pixquiac**

Grupo participante	Objetivo	Tipo de análisis
Estudiantes de la Telesecundaria de Rancho Viejo y del poblado Otilpan (colindante con la subcuenca)	Acciones de sensibilización, formación y participación local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FQ</li> <li>• Bacteriológico</li> </ul>
Productores de trucha	Información sobre la calidad del agua utilizada en las granjas productoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FQ</li> <li>• Bacteriológico</li> </ul>
Asociación de Vecinos de la Pitahaya y Zoncuantla, A.C.	Generar conocimientos sobre los impactos de las zonas suburbanas y urbanas en el río Pixquiac	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FQ</li> <li>• Bacteriológico</li> <li>• Caudal</li> <li>• STS</li> <li>• Biomonitoreo</li> </ul>

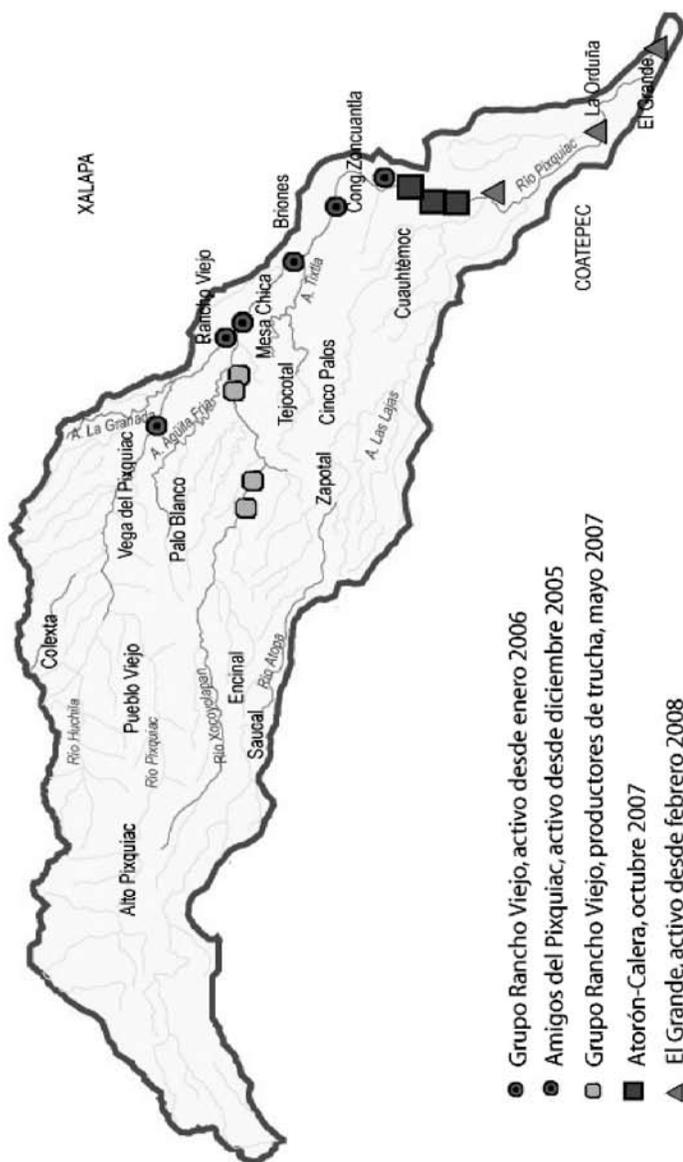
el tipo de impacto que diferente manejo de los recursos pueda tener sobre la calidad y cantidad del agua, como una forma de monitorear el impacto del programa de servicios ambientales.

En estos cinco años se han ido construyendo las capacidades locales y técnicas, base sobre la que se desarrollará el potencial del mismo como una herramienta real para la gestión comunitaria y para el monitoreo del impacto del programa de compensación por servicios ambientales.

### **Ecotecnias**

Este programa, dentro de la línea de gestión del agua, es incipiente. Se ha desarrollado un proyecto de sanitarios secos aún en pequeña escala, en sitios de paseo ecoturístico. Con estas acciones se trata de solucionar un problema de salud derivado de la defecación al aire libre en las comunidades de Vega del Pixquiac y Palo Blanco, en la zona media, y a la vez proveer de una alternativa distinta a la introducción de drenajes en una zona donde aún no existen. El modelo que se está promoviendo es una versión adaptada de uno usado 15 años atrás, por lo se trata de una tecnología ya ajustada a las condiciones locales. Se busca que los módulos establecidos tengan un impacto en las comunidades para que se adopte más ampliamente esta tecnología.

Figura 39. Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad del agua en la subcuenca del río Pixiquiac, de acuerdo con los grupos.



Otra ecotecnia que se promoverá en el marco de este proyecto es el tratamiento de aguas grises de las unidades domésticas; otra vez con el objetivo de generar una alternativa que pueda eventualmente orientar en otro sentido las inversiones de los municipios de la zona media y alta, evitando la introducción de drenajes, y generar una nueva relación de corresponsabilidad en la disposición de los desechos domésticos, y mantener la salud de la subcuenca.

### ***Vinculación y coordinación***

Una parte importante de la gestión del agua ha sido la coordinación con diferentes instancias relacionadas al tema tanto a nivel local, como con instituciones estatales y federales, como CAEV y CONAGUA, y su Organismo de Cuenca, el Consejo de los ríos Tuxpan a Jamapa. De hecho el Comité de Cuenca del río Pixquiac ha sido reconocido dentro del Consejo de Cuenca como Gerencia operativa, lo que implica participar en sus reuniones y presentar proyectos de estudios o de implementación de proyectos piloto para el manejo o saneamiento del agua en la subcuenca.

### **Investigación y planeación participativa del territorio**

Esta línea estratégica agrupa los resultados presentados en la primera sección el libro, se trata de los productos técnicos y académicos de una investigación realizada durante estos cinco años de trabajo. Esta aporta información para establecer la línea base o de referencia que permitirá evaluar los proyectos vinculados con la compensación por servicios ambientales y la calidad de vida de los habitantes de esta subcuenca. Los principales temas desarrollados han sido:

- 1 El marco institucional para la gestión de cuenca
- 2 Estudios sobre la dinámica de la vegetación y del uso del suelo
- 3 Estudios sobre recursos forestales maderables y no maderables
- 4 Problemática socio-ambiental
- 5 Balance hídrico

En cuanto a la investigación y planeación participativa del territorio se ha tenido mayor incidencia en el ejido San Pedro Buenavista, donde se realizó un diagnóstico comunitario y se han impulsado las acciones que se desprenden de la subcuenca.

Se sigue insistiendo ante el gobierno del estado sobre la importancia y necesidad de contar con el ordenamiento de la subcuenca, que sería el nivel de planeación idóneo para lograr una alineación de las diferentes intervenciones institucionales en los tres ámbitos de gobierno. En las conclusiones generales nos referiremos a nuevas líneas de investigación necesarias para profundizar en el conocimiento de la subcuenca y su manejo a través de la cogestión.

## CAPÍTULO 7

# Reflexiones finales y algunas recomendaciones

---

Al iniciar este proyecto nuestros objetivos eran promover acciones para preservar el bosque de niebla y los servicios ambientales hidrológicos que aporta esta subcuenca a la región, y que al mismo tiempo incidieran en mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales. Buscábamos impulsar un círculo virtuoso en el uso de los recursos naturales, en su conservación y restauración, crear sinergias y relaciones de corresponsabilidad entre actores urbanos y rurales, entre la sociedad civil y el Estado.

Nuestro marco conceptual partió de considerar la necesidad de presentar una visión espacial y temporal distinta a la predominante, donde la planeación asume que el todo no es más que la suma de las partes. Encontramos que los límites municipales, definatorios de la planeación, gestión y administración pública, ya no son adecuados para la situación que se vive en la zona metropolitana de Xalapa. Tratar de impulsar una apropiación territorial de parte de los actores locales implica convocar a muchos y diversos actores, tanto del ámbito propiamente rural como del ámbito urbano, a dialogar y a encontrar otras formas de planeación y coordinación (Mazurek: 2005). Considerando las distancias geográficas, culturales y económicas entre los habitantes del campo y los urbanos, lo que se quiere lograr es visibilizar lo invisible y acercar lo distante. Es decir valorar el ámbito rural tanto en sí mismo, desde una perspectiva de cambio en sus funciones para una mejor calidad de vida, como en lo que aporta a la ciudad y al planeta, en un ámbito más global.

Estas reflexiones buscan evaluar en donde estamos en estos intentos de aproximación con respecto a lo organizativo y lo institucional, la coherencia en

el uso del suelo, las inversiones en actividades productivas y los esfuerzos de conservación en particular.

Es prematuro concluir acerca de un impacto contundente de nuestro proyecto respecto a estos objetivos. Hasta ahora los procesos impulsados y las acciones para ello nos llevan a una serie de reflexiones que pueden ser de utilidad para quienes están comprometidos con procesos semejantes, para quienes diseñan las políticas públicas, y también para quienes las critican por su enfoque homogeneizante.

En un primer momento estas reflexiones versan sobre las condiciones ecológicas de esta subcuenca, con conclusiones que nos obligan a desmitificar algunas visiones existentes en la opinión pública sobre la situación prevaleciente en la región del Cofre de Perote y en la subcuenca del río Pixquiac, visión que formó parte de nuestras hipótesis iniciales.

En un siguiente momento, reflexionamos sobre nuestra experiencia de cogestión de la subcuenca, las dificultades para lograr una gobernanza distinta a la tradicional, analizando tanto el marco institucional como el sustrato sociocultural local.

## El estado de salud de la subcuenca

La información generada por el proyecto nos mostró que, contrariamente a lo que en términos generales se cree, y a opiniones publicadas por la prensa que carecen de un sustento científico, la subcuenca del río Pixquiac tiene una condición ambiental bastante aceptable. Lo hemos comprobado a través de dos indicadores: el alto porcentaje de cobertura arbolada, la cual en la zona alta se ha recuperado en las últimas décadas; y como segundo indicador de esta salud, la buena calidad del agua de los principales ríos en la zona alta y media de esta subcuenca.<sup>1</sup>

En la zona media las fuentes de contaminación están asociadas con la actividad agropecuaria, básicamente por excremento del ganado y los agroquímicos que son transportados hacia los ríos durante las lluvias. Encontramos que no obstante se trate de la zona que abastece de agua a una ciudad, no existe instancia de gobierno o de organización territorial que intervenga para regular esta situación. En este sentido, cuando los campesinos rentan sus tierras a los productores de papa de las zonas más altas, son las reglas del mercado las que dictan las decisiones que

---

1. Datos del monitoreo de la calidad del agua en el río Pixquiac se encuentran en: [http://www.globalwaterwatch.org/MexEsp/mxwwwWS2Sp.aspx?ct=1&WS3ID=160&WS3=Rio La Antigua](http://www.globalwaterwatch.org/MexEsp/mxwwwWS2Sp.aspx?ct=1&WS3ID=160&WS3=Rio%20La%20Antigua).

reducen la calidad del agua que consumimos y, que podrían tener efectos sobre nuestra salud. Un caso particular en la zona media que requiere atención especial, es la expansión del cultivo de papa y el uso excesivo de agroquímicos, algunos de los cuales son sustancias prohibidas por la Organización Mundial de la Salud.<sup>2</sup>

Estas fuentes de contaminación podrían ser controladas de forma más o menos efectiva, en primera instancia, mediante la creación de franjas de vegetación en los bordes de los arroyos para atrapar sedimentos, excrementos y agroquímicos. Paralelamente, habría que promover la agricultura ecológica, capacitar y otorgar apoyos económicos a los dueños de las parcelas que se ubican en las zonas prioritarias para el abasto de agua, con el fin de incentivar el cambio en las prácticas de cultivo o bien evitar que las renten para cultivos con fuertes insumos de agroquímicos. Esto aunado a un manejo adecuado de aguas grises y a la promoción de sanitarios secos en los asentamientos humanos de la zona alta y media.

En la zona baja, a diferencia de la media y alta de la subcuenca, la dinámica de cambio en el uso del suelo esta siendo impulsada por una rápida y constante expansión de las áreas urbanas, con la concomitante reducción de la cobertura arbolada y de los cafetales de sombra. Este crecimiento urbano, hasta ahora sin regulación alguna, está repitiendo un patrón común: considerar a los ríos como caños, como el patio trasero de las zonas urbanas, ubicándose sobre zonas que, de acuerdo a la normatividad existente, son de protección ecológica. En este caso la población directamente afectada es la urbana y, de manera más lejana, los usuarios de los distritos de riego de la parte baja de la cuenca del río La Antigua de la que forma parte la subcuenca del Pixquiac. El ordenamiento del crecimiento urbano, debe incluir el tratamiento de las aguas residuales, y establecer los usos del suelo y las normas a que deben ajustarse los desarrollos urbanos. Esto implica la actualización y operación del instrumento normativo de la zona conurbada, el POUZCUX,<sup>3</sup> junto con mecanismos de contraloría social para garantizar su aplicación por parte de fraccionadores y autoridades de los tres ámbitos de gobierno, lo que no es el caso actualmente.

Respecto a la presencia de bosques y los procesos de deforestación, al inicio compartíamos el mito tan señalado por la prensa local en el sentido de que este

---

2 En el verano de 2009 se detectó el uso de pentaclorofenol en la papa recién cosechada, con el fin de detener el proceso de pudrición y alargar su durabilidad.

3 Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada de Xalapa.

proceso era severo y que sus responsables son los taladores, mal llamados “burreos”. Como se presentó en la primera parte de este libro, en las últimas tres décadas se observa un proceso de regeneración de la vegetación, tanto natural como inducida, de la cual son responsables los mismos señalados como causantes del deterioro. Encontramos que los verdaderos responsables de la tala son otros, personas de la subcuenca o externas a ella que, al amparo de permisos “legales” y gozando de protección, extraen árboles de varios predios en esta región del Cofre, excediendo los volúmenes y áreas autorizadas. Ante la falta de alternativas económicas, hay algunos campesinos de la zona alta de la subcuenca del Pixiquiac que se desempeñan como trabajadores de estos promotores del deterioro de los bosques, quienes andan motorizados y no precisamente sobre burros.

Parte de la solución a este problema recae en regularizar los títulos de propiedad de los predios privados que pasaron a manos de los bancos a causa de hipotecas revocadas e insolvencia de sus dueños. Esta condición provoca que los bosques sean apropiados de facto por los vecinos que presumen tener amparadas estas superficies en sus escrituras. Para ello se requiere crear una Mesa Permanente de trabajo que inicie las investigaciones jurídicas pertinentes y resuelva la situación de estos títulos de propiedad, de manera que los terrenos puedan ser comprados por quienes tengan interés en conservar sus bosques o en manejarlos de forma sustentable.

La dinámica de los bosques no es estática, pues si bien encontramos que la cobertura forestal en la subcuenca ha aumentado en las últimas tres décadas, también es cierto que estos bosques están sujetos a un uso constante no regulado, que conlleva el riesgo de una degradación paulatina. La forma en que se extrae el recurso forestal no asegura la recuperación de las especies más valiosas aprovechadas en el bosque mesófilo y tampoco evita el deterioro de la calidad de estas masas arboladas, incluyendo las coníferas. Además, la permanencia de estos bosques es incierta ya que cambios en la dinámica económica –como puede ser el crecimiento de un cultivo comercial momentáneamente exitoso, como la papa-, pueden revertir en pocos años el proceso de recuperación del área forestal. En este sentido, uno de los retos que identificamos es el diseño de esquemas de manejo para los pequeños fragmentos de bosque mesófilo que permitan un aprovechamiento regulado, aumentando a la vez el valor agregado de los productos o bien, desarrollando una gama de alternativas económicas para generar ingresos a sus dueños sin destruirlos. Sin embargo, una de las limitaciones en este sentido, más que técnica, es de tipo normativo. Para los minifundistas la reglamentación forestal exige requerimientos tan costosos que les resulta más conveniente mantenerse en la irregularidad.

Por otra parte, a nivel de cuenca hidrológica existe la opinión generalizada que los bosques contribuyen con varios servicios ambientales como son la conservación de la cantidad de agua, la regulación de los flujos de agua (mantenimiento de agua en estiaje y control de inundaciones), control de la erosión, entre otros. Sin embargo esta generalización acerca de las interacciones bosque-agua no refleja la complejidad de las relaciones que se establecen en el medio natural. Los estudios de caso referidos al manejo en cuencas hidrológicas están mostrando la enorme variabilidad de condiciones y por tanto de procesos que se pueden dar en estos espacios caracterizados por su diversidad. En este sentido los impactos que puedan tener los bosques en procesos como escurrimiento y calidad del agua de la cuenca, tasas de pérdida de suelo y de sedimentación, productividad acuática, recarga de acuíferos, etc., dependen de las características particulares del lugar, como son el relieve y las pendientes, el clima, el tipo de rocas y de suelos, las comunidades vegetales y sus condiciones, así como las formas de manejo. Son necesarios otros estudios a nivel del ecosistema y de la subcuenca sobre los flujos de agua para tener mayor certeza sobre esta dinámica.

Esta experiencia nos ha permitido confrontar muchos lugares comunes o mitos. La idea de que a mayor cantidad de bosque tendremos más agua resulta insostenible a la luz de la evidencia de una subcuenca como ésta, en la que la disponibilidad de agua superficial ha disminuido a pesar de que tiene ahora más cubierta forestal que hace 30 años. La generalización del tipo “más bosque es igual a más agua” o la “deforestación disminuye calidad y cantidad de agua”, conllevan el riesgo de establecer esquemas de pago por servicios ambientales rígidos que no toman en cuenta las características locales y regionales de las cuencas, ni los usos del suelo que en ellas existen, y que por tanto, tampoco tendrán los resultados esperados. Por ello consideramos indispensable flexibilizar estos esquemas.

Estos hechos nos llevan a revisar el papel preponderante asignado a la reforestación como única medida para mantener o aumentar la disponibilidad de agua, idea que puede ser ingenua. Nuestra conclusión es que antes de promover la reforestación, debe tenerse claridad acerca de dónde es conveniente hacerlo, qué especies deben utilizarse, y tener presente que durante la fase de establecimiento y crecimiento de los árboles podría haber una reducción temporal en la disponibilidad de agua debido al efecto de la alta evapotranspiración durante la etapa juvenil.

En cuanto a la conservación de bosques, podemos señalar algo similar, en el sentido de que orientar las inversiones al cuidado de la masa forestal madura puede no necesariamente traducirse en una mayor disponibilidad de agua, pues

ello está determinado por las condiciones geofísicas locales. Queda claro que el papel de los bosques maduros, secundarios y de las áreas con vegetación secundaria y riparia debe ser revalorado por su aportación a diversos servicios ambientales indispensables para la salud de la cuenca, como la conservación de suelos en las zonas abruptas, proveer hábitat para especies de fauna, reducción de la velocidad de las corrientes superficiales, retención de sólidos y agroquímicos, entre otras. Coincidimos con algunos autores (Díaz et al., 2009) que plantean la necesidad de reconocer la sinergia de varios servicios ambientales para valorar con mayor claridad la función de la cobertura boscosa en las cuencas; donde los bosques maduros y diversos tendrían un mayor valor, que las plantaciones de rápido crecimiento. En todo caso otra conclusión es que los bosques maduros, jóvenes y sus estados tempranos de recuperación inciden sobre la calidad del agua en la medida que retienen sedimentos y nutrientes, evitando la eutroficación y azolvamiento de los cuerpos de agua, y reduciendo los costos de limpieza para los sistemas urbanos de agua potable.

De lo anterior se desprende la necesidad de revisar el diseño y tipo de apoyos que ofrecen los esquemas de PSAH, para enfatizar en la importancia de proteger las áreas con regeneración natural –no reforestaciones–, la presencia de bosques de diversas edades y especies, la vegetación de las zonas riparias, y fomentar el establecimiento de corredores que conecten los fragmentos de bosques, así como promover un cambio en las prácticas de cultivo y de uso del suelo. El PROSAPIX ha aportado algunas ideas y experiencias novedosas en esta dirección.

La regeneración pasiva o asistida (favoreciendo la regeneración natural e introduciendo algunas especies que no se establecerán por si solas, a través del cercado y exclusión del ganado), es definitivamente una de las estrategias más efectivas para recuperar la cobertura forestal y mantener la diversidad de especies arbóreas en el área de BMM en esta cuenca. Las dificultades para tener reforestaciones exitosas son otro argumento a favor de impulsar otras medidas en su lugar. Los programas y proyectos de conservación y restauración o rehabilitación forestal deben reorientarse para hacer posible estos procesos. La conservación de bosques secundarios resulta tan relevante como la de los maduros, ya que estamos en un territorio donde dominan los acahuals que han ganando terreno sobre áreas agropecuarias abandonadas. La elección de áreas a conservar requiere incorporar otros criterios, como la importancia de la conectividad entre bosques aislados y la ubicación en zonas riparias. Es necesario enfatizar en la restauración de la vegetación al borde de los cauces de arroyos y ríos, fundamental para mantener una buena

calidad del agua, por su función como retenedores de sólidos en suspensión, agroquímicos y otros.

## **La estrategia de compensar a los dueños de bosques por los servicios ambientales**

Una buena parte de la metodología de intervención consistió en el diseño y operación de un Programa de compensación por servicios ambientales. Impulsar este mecanismo de financiamiento se fundamentó en una hipótesis dual que nos permitiría abonar al círculo virtuoso de la rehabilitación ambiental: por un lado, que para los organismos operadores de agua podría ser de interés financiar la recuperación de la cuenca que les abastece; y por el otro, que en un escenario de escasos recursos económicos destinados al desarrollo rural, este mecanismo podría constituir una manera de financiar actividades productivas y de conservación con el resultado de mejorar la salud de los ecosistemas y las condiciones de vida de sus habitantes. Es prematuro evaluar si esto se ha logrado, el tiempo lo dirá, por lo pronto adelantamos algunas reflexiones al respecto.

En el marco de la política forestal nacional, queremos asentar que la primera opción para los bosques de México no está en los programas de pago por servicios ambientales, sino en el manejo del bosque bajo el esquema de una silvicultura comunitaria que impulse el compromiso de los dueños en acciones de aprovechamiento y conservación. Sin embargo, en áreas de fuertes pendientes como las que hay en esta subcuenca, debemos considerar tres fuertes limitantes: a) los programas de manejo forestal se han restringido a la corta y extracción de madera, con metas económicas de corto plazo e interés primordial en una especie (*Pinus patula*); b) los permisos de aprovechamiento no son debidamente supervisados por autoridades locales y regionales; y, c) no hay un monitoreo para evaluar su impacto en el bosque y hacer los ajustes necesarios. Por ello consideramos que un buen porcentaje de la superficie forestal cabe mejor en un esquema de conservación con usos alternativos de productos no maderables, que en uno de extracción maderable.

A pesar de que desde el 2006 en Veracruz se empezó a generar un programa estatal para la Conservación y Restauración de Agua, Bosques y Cuencas (la Iniciativa ABC), y de que en esta subcuenca, junto con su vecina la subcuenca del río Gavilanes, conviven tres distintos esquemas de PSA, el tema no estaba incorporado en la agenda de los responsables de organismos municipales operadores de

agua, de los ayuntamientos cuyos territorios estaban incluidos en esta cuenca, ni de las Secretarías del estado, salvo la que impulsaba este proceso (SEDARPA). Aún cuando el tema haya formado parte del Programa operativo de algunas dependencias específicas no se asignaron los recursos necesarios para su ejecución o para garantizar su continuidad más allá de los cambios administrativos.

Hasta ahora los organismos operadores de los sistemas municipales de agua no han participado en el diseño de los PSAH impulsados por CONAFOR por varias razones: no se les ha convocado, las áreas beneficiadas responden a objetivos distintos a la dinámica hídrica que les interesa cuidar, faltan estudios técnicos que identifiquen con precisión las zonas prioritarias para dirigir recursos y acciones de restauración y conservación.<sup>4</sup> El diseño o rediseño de los programas de pago o compensación por servicios ambientales hidrológicos debe incorporar tanto a CONAGUA, como a estos usuarios del agua, pues son los que cotidianamente confrontan problemas para mantener la calidad y cantidad del agua; sobre todo, son los que deben involucrarse en la búsqueda del financiamiento entre sus usuarios (es decir, desarrollar los mercados locales, *sensu* CONAFOR) para que el esquema funcione a largo plazo. Los temas a incluir en estos esquemas son la prevención de la erosión y de la contaminación, que contribuiría a reducir los costos de potabilización y a evitar la interrupción del abasto por turbiedad del agua cuando llueve. El monitoreo de los programas de PSAH es de su interés pues permite dar transparencia al uso de los recursos, así como demostrar a los usuarios que el mecanismo de compensación tiene un impacto socio-ambiental favorable para todos. Estos esquemas, además, requieren enriquecerse con una visión integral donde se incorpore la diversificación del abasto de agua mediante la captación de lluvia en edificios públicos para autoconsumo, paralelamente a la solución del problema de fugas. Continuar fomentando el esquema de ampliar el abasto de agua mediante el trasvase de otras cuencas, es una opción insostenible en todos sentidos.

---

4 A partir de las gestiones generadas con este proyecto, se impulsó el vínculo entre el organismo operador de agua de Xalapa y CONAFOR. En 2008 la dependencia federal propuso un fondo concurrente que no fue aceptado pues SEDARPA eligió el esquema unilateral estatal a través del Fondo ABC. Sin embargo, hay un fondo concurrente en operación desde años antes con el vecino municipio de Coatepec, experiencia gestora del programa PSAH a nivel nacional. Hacia la mitad del 2011, había esperanzas de concretar esta concurrencia, con participación de los ámbitos municipal, estatal y federal de gobierno para la subcuenca del Pixquiac.

Entre los organismos responsables de la actividad forestal en los ámbitos del gobierno federal y del estatal se insiste en enfatizar las diferencias y las bondades respectivas de uno u otro enfoque, y en alimentar una fuerte competencia por el monopolio de los recursos (Fondo Forestal Mexicano); en este tenor de celos institucionales y territoriales se pierde de vista la posibilidad de establecer mecanismos de concurrencia financiera y de colaboración técnica. Como grupo de sociedad civil hemos podido colocarnos por encima de estas diferencias para tejer redes de colaboración de cada instancia hacia los actores locales en las comunidades, no sin cierto desgaste.

La experiencia de estos cinco años confirma que mantener la capacidad de la subcuenca para brindar servicios ambientales de calidad, requiere de una aproximación integral que supere la segmentación que caracteriza a la planeación y a la intervención de las instituciones públicas. En primer lugar debe superarse la tendencia a considerar solamente los aspectos técnicos del manejo de la cuenca y de sus subcuencas, e incorporar la comprensión de las dimensiones social, económica y política, en la cual se va a incidir.

En este contexto, el periodo de tres años de los gobiernos municipales no es suficientemente largo para consolidar nuevos arreglos institucionales que incidan en una mayor coordinación y participación abierta de la sociedad. Éstos suelen emerger de un proceso, muchas veces lento, de construcción de consenso, tanto internamente, como con las instituciones externas.

El acuerdo logrado en 2009 y 2010 con CMAS Xalapa para dar un marco jurídico y una temporalidad de cinco años al programa plasma los esfuerzos tanto de nuestro grupo de trabajo, como de funcionarios en distintos espacios de la administración pública que comprendieron la importancia de impulsar un esquema de este tipo. No obstante, con cada nuevo período administrativo del ayuntamiento es necesario volver a emprender la labor de ratificar estos acuerdos. En algunos casos esto se posterga durante meses, por diversas razones: la crisis financiera del organismo municipal, el desinterés y desconocimiento de los nuevos funcionarios, o incluso por una opinión pública adversa generada por el incremento en las tarifas del precio del agua (para resolver el endeudamiento por la planta potabilizadora de agua). En todo caso, cada nuevo acuerdo se enfrenta al riesgo de ver reducido su presupuesto operativo, lo que limita su crecimiento y consolidación.

La incertidumbre vinculada a este contexto institucional nos obliga a reflexionar sobre la necesidad de crear instancias de la sociedad civil, desde la ciudad,

para dar continuidad y fuerza a este tipo de programas y para hacer efectiva la corresponsabilidad por la sustentabilidad en la subcuenca.

Respecto a las limitaciones del marco institucional gubernamental consideramos que se requiere:

- A Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional e intermunicipal, que permitan armonizar y complementar la coordinación local con los interesados inmediatos en el manejo de subcuencas.
- B Asegurar la participación directa, coordinación y cooperación de los diferentes ámbitos de gobierno, así como la participación real de los municipios. El municipio debe participar en las tareas de coordinación que le competen, orientar, emitir bandos y reglamentos municipales, crear y operar departamentos encargados de la cogestión ambiental integral, promoviendo el ordenamiento territorial coordinado (ecológico y urbano, con enfoque de cuenca).
- C Utilizar los planes de desarrollo municipal para exponer la situación del territorio municipal, en su contexto regional, incorporando su “huella hídrica” respecto a sus fuentes de agua y al destino de sus desechos, definir acciones, y adoptarlo como un instrumento para operar los recursos de la administración con objetivos y metas claras; y procurar que cada plan municipal retome el anterior<sup>5</sup> con el fin de mantener una continuidad, evitar dispendios innecesarios, aprovechar procesos y dar una visión de corto, mediano y largo plazo.
- D Las legislaturas estatales deben incluir estos temas en sus agendas con el fin de dictaminar normas que favorezcan una mayor coordinación interinstitucional e intermunicipal. Este enfoque permite también ubicar con precisión las áreas prioritarias hacia dónde dirigir los escasos recursos presupuestales.
- E Debe formalizarse la corresponsabilidad en este Programa a través de convenios con los dueños de predios forestales donde se especifique que sus derechos territoriales están protegidos, de forma tal que los apoyos económicos que reciben de parte de las instituciones no pongan en riesgo el legítimo derecho de los ejidatarios y propietarios sobre sus terrenos y su territorio.

---

5 El documento del PMD puede ser de gran utilidad en tanto contiene un buen diagnóstico de las necesidades del municipio e identifica líneas de acciones concretas, claras y factibles, de corto, mediano y largo plazo. Desafortunadamente, estos planes por lo general se elaboran como mero requisito legal para tener derecho a un presupuesto, sin incorporar ningún tipo de relación con su entorno regional, social, ni ambiental.

## Instrumentos para la cogestión

Los instrumentos que utilizamos para la gestión de la subcuenca han sido tres: a) Programa de compensación por servicios ambientales de la cuenca del río Pixquiac (PROSAPIX) como mecanismo de financiamiento; b) el Comité de cuenca, impulsado como espacio de planeación y toma de acuerdos con los grupos de trabajo en las comunidades; c) el Monitoreo comunitario del agua y de las actividades impulsadas. El Ordenamiento ecológico de la cuenca y la actualización del Programa de Ordenamiento urbano de la zona conurbada de Xalapa son otros instrumentos necesarios para frenar la expansión urbana y regular el manejo sustentable de los recursos que aún no han sido desarrollados.

### PROSAPIX

En el diseño del programa se partió del enfoque de cuenca en el cual se incorporó la atención a las condiciones socioeconómicas locales y a las características físico-bióticas de la subcuenca. Al respecto podemos decir que por encima de las complicaciones contenidas en la operación de una iniciativa de esta naturaleza, consideramos que esto fue un acierto. El diseño del Programa trata de sentar las bases para el manejo y la cogestión a mediano y largo plazo de la subcuenca, toda vez que apuesta al desarrollo de opciones económicas y a la identificación y fortalecimiento de sujetos sociales capaces de sostener y dar seguimiento a los procesos en un área que es vital para la vida de la sociedad regional.

En este sentido, el mecanismo de CSAH puede financiar la reorientación de las actividades productivas y de las acciones de conservación, entre otras. Para lograr efectos de largo plazo, es necesario dirigir la atención hacia los arreglos sociales existentes y las formas en que se usan los recursos naturales de la subcuenca, de manera que no se reviertan los impactos positivos tan pronto se suspenda el flujo de recurso a los dueños de los predios. Consideramos que los esquemas de CSAH son útiles como ventanas que se abren en un tiempo dado y en un espacio concreto para identificar ciertos procesos locales de deterioro y para promover un cambio a través de su reorientación y modificación, lo que requiere un horizonte de trabajo y compromiso de por lo menos cinco años. Algunos de estos cambios pueden ser el paso al manejo y aprovechamiento del bosque en los terrenos donde existen condiciones para ello; o bien, la con-

versión de las prácticas agronómicas vigentes hacia unas con menor impacto ambiental.

## Los espacios de participación y la construcción del sujeto social

Si bien los recursos económicos son útiles y a veces indispensables, es claro que sin una conciencia creciente de parte de la población rural y urbana involucradas, sin una apropiación auténtica de las propuestas desarrolladas de manera participativa y un sentido de corresponsabilidad, no serán de gran utilidad para revertir los procesos de deterioro y generar nuevas o mejores opciones para el aprovechamiento de los recursos.

Como vimos en el Capítulo 6 el fortalecimiento de las capacidades locales y el desarrollo de una visión común de diversos actores en la subcuenca, puede conducir a la consolidación de un sujeto social activo para continuar con el proceso iniciado y superar la visión clientelar e instrumental de los recursos económicos.

## Monitoreo del Programa de CSAH

Los resultados de las investigaciones realizadas nos aportan una serie de indicadores útiles para establecer la línea base que permitirá monitorear el impacto de las intervenciones y la salud de la subcuenca en el mediano plazo; entre los elementos que necesitan monitoreo están la reforestación, la conservación, la reconversión productiva, los impactos sociales y culturales, la calidad y cantidad de agua. Dado que la relación bosque-agua es compleja, y pocas veces directa, es importante considerar más de un tipo de indicador para el monitoreo de estos programas. Al mismo tiempo, el monitoreo a largo plazo, como herramienta para la toma de decisiones informada, debe incluir los intereses de las comunidades locales para que, al identificar situaciones de deterioro en la subcuenca, se puedan promover acciones de remediación de forma participativa y consensuada.

Los estudios sobre las condiciones de la cobertura boscosa son una de las *líneas base* necesarias para ello, pero el efecto de los CSAH sobre el recurso agua requiere de otros instrumentos. El monitoreo comunitario del agua que hemos impulsado en algunos sitios de la subcuenca, nos ha mostrado que, al introducir el análisis de nivel de subcuenca con estos actores, se puede visualizar el efecto directo que sus acciones tienen en la calidad del agua.

En los próximos años debe precisarse y ampliarse la red de puntos de muestreo ubicándolos de acuerdo a las zonas prioritarias a nivel de subcuencas, para detectar el impacto de las áreas donde se están promoviendo cambios en las prácticas agronómicas, forestales o de expansión de los asentamientos humanos. El monitoreo de cada actividad apoyada, realizado en colaboración con los participantes del programa de CSAH, es necesario para identificar a tiempo los problemas que están enfrentando, hacer ajustes pertinentes, y asegurar que los recursos se apliquen para lo que fueron destinados.

## **Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca**

Una de las conclusiones del análisis del medio natural, que culminó con la delimitación de zonas prioritarias geohidrológicas y la elaboración de las directrices propuestas para éstas, tiene que ver con la “obligatoriedad” de utilizar estos resultados por parte de los tomadores de decisiones. Si estos resultados no son presentados al sector público de manera sistematizada es difícil que sean tomados en cuenta.

Esto nos llevó a considerar que un aspecto importante del proceso de cogestión de esta subcuenca pasa por elaborar el ordenamiento ecológico del territorio, ya que éste es el único instrumento de planeación participativa territorial que, además de analizar el funcionamiento de la subcuenca (sistema natural y socioeconómico) se encuentra respaldado jurídicamente en diversas normas federales y estatales. Por lo mismo, es un instrumento que podría facilitar la alineación de los distintos programas sectoriales, de tal modo que se genere una transectorialidad de las políticas en la subcuenca. Reconocemos que contar con un ordenamiento ecológico del territorio no es seguridad de que se aplique, pues hay regiones donde existe pero los funcionarios responsables de hacerlos valer no los toman en cuenta o los manipulan para favorecer ciertos intereses particulares. Sin embargo, cuando hay una fuerza social que defiende su territorio de las inversiones de carácter ecocida o que afectan las condiciones productivas de los territorios locales, se puede invocar al ordenamiento para la defensa de estos ecosistemas.

Nos queda claro que para que el ordenamiento cumpla con sus objetivos se debe romper con la artificialidad de separar mediante una frontera ficticia los ámbitos rural y urbano. La duplicidad en los instrumentos de planeación (el ordenamiento ecológico, por un lado, y el ordenamiento urbano, por el otro), la ausencia de aplicación de alguno de ellos (capítulo 2), y la descoordinación entre las institu-

ciones responsables, sólo han favorecido a las decisiones discrecionales, desordenadas y carentes de una visión integral de mediano plazo.

Las debilidades y contradicciones de estos dos instrumentos podrían ser superadas si en el proceso de ordenamiento logramos:

- A Integrar a todas las autoridades municipales involucradas en la subcuenca, incorporándolas en la discusión de las expectativas y los escenarios futuros de su territorio.
- B En cuanto a las interrelaciones entre lo urbano y lo rural, el ordenamiento ecológico de la nueva zona conurbada recientemente propuesta, que incluye a 13 municipios, debe ser congruente con un enfoque de cuenca. Es necesario que se incorporen las fracciones de los municipios no incluidos en la zona metropolitana pero que se ubican en la misma cuenca, y considerar las áreas que aportan servicios ambientales hidrológicos de importancia para la conurbación; en este contexto se inserta también el territorio rural, donde se ubica la conurbación, dado que sus actividades agropecuarias pueden abastecer de alimentos y mantener empleos en la región.
- C En ambos procesos de planeación es necesario promover una verdadera participación de los sectores gubernamentales, sociales y productivos como única garantía para la construcción de los consensos requeridos para que el instrumento se respete en su aplicación.

## **Construcción y apropiación de la plataforma social y nuevas territorialidades**

Las intervenciones municipales en temas como el abasto de agua, la basura, las vías de comunicación, e incluso la seguridad pública, son evidencia de que la ciudad ya no coincide con el territorio de su municipio pues su vida cotidiana y su metabolismo están estrechamente imbricados con los territorios vecinos. Por tanto la gobernabilidad de esta zona conurbada requiere que formalmente se acepte esta condición para diseñar mecanismos colegiados, colectivos, incluyentes y consensuados que den solución a estos problemas esenciales y que permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Los mecanismos de gobernanza en estos temas del agua, al igual que con la basura, y en general en el manejo de los recursos naturales, necesitan incluir a los habitantes de las ciudades, a los actores sociales activos, a los dueños de las áreas rurales involucradas, a los usuarios industriales y a los

que están cuenca abajo, para desarrollar nuevas formas de relación campo-ciudad, ciudad-ciudad y ciudad-suburbios.

Desde la gestión de cuencas y subcuencas, el componente de compensación por servicios ambientales presenta una contradicción inherente al significado que tienen los derechos al agua como lo marcan las leyes nacionales y la Constitución. A pesar que esta última señala al agua como un bien de la Nación, al brotar en el territorio de un asentamiento, de una persona, o en un terreno entregado en posesión a sus habitantes a través del ejido, existe una noción de un derecho particular sobre ese recurso. Como se discutió en el Cap. 1, la extracción de agua (u otros recursos naturales) hacia la ciudad crea siempre en los pobladores rurales una expectativa de reciprocidad, de que algún día se obtendrá algo a cambio, sobre todo cuando hay promesas de por medio. Esta noción no corresponde con el concepto de la economía ambiental de “costo de oportunidad” en el que se busca promover un uso a los recursos que sea compatible con las necesidades “de la Nación”.

Además, un programa basado en las demandas comunitarias definidas por los propios actores locales tiene mayor probabilidad de ser útil a la mayoría, que un programa externo específico basado en la elegibilidad o disponibilidad para cumplir ciertos lineamientos y objetivos establecidos en instancias lejanas. Las alternativas deben ser generadas con los actores sociales que habitan la subcuenca o, en caso de ser iniciativas externas, ser entendidas y consensadas con ellos. Para ello es necesario que los actores dentro y fuera de la subcuenca, dueños de predios y beneficiarios de los servicios ambientales, asuman compromisos claramente establecidos y recíprocos para la cogestión compartida de la subcuenca. Este enfoque promueve además la coordinación interinstitucional de las dependencias competentes en manejo de suelos, agua, bosques, desarrollo rural y ordenamiento ecológico y urbano.

Así como el concepto de subcuenca conlleva implícito el flujo y las interrelaciones como parte fundamental de su funcionamiento, encontramos que la experiencia de impulsar un proceso de cogestión de esta subcuenca nos colocó frente a un Estado falto de coordinación institucional, sin flujo de información, ni de compromisos recíprocos. Esta fragmentación entre los sectores de la administración pública representa una de las principales limitaciones para lograr la cogestión. La descoordinación se reproduce en los espacios o instancias previstas para propiciar la participación social; por ejemplo para participar en los espacios de CONAGUA, de CONAFOR, o del Fideicomiso ABC, se requiere contar con un comité de cuenca *ad hoc* para cada uno. Paralelamente la federación impulsa un gran programa de PSAH, pero no se opera considerando los territorios de las subcuencas y sus especi-

ficidades ambientales y socioculturales, no establece mecanismos de coordinación a nivel estatal, ni con los Ayuntamientos, y tampoco involucra a los Organismos Operadores del Agua, CONAGUA, ni a otros usuarios del agua. Es decir, se promueve una inversión social, sin incorporar a los principales interesados en mejorar las condiciones del recurso agua en los territorios donde esta fluye.

El tipo de atención gubernamental que ha prevalecido en la región se ha orientado hacia los servicios y las obras. No se ha planteado resolver las necesidades de una región conurbada con la capital y con altos niveles de marginación, en el sentido de detener la migración y de darle un peso a la economía rural que podría abastecer a la ciudad cercana con productos sanos, sobre todo considerando que sus habitantes consumen verduras provenientes de Puebla, saturadas de agroquímicos. Los apoyos a la producción local han sido escasos y de corte asistencialista sin impulsar proyectos que se constituyan en fuentes de empleo, de mayor bienestar y de capacitación, y de reorientación productiva para proteger los recursos naturales cuyos servicios ambientales son fundamentales para la zona conurbada de la capital del estado. Los programas impulsados desde el gobierno, se han convertido en ventanillas con recursos y formatos para “bajar” recursos, siempre que se tenga acceso a la información para ello y la capacidad especializada para elaborar los proyectos en “tiempo y forma”. Se tienen proyectos piscícolas en una zona con veda; apoyos a la reforestación, a la vez que se impulsa la ganadería; productores de papa que rentan tierras en una zona húmeda donde el producto se logra sólo con grandes cantidades de agroquímicos, etc. Todo se deja al criterio personal para desarrollar la actividad productiva que pueda o quiera, sin una capacitación que le permita ser eficiente y rentable; sin identificar los posibles impactos hacia otros habitantes de la cuenca. A esto se suma que los programas de corte asistencialista y clientelar y la escasez de recursos públicos, aunado a la falta de monitoreo y seguimiento a los proyectos, tanto en términos burocráticos, de comprobación de gastos, como de su efectividad e impactos positivos, sean percibidos como subsidios y no como inversiones que buscan romper vínculos de dependencia.

Desde el reconocimiento que los territorios están habitados por una población con arraigo histórico, identidad propia y conocimientos, es necesario transitar hacia nuevos órdenes de gobernanza. Se requiere impulsar el desarrollo regional o el manejo de una subcuenca con una visión holística, incluyente, y con una coordinación interinstitucional, donde la sociedad civil pueda supervisar el manejo transparente de los recursos, para avanzar hacia esquemas basados en la confianza, donde los recursos económicos, siempre insuficientes, se utilicen en lo que se ha decidido de

forma colectiva, para el bienestar de sus habitantes rurales y para los usuarios del agua. Es necesario impulsar una nueva cultura política que desarrolle el sentido de ciudadanía con derechos, y no de “beneficiarios” conformes con lo que les es ofrecido.

Consideramos que si se reconoce la imbricación entre el campo y la ciudad se podría propiciar un desarrollo regional con objetivos diferentes, en el que las superficies agrícolas o ganaderas abandonadas, de rendimientos bajos y cuyo manejo inadecuado tiene impactos ambientales altos, puedan orientarse hacia un proceso de recuperación de la economía rural. De esta manera se impulsaría la posibilidad de restaurar los recursos naturales aprovechables en el futuro cercano por los hijos y nietos de los actuales dueños de la tierra. Una visión de interdependencia y reciprocidad entre el campo y la ciudad permitiría visualizar e impulsar proyectos de restauración y de conservación que compensen a los poseedores de estas tierras y bosques, por los servicios ambientales hidrológicos y de biodiversidad que aportan a la región. Se establecería así un círculo virtuoso con objetivos ambientales, sociales y económicos. Esto implica salir de una planeación limitada al ámbito municipal y abrirla a la escala de microcuenca, subcuenca y cuenca como se ha discutido en este texto.

## La subcuenca como espacio de análisis y planeación

Conceptualmente hemos utilizado a la subcuenca como una unidad de análisis, planeación y de cogestión para el manejo de los recursos naturales por dos razones fundamentales. La primera es que como unidad de análisis y planeación, la subcuenca se puede delimitar técnicamente y reconocer socialmente con cierta facilidad. Una vez logrado esto, la subcuenca se transforma en una unidad que facilita visualizar y comprender la interrelación de los procesos vinculados con el agua que acontecen en su territorio, la forma en que la población se organiza para apropiarse de los recursos, y los distintos niveles de responsabilidad que tanto las instituciones, como los ciudadanos, tenemos en estos procesos. Derivado de esto, la segunda razón es que se trata de una unidad de análisis que facilita la identificación de los diferentes usuarios, y las posibles fuentes de financiamiento para la protección de los servicios ambientales de la subcuenca y la promoción del desarrollo regional compatible con el mantenimiento de estos servicios ambientales.

Sin embargo, también encontramos que las *cuencas* como concepto se tornan irrelevantes para las autoridades municipales y para los responsables del suministro

de agua en las ciudades, porque predomina una visión administrativa en la que se busca resolver el abasto mediante el transporte del agua de una cuenca a otra, desestimando los efectos ambientales, productivos y sociales que estas medidas pueden generar en el mediano plazo. La visión hidráulica del abasto de agua para las ciudades tampoco incorpora un análisis de dichos efectos, por el contrario, favorece la "solución" del abasto transportándola de donde sea posible: se privilegian las inversiones en grandes acueductos y presas, y al mismo tiempo se desestiman técnicamente las posibilidades de reutilizar el agua que cae y que drena dentro de la misma subcuenca. La idea de proteger las condiciones ecológicas que aseguren mantener el abasto de agua no parece ser una prioridad, en parte por el desconocimiento de los factores ecológicos, por la falta de mecanismos para resolver el problema jurídico-administrativo de que un municipio acepte corresponsabilidades e inversiones en otro, y también posiblemente porque siendo la región de Xalapa un lugar de altas precipitaciones y de mucha humedad existe el imaginario de que esta abundancia natural nunca se agotará.

En términos sociales, la subcuenca no es un concepto y referente concreto para la población tanto rural como urbana. Cuando se trata de vincular a los territorios municipales y a los habitantes de las subcuencas con los usuarios del agua, sean urbanos, rurales o industriales, encontramos una profundo desconocimiento de parte de la sociedad y una visión segmentada y sectorial de parte de las instituciones gubernamentales vinculadas al recurso agua y a los programas de desarrollo rural. Para el público en general es un concepto vacío pues el crecimiento de las ciudades y el movimiento cotidiano de los productos y personas no coincide con esta lógica territorial, lo que dificulta establecer acciones y relaciones recíprocas con las subcuencas donde se abastecen estos asentamientos humanos.

En este sentido, consideramos que una experiencia como la que se presenta en este libro documenta la necesidad de traer a la luz y de posicionar en el discurso colectivo a la *subcuenca como un sistema regional*, pues busca replantear una relación de reciprocidad campo-ciudad de las políticas públicas y sus mecanismos operativos, a las condiciones y necesidades locales y regionales.

Una de las ventajas del enfoque de subcuenca es que permite identificar y representar fácilmente a las externalidades de las zonas urbanas en relación a sus necesidades de abasto-desecho de agua. En este sentido, la zona conurbada de Xalapa-Coatepec-Tlalnelhuayocan genera enormes externalidades por el uso del agua que no han sido evaluadas en su justa dimensión aún por los organismos operadores de agua, por los ayuntamientos involucrados, por la academia, ni por

la sociedad. La “huella hídrica” de esta conurbación va más allá de la subcuenca del Pixquiac, ámbito de nuestro estudio, pues una parte se extiende desde el río Huitzilapan (estado de Puebla), hasta la subcuenca del Sedeño, es decir abarca las cuencas altas del río La Antigua y Actopan, abasteciendo no sólo a ciudades como Xalapa o Coatepec, sino al Distrito de Riego 035 cuenca abajo. Es por ello que el enfoque de subcuenca da pie a una planeación que puede contribuir a resolver conflictos entre los usuarios del agua, pues facilita identificar con mayor precisión situaciones de causa-efecto, así como el origen geográfico de ciertos problemas. Nuestra participación en el Consejo de Cuenca de la gran región hidrológica (Tuxpan-Jamapa) busca precisamente crear alianzas con los usuarios de la cuenca baja.

Para tener un efecto positivo e incidir en la salud de las cuencas es necesario involucrar a los habitantes de las mismas en espacios de participación más pequeños como son las subcuencas y microcuencas, pues son sus acciones cotidianas y decisiones de manejo (o de desecho) las que afectan a la cuenca. Una intervención cercana a los dueños de la tierra permite modificar las prácticas cotidianas que ponen en riesgo la calidad del agua, que generan deterioro ambiental de la cuenca y que pueden poner en riesgo la salud de los ecosistemas.

La suma de los procesos locales a nivel de subcuenca se reflejará en las condiciones de la gran cuenca, en la medida en que las acciones enfocadas a preservar los servicios ambientales no sólo incidan en las prácticas a nivel de parcela, sino que se construyan redes intercomunitarias e intermunicipales que se plasmen en acuerdos más amplios a nivel regional y en una incidencia en las políticas públicas.

## **El método de trabajo y la construcción de un proceso de cogestión**

Es importante reconocer que en los pasados seis años se han privilegiado los ejes y líneas estratégicas que han permitido establecer vínculos con la población sobre la base de acciones concretas y visibles, respondiendo también al deseo de la población local y de los colaboradores por incidir en la conservación, restauración y organización, a través de realizar investigaciones y de generar gestiones a favor de esta subcuenca. Este voluntarismo-activismo ha permitido avanzar en un lapso corto en muchos sentidos, quizá demasiados, porque la relativa poca atención dada a los ejes de sensibilización, educación y comunicación ambiental ha limitado la comprensión y apropiación de la iniciativa de cogestión dentro y fuera de la sub-

cuenca. En este sentido, tal vez se deba continuar a un ritmo más pausado, para ir consolidando los logros, dándoles contenidos más ricos que permitan profundizar las raíces de las iniciativas; trabajar con la misma gente, grupos y áreas antes de ampliar los alcances.

En el desarrollo de este trabajo, los miembros del equipo técnico y otros colaboradores, nos enfocamos en la comprensión de los procesos locales alrededor de una problemática concreta. De esta forma, en el quehacer cotidiano de esta experiencia, las discusiones y decisiones que tomamos representan un enfoque interdisciplinario. Esto nos permitió encontrar líneas de trabajo más ricas y profundas insertadas en una realidad concreta con actores sociales reales. Las preguntas que impulsaron la investigación derivaron del conocimiento práctico sobre la zona y de su problemática, no partieron de planteamientos teóricos. En otras palabras la investigación-acción desarrollada obedece a la necesidad de responder a preguntas concretas, cuyo planteamiento resulta del proceso mismo del trabajo de intervención, en ese sentido se trata de un proceso dialéctico entre teoría-práctica-teoría.

A través de la investigación participativa fue posible conocer las necesidades e intereses de los actores locales, e incorporarlas a las propuestas de intervención que se fueron generando, como la reforestación, el cultivo de trucha, la ganadería, la floricultura, las plantaciones forestales. Partiendo de la visión de que la realidad va presentando diferentes retos, aceptamos que la meta de promover la recuperación de la subcuenca con el componente de desarrollo rural requería de un método adaptativo que permitiera responder a los intereses de nuestros interlocutores locales y a la vez, a revisar lo que estaba siendo muy costoso y promover lo que mejor funciona localmente. De esta forma fue posible transitar de un esquema de reforestación de la subcuenca, hacia uno predominantemente de protección de los fragmentos boscosos.

Respecto a los proyectos de reconversión productiva en general, podemos decir que la premisa de partida que identificaba a la falta de organización, las relaciones clientelares y la debilidad organizativa, como el principal obstáculo para la gestión de la cuenca, se vio corroborada por la experiencia en campo. El enfoque interdisciplinario utilizado cotidianamente en nuestro análisis de la problemática y en el quehacer del equipo de trabajo en campo, en el cual cada disciplina aportó elementos para comprender los procesos locales y regionales, nos ayudó a dar un marco de análisis a lo que fuimos encontrando para diseñar soluciones que generaran sinergias positivas hacia el manejo de los recursos naturales. Algunos ejemplos son el empleo del monitoreo del agua con la participación local, la incorporación de las

parcelas de conservación en el mecanismo de CSAH diseñado, la promoción de un comité de cuenca como espacio de discusión y toma de decisiones, la promoción (incipiente) de nuevas aproximaciones hacia el desarrollo de proyectos productivos basado en el trabajo colectivo organizado, y al fomento del manejo de ahorros para la autogestión de los grupos. En estas acciones, la rendición de cuentas resulta un elemento nodal para que en el largo plazo, las estrategias productivas impulsadas por el proyecto se afiancen y generen alternativas que reduzcan la presión sobre los recursos de la subcuenca.

Por otra parte, en el ámbito de la intervención, este ir y venir de escalas, de lo local a lo regional y viceversa, nos dio un marco de análisis para comprender lo que estábamos observando en campo. Estos dos enfoques generaron información muy útil para tomar ciertas decisiones y priorizar acciones, como por ejemplo la identificación de las zonas prioritarias para CSAH, a partir de lo cual los organismos operadores de agua, y otras instancias, podrán tomar decisiones mejor informadas.

Finalmente, este proceso nos ha permitido observar que las instituciones académicas y las organizaciones de la sociedad civil, gracias a un horizonte temporal más autónomo, tienen una función importante como facilitadoras: aportando estudios para identificar procesos y opciones de manejo, invitando a las instituciones y diferentes actores a sumarse a los procesos, impulsando la planeación participativa en las comunidades con el fin de promover en los habitantes el desarrollo de ideas claras respecto a lo que quieren, y promoviendo procesos de capacitación para mejorar las capacidades productivas locales.

Como tareas de investigación pendientes señalamos que es necesaria la inversión para realizar investigaciones interdisciplinarias y estudios técnicos específicos serios enfocados hacia entender la dinámica de los recursos naturales (agua, bosques, suelo) dentro de su contexto socio-ambiental. Con este tipo de enfoque se conformarán las líneas base a partir de las cuales se hará el seguimiento de los programas de CSAH y de manejo de subcuencas, lo que a su vez, ayudará a orientar de manera integral los recursos públicos y de investigación en las cuencas, subcuencas y microcuencas.

## **Lecciones para otras experiencias semejantes**

En la introducción hemos señalado que uno de los objetivos de la sistematización de este trabajo era presentarlo para otras experiencias de gestión de cuenca en otras regiones. En este sentido, ¿qué nos deja esta experiencia que puede ser útil

a otros grupos?; ¿es replicable?; ¿qué avances hemos tenido en la región y fuera de ella en términos de difusión de nuestra experiencia y esquema de trabajo?

En la medida en que la región de trabajo se ubica en cercanía de una ciudad a la que le provee importantes servicios ambientales hídricos buscamos diseñar un esquema que incluyera la relación campo-ciudad donde se reconocieran estos servicios ambientales y que implicara establecer una interacción y coresponsabilidad entre actores urbanos y rurales, entre sociedad y gobierno, basado en mecanismos de gobernanza distintos. Esto fundamentalmente como una alternativa a la relación convencional entre campesinos y gobierno, basada en acciones de simulación, clientelismo y chantaje. Desde este punto de vista el esquema que desarrollamos puede ser de interés para otras subcuencas de la región donde las ciudades dependen de las cuencas altas.

Hemos organizado un Grupo de aprendizaje donde se invita a funcionarios de los distintos ámbitos de gobierno, miembros de academia y ONG para analizar el tema de los servicios ambientales y los distintos esquemas de compensación o pago por servicios ambientales existentes. En las reuniones del Comité de cuenca se ha invitado a campesinos de otras cuencas de tal manera que esta experiencia empieza a ser un referente regional.

Cuando las circunstancias lo permiten nuestro enfoque conceptual utiliza la metodología del diagnóstico o evaluación participativa con su secuencia y técnicas específicas, desde trabajo en asamblea, con grupos focales, recorridos en campo, pasando del diagnóstico a la planeación y la elaboración de planes de trabajo.

Respecto a la implementación hemos buscado ser muy claros en los aspectos de relación entre el autodiagnóstico, los proyectos decididos por la gente, la gestión de recursos, la aprobación de los mismos y la implementación propiamente dicha.

Hemos sido rigurosos en lo que se refiere a monitoreo. El énfasis que ponemos en el monitoreo aunque el esfuerzo y el costo son muy altos, es la base para romper con una cultura de simulación que ha sido la predominante en las relaciones de la población local con los representantes de gobierno, técnicos, y otros. Esto lo relacionamos con la elaboración de reglamentos internos y aplicación de los mismos de parte de los propios interesados.

En cuanto a lecciones que consideramos pueden ser útiles para otras experiencias destacamos las siguientes:

### Aspectos técnicos:

- A Es necesario revisar los costosos programas de reforestación para ajustarlos a los procesos naturales de recuperación de bosques, sobre todo en las áreas donde hay un abandono de parcelas agrícolas y pecuarias.
- B Las regiones donde predominan parcelas pequeñas (propietarios privados y ejidatarios parcelados) requieren ajustes a las reglas de operación de los programas federales, para que no sean marginadas de estos programas.
- C Los campesinos que han diversificado su economía familiar, por su inserción a los mercados urbanos cercanos, están dispuestos a participar en la recuperación de los bosques siempre que tengan asegurada la posibilidad de aprovecharlos en el mediano plazo.
- D Las condiciones de minifundismo imperantes en esta región y en muchas otras del país requieren de ajustes a la normatividad forestal, de forma tal que pueda lograrse la regularización de la extracción de madera, actividad tradicional para numerosas familias campesinas.

### Inserción y organización:

- A Contar desde el inicio con información básica y relaciones con personas de la región con quienes se han discutido los problemas y se comparten las visiones de futuro.
- B Empezar un Plan de trabajo en que se logre un equilibrio entre el trabajo de diagnóstico (académico y participativo) y el impulso de acciones que respondan a los problemas locales.
- C Vincular el trabajo de sensibilización ambiental con los proyectos concretos que se desarrollan.
- D Integrar a jóvenes y mujeres al trabajo.
- E Impulsar un espacio de participación regional, intercomunitario
- F Utilizar los espacios de la administración pública como Consejos de cuenca y buscar la participación de gobiernos municipales.



# Bibliografía

---

- Aguilar, G. y A. Iza. 2009. *La gobernanza del agua en Mesoamérica*. UICN, Serie de Política y Derecho Ambiental 63. Gland, Suiza. Disponible en: <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-063.pdf>.
- Alemán S. T. 1998. *Investigación participativa para el desarrollo rural, La experiencia de Ecosur en los Altos de Chiapas*. Red de gestión de recursos naturales, Fundación Rockefeller, México.
- Álvarez, O. R., A. Hoyos, A. Retureta A. y E. Zárate B. 1997. La cuenca hidrográfica como unidad básica para la planeación y ordenamiento regional: caso La Antigua. Ponencia presentada en el Taller de Planeación del Parque Nacional del Cofre de Perote. Colegio Profesional de Biólogos. Xalapa, Ver. Manuscrito inédito.
- Alves, R. N. y M. L. R. Lerecê. 2007. La biodiversidad, medicina tradicional y salud pública: ¿dónde se reúnen? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 14-14.
- Allé-Ando, Y. 2004. An Integrated Resource Management Approach to Mitigating Water Quality and Quantity Degradation in Xalapa, México. Tesis de Master of Applied Sciences. Department of Civil Engineering, University of British Columbia, Canadá. 121 pp.
- Anduez, L. M. 2010. Itinerario técnico de la producción de papa blanca en el ejido El Agua de Los Pescados. Inédito.
- Angelsen, A., S. Brown, C. Loisel, L. Peskett, C. Streck y D. Zarin. 2009. Reducción de Emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD): Reporte de evaluación de opciones. Meridian Institute. Washinton D.C. 124 pp. Consultado el 18 de octubre de 2009. Disponible en: <http://www.REDD-OAR.org>.

- Almirón L.R., L. Gómez, M.I., Ortiz, M.S. Foio, O., Macarrein, R., Simón. S.f. Sistematización de los Programas de Desarrollo y Gestión de Recursos Naturales en la población rural de Colonia Carlos Pellegrini, Provincia de Corrientes, República Argentina. Informe final a Fundación Mink'a Chorlavi. Recuperado el 13 de marzo de 2011 en <http://www.grupochorlavi.org/gobernanzaambiental/Completos/Pellegrini.pdf>.
- Arreola Muñoz, A. s/f. *El manejo integral de cuencas: limitaciones de una política sectorial para la gestión territorial del agua*. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica, A. C. (IDESMAC), México.
- Ayuntamiento de Tlalnelhuayocan. 2008. *Plan Municipal de Desarrollo 2008–2010*. México.
- Azuela, A. (coord.). 2006. *El Ordenamiento Ecológico del Territorio en México. Génesis y perspectivas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Báez Landa, M. 2004. *Los señores, la tierra y los indios. La formación de una región cafetalera en Veracruz*. Gobierno del Estado de Veracruz, Subsecretaría de Desarrollo Político Fondo Editorial de Culturas Indígenas, Xalapa.
- Balvanera P. y H. Cotler. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica* 84-85:8-15. INE, México. Disponible en: [http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=523](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=523).
- Balvanera P., Gretchen C. Daily, Paul R. Ehrlich, Taylor H. Ricketts, Sallie-Anne Bailey, S. Kark, C. Kremen y H. Pereira. 2001. Conserving Biodiversity and Ecosystem Services. *Science* 291: 2047.
- Benítez Badillo, G., A. Hernández, M. Equihua, A. Medina, J.L. Álvarez, S. Ibáñez y C. Del-fín. 2008. *Biodiversidad y cambio climático. Contribución al Programa Veracruzano ante el Cambio Climático*. Xalapa. 56 pp.
- Bettini, V. 1998. *Elementos de ecología urbana*. Editorial Trotta, Madrid.
- Bocco, G., A. Priego y H. Cotler. 2004. Geografía física y ordenamiento territorial. Experiencias en México. Ponencia III Seminario Latinoamericano de Geografía Física. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Consultado en enero de 2006. Disponible en: [http://reliot.ine.gob.mx/geografia\\_fisica.html](http://reliot.ine.gob.mx/geografia_fisica.html).
- Boege, E., H. García Campos y P. Gerez Fernández (coords.). 1995. *Alternativas al manejo de laderas en Veracruz*. SEMARNAT y Fundación Friedrich Ebert, México.
- Bollo Manent, M., J. R. Hernández Santana, A. P. Méndez Linares y J. M. Figueroa Mah Eng. 2007. La geoecología y el ordenamiento ecológico territorial. Estudio de caso. En: CD-R IV Congreso Internacional de Ordenación del Territorio. San Luis Potosí. 21 pp.

- Bourne, L. 1999. Diseñando una región metropolitana: Los desafíos de las ciudades norteamericanas. En: Memoria del Foro Internacional sobre metropolización, ACIDI. Universidad de Toronto, Santa Cruz, Bolivia.
- Bradshaw, A. D. 1997. What do we mean by restoration? En: K. M. Urbanska, N. R. Webb y P.J. Edwards (eds.). *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge Univ. Press, Gran Bretaña. Cap. 2, pp. 8-14.
- Brooks, K. N., P. Folliott, M. Gregersen y L. DeBano. 1997. *Hydrology and the Management of Watersheds*. Iowa State University Press, EUA. 502 pp.
- Bruijnzeel, L. A. 1990. *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review*. UNESCO, IAHS, Free University Amsterdam, Amsterdam. 224 pp.
- . 1991. Hydrological impacts of tropical forest conversion. *Nature and Resources* 27(2): 36-45.
- y L. S. Hamilton. 2000. *Decision Time for Cloud Forests*. UNESCO, IUCN, WWF, 39 pp.
- Caldera, A., M. L. Torregrosa y A. Armentía. 2010. Procesos políticos e ideas en torno a la naturaleza del agua: un debate en construcción en el orden internacional. En: B. Jiménez Cisneros, M. L. Torregrosa, B. Aboites, y L. Aboites Aguilar., *El agua en México. Cauces y encauces*. Academia Mexicana de Ciencias, CONAGUA. México.
- Cambrezy, L. y B. Lascuráin. 1992. *De la hacienda al ejido, crónicas de un territorio fraccionado (centro de Veracruz)*. Larousse, ORSTOM y CEMCA, México. 168 pp.
- Capitanachi, C., E. Utrera y C. B. Smith (coord). 2001. *El bosque urbano de Xalapa: hacia un Plan de Desarrollo Ambiental Municipal*. INECOL, Xalapa, Ver., México. Publicación electrónica (DVD).
- Carabias, J., y R. Landa. 2005. *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: El Colegio de México, UNAM, Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, México.
- Carabias, J. y R. Landa. 2008. Los recursos hídricos y la gestión de cuencas en México. En: L. Paré, M. A. González y D. Robinson. *Gestión de cuencas y servicios ambientales: perspectivas comunitarias y ciudadanas*. INE-ITACA-Raises-Sendas-WWF, México.
- Castillo Campos, G. 1991. *Vegetación y flora del municipio de Xalapa, Veracruz*. INECOL A. C., MAB UNESCO, Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz. México. 148 pp.
- Castro Heredia, L. M., Y. Carvajal Escobar y E. A. Monsalve Durango. 2006. *Enfoques teóricos para definir el caudal ambiental*. Consultado el 7 de septiembre del 2010. Disponible en: [dialnet.unirioja.es/servlet/dfichero\\_articulo?codigo=2265552&orden=0](http://dialnet.unirioja.es/servlet/dfichero_articulo?codigo=2265552&orden=0).

- Castro, J. E. 2007. Water governance in the twentieth-first century. *Ambiente y Sociedad* X(2): 97-118. Consultado el 3 de julio de 2010. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a07v10n2.pdf>.
- Ceballos Lascurrain, H. 1996. Tourism, Ecotourism, and Protected Areas. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). Consultado el 18 de julio de 2010. Disponible en: <http://www.ecoadventuremexico.com/ecoturismo.htm>.
- CEDRO (Consultora para el Desarrollo Rural y Ordenamiento Ambiental, S. A. de C. V.). 2004. Plan de manejo para el área de captación de agua para el municipio de Xalapa, Veracruz. Inédito.
- Céspedes, V. W. y J. A. Tosi. 2000. El Sistema de Zonas de Vida. *Biocenosis* 13(1-2): 57-62.
- COMUDERS, 2006. Diagnóstico y plan de Tlalnelhuayocan 2006. Documento de trabajo.
- CONABIO. Mapa de Isoyetas 1:250,000.
- CONAFOR. 2004. Reglas de Operación del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. México. Disponibles en: [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx).
- CONAGUA. Reglas de operación y funcionamiento de los Consejos de cuenca. Disponible en: [ftp://ftp.consejosdecuenca.org.mx/pub/downloads/docs\\_basicos/normativos/ROFCC.pdf](ftp://ftp.consejosdecuenca.org.mx/pub/downloads/docs_basicos/normativos/ROFCC.pdf).
- . 2000. *Programa del agua en la región Golfo-Centro*. Presentación en Power Point.
- . 2002. *Compendio básico del agua en México*. CONAGUA, México. 96 pp.
- CONAPO. 2000. Índices de marginación por localidad. Consultado el 4 de marzo del 2009. Disponibles en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=194](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=194).
- Concheiro, L y S. Grajales. 2009. Nueva territorialidad y desarrollo territorial .Una perspectiva desde los sujetos sociales. *Veredas* 18: 145-167.
- Contreras, I. 2005. Fideicomiso Coatepecano para el pago por servicios ambientales. En: *Memorias del Primer congreso internacional sobre casos exitosos de desarrollo sostenible en el trópico*. Universidad Veracruzana, Centro de investigaciones tropicales, Veracruz.
- Cooke, B. y U. Kothai's. 2001. *Participation: The New Tyranny*. Zed Books, Londres.
- Cotler, H. 2004. *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. INE, México.
- y G. Caire. 2009. *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. INE. WWF, Fundación Gonzalo Río Arroyo, México.
- y R. Pineda. 2008. Manejo integral de cuencas en México ¿hacia dónde vamos?. En: *Boletín del Archivo Histórico del Agua* 13(31): 16-21 .

- Cruz-Angón, A. y R. Greenberg. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42: 150-159.
- Derruau, M. 1989. *Geomorfología*. Ariel Geografía, Madrid. 517 pp.
- Díaz, S., A. Hector y D. A. Wardle. 2009. Biodiversity in forest carbon sequestration initiatives: not just a side benefit. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1: 55-60.
- Domínguez Barrada. 2002. Informe técnico. Asesoría sobre el potencial de recarga de acuíferos y estabilización de ciclos hídricos de áreas forestadas. Cuenca del río Gavilanes, Coatepec. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México.
- Dooley, K., Griffiths, T., Leake, H., Ozinga, S., 2008. *Cutting corners: World Bank's forest and carbon fund fails forests and peoples*. FERN, Forest Peoples Programme. Disponible en: [http://www.fern.org/media/documents/document\\_4312\\_4313.pdf](http://www.fern.org/media/documents/document_4312_4313.pdf).
- Dourojeanni A, A. Jouraliev y G. Chávez. 2002. *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. Santiago de Chile. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, no. 47, CEPAL, Consultado el 14 de julio de 2011. Disponible en: <http://www.eclac.org/drni/publicaciones/xml/5/11195/lcl1777-P-E.pdf>.
- Duarte, C. 2006. *Cambio global; impacto de la actividad humana sobre el sistema tierra*. Consejo superior de investigaciones científicas, CSIC, Madrid.
- Durán, E. M., J. F. Mas y A. Velásquez. 2005. Land use/cover change in community-based forest management regions and protected areas. En: D. B. Bray, L. Merino-Pérez y D. Barry (eds.). *The Community Forests of Mexico: Managing for Sustainable Landscapes*. University of Texas Press, EUA.
- Durand, L. 2006. Participación social y conservación. En: L. Barahona y L. Almeida-Leñero (coord.). *Educación para la conservación*. Las prensas de Ciencias, UNAM, PUMA, CONACYT, SEMARNAT, México.
- Durkheim, E. 1986. *Las reglas del método científico*. FCE, México.
- Eleuterio, A. A. y D. Pérez-Salicipup. 2006. Management of Tree Ferns (*Cyathea* spp.) for Handicraft Production in Cuetzalan, Mexico. *Economic Botany* 60: 182-191
- Ellis, E. A. y L. Porter-Bolland. 2008. Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, México. *Forest Ecology and Management* 256: 1971-1983.
- Encina, J., M. Domínguez, M. A. Avila y R. Alcón. 2008. Investigación-acción participativa e ilusionismo social: entre la seguridad de lo posible y la esperanza de lo imposible. Consultado el 1º dic. de 2010. Disponible en: [www.mosaico-web.com/unilco/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=742](http://www.mosaico-web.com/unilco/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=742).

- Enriquez Villacorta, A. 2008. Introducción. En: A. Abardía y F. Morales (coord.). *Desarrollo regional. Reflexiones para la gestión de los territorios*. Alternativas y capacidades. MC Editores, México.
- ERICII-IMTA. 2000. Banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional, México.
- Estrada, M.E., Z.G. Guzmán, T.D. Cibrián, P. R. Ortega. 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia* 34: 25-33.
- Fals-Borda, O. 1994. *El problema de cómo investigar la realidad para transformarla por la praxis*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Fals-Borda, O. y T Villasante Palazón. 1993. Investigación-acción-participativa. *Documentación Social* 92, Madrid.
- FAO. 2003. *Payment Schemes for environmental services in watersheds. Regional Forum*. FAO, Roma.
- Faustino, J., F. Jiménez y J. J. Campos. 2006. *Bases conceptuales de la cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas*. CATIE, Programa Focuecas, CATIE-ASDI, Costa Rica. 20 pp.
- Flisfisch, A. 1989. Gobernabilidad y consolidación democrática. *Revista Mexicana de Sociología* LV(3): 113-133.
- Florescano Mayet, S. 1989. El agua y la industrialización de Xalapa y su región durante el siglo XIX. *La palabra y el hombre* 70:175-192. Universidad Veracruzana. Xalapa.
- Flores-Palacios, A. y S. Valencia-Díaz. 2007. Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136: 372-387.
- Folke, C., S. Carpenter, T. Elmqvist, L. Gunderson, C. S. Holling y B. Walker. 2002. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformation. Scientific Background Paper on Resilience. The World Summit on Sustainable Development. Stockholm, Sweden. 73 pp.
- Freire, P. 1980a. *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores, Montevideo-Madrid.
- . 1980b. *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI Editores, Madrid.
- Fuentes, T. 2009. Análisis de los programas de pago o compensación por servicios ambientales en la cuenca del Pixquiatic; fortalezas y debilidades en el contexto local. *Manuscrito inédito*.
- . 2010. Diagnóstico de los usos maderables del bosque mesófilo de montaña en la cuenca del río Pixquiatic. Tesis de maestría, Universidad Veracruzana. En elaboración.
- García Coll, I., A. Ramírez Soto, A. Niño Cruz, A. Juan Rivas e I. Sheseña. 2011. Herramientas para planeación territorial y el ordenamiento ecológico: Elaboración de paisajes

- geocológicos y de intensidad de apropiación territorial. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México. En prensa.
- García Coll, I., A. Martínez, A. Ramírez, A. Niño, A. Juan Rivas y L. Domínguez. 2007. La relación agua bosque: delimitación de zonas prioritarias para pago de servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Gavilanes, Coatepec, Ver. En: H. Cotler (comp). El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, México. 347 pp.
- García L., E., E. Aguilar y S. Parrado. 2005. Gestión Integrada de Recursos Hídricos Documento Conceptual (Primer Borrador para Discusión). Subdirección General de Planeación, Gerencia de Planeación CNA, México.
- García Morales, S. 1990. Sistema político y control de cantones en Veracruz: 1877-1911. *La Palabra y el Hombre* 75. 55-67.
- Geissert, D., E. Meza y R. Landgrave. 2007. Carta geomorfoedafológica de la Cuenca Alta del río La Antigua, escala 1:50,000. Versión provisional. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver.
- Gerez Fernández, P. 1982. Historia del uso de suelo en la zona semiárida poblano-veracruzana. Tesis Facultad de Ciencias de la UNAM, México. 98 pp.
- Gerez P., L. Paré y E. Ellis. 2011. Regeneración de los bosques en la cuenca del río Pixquiác y factores de cambio (1975-2004). Cartel presentado en el III Congreso Mexicano de Ecología. Boca del Río, Ver., México.
- González Reynoso, A. E., L. Hernández M., M. Perló C., I. Zamora S. 2010. Rescate de ríos urbanos. Propuestas conceptuales para la restauración y rehabilitación de ríos. PUEC-UNAM. México.
- García-Romero, A. Y. Montoya, M. V. Ibarra y G. G. Garza. 2010 G. Economía y política en la evolución contemporánea de los usos del suelo y la deforestación en México: el caso del volcán Cofre de Perote. *Interciencia* 35(5): 321-328.
- Gonzalez, G. Manuel et al. 2008. Evaluación externa de los apoyos de servicios ambientales ejercicio fiscal 2007. Colegio de posgraduados, Anexo XXXII, Génesis y evolución de las reglas de operación y criterios de selección y prelación de PSA, México.
- González, J. A., C. Zedán y P. Gerez. 1995. Ordenamiento del manejo de ovinos y caprinos en una zona forestal: la experiencia del Cofre de Perote. En: E. Boege, H. García Campos y P. Gerez, 1995. *Alternativas al manejo de laderas en Veracruz*. SEMARNAT y Fundación Friedrich Ebert, México. Pp: 235-246.
- Grajales Sergio, A. A. (†), K. Ochoa y L. Concheiro. 2006. Las construcciones teórico conceptuales sobre la nueva ruralidad. En: M. H. González e I. Meza Huacuja (coords.). *Nue-*

- va ruralidad. *Enfoques y propuestas para América Latina*. Colección Estudios e investigaciones. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria, Cámara de diputados, LX Legislatura, México.
- Guzmán, G. 2005. Estudio de caso sobre el desarrollo de mercados de servicios Ambientales en México, Cofre de Perote-Coatepec, Veracruz, FIDECOAGUA. Consultoría para CONAFOR, Banco Mundial, México.
- GWP. 2000. *Gobernabilidad eficaz del agua: acciones conjuntas en Centroamérica*. Global Water Partneship. Consultado el 19 de mayo del 2011. Disponible en: <http://www.gwpcentroamerica.org/uploaded/content/article/2097045289.pdf>.
- Haeckel, I. B. 2008. The 'Arco Floral': Ethnobotany of Tillandsia and Dasyliroion spp. in a Mexican Religious Adornment. *Economic Botany* 62: 90-95.
- Haeckel, I. 2006. Firewood use, supply, and harvesting impact in cloud forests of central Veracruz, Mexico. Tesis. Columbia University, Nueva York. 60 pp.
- Hagmann, J. y F. Guevara H. 2004. *Aprendiendo juntos para el cambio: la facilitación de innovaciones para el manejo sustentable de recursos naturales y el desarrollo rural a través de procesos participativos*. Serie estudios de caso, Red de Estudios para el Desarrollo Rural A. C. y Fundación Rockefeller, Oaxaca de Juárez, México. 153 pp.
- Hall, M. W. 1996. Extending the resource: Integrating water quality considerations into water resources management. *Water Resources Update*. No. 111:30-37. Universities Council on Water Resources. Consultado en línea el 8 octubre 2010. [http://www.ucowr.org/updates/pdf/V111\\_A5.pdf](http://www.ucowr.org/updates/pdf/V111_A5.pdf).
- Hamilton, L. S. y King, P. N. 1983. *Tropical forested watersheds, Hidrologic and soils response to mayor uses or conversions*. East-West Center/UNESCO-MAB, Westview Press, Boulder., EUA. 168 pp.
- , J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.). 1995. *Tropical Montane Cloud Forests*. Ecological Studies 110, Springer-Verlag, Ann Arbor. 407pp.
- Hargreaves, G.H. y Z. A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture* 1(2): 96-99.
- Hemmati, M. 2002. *Multi-Stakeholder Processes for Governance and Sustainability. Beyond Deadlock and Conflict*. London: Earthscan.
- Hernández Martínez, G., R. H. Manson y A. Contreras H. 2009. "Quantitative classification of coffee agroecosystems spanning a range of production intensities in central Veracruz, Mexico." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 134: 89-98.
- Hewlett, J. D. 1982. *Principles of forest hydrology*. The University of Georgia Press, Athens, EUA. 183 pp.

- Hickey, S. y G. Mohan (eds.). 2004. *Participation--From Tyranny to Transformation?: Exploring New Approaches to Participation in Development*. Zed Books, Londres.
- Hoffmann, O. 1993. Rumbos y paisajes de Xico. Geografía de un municipio de la sierra de Veracruz. ORSTOM e INECOL. Xalapa, Ver. 130 pp.
- Illsley, G. C., T. Gómez A., J. Aguilar, A. Tlacotempa Z., J. Alarcón, F. Chana, M. Flores L., P. Morales M. J. García B., J. Flores M. 2008. Agua compartida para todos: una experiencia de gestión social del agua en el trópico seco de Guerrero, México. En: L. Paré L, M. A. González y D. Robinson (coords.). *Gestión de cuencas y servicios ambientales: perspectivas comunitarias y ciudadanas*. INE, Itaca, Raíses, SENDAS, WWF, Gaia, México.
- INE. 2003. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. Diagnóstico bio-físico y socio-económico de la cuenca Lerma-Chapala. Disponible en: [www.agua.org.mx/content/view/7626/283/](http://www.agua.org.mx/content/view/7626/283/) sept 2007.
- INE, SEMARNAT- Pladeyra. 2003. *Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala*, México.
- INEGI, 2006. Comparativo ITER 2000-2005. México.
- . 2005. Censo de Población y Vivienda, 2005. Consultado el 12 de marzo del 2009. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).
- . 2004. Carta de núcleos agrarios; avances al 31 de diciembre del 2004.
- Gentes, I. 2006. Valoración de servicios ambientales y políticas públicas en comunidades indígenas y campesinas en los países andinos; metodologías y estrategias para un diálogo nacional. *Revista de Geografía Norte Grande* 35: 29-44.
- Instituto de Ecología, A. C. 2007. Medición y análisis de los efectos de distintos tipos de cubierta forestal sobre los procesos climáticos, hidrológicos y erosivos en Veracruz. Xalapa, Ver. 50 pp. Inédito.
- y Pladeyra. 2006. *Ordenamiento Ecológico del Estado de Veracruz. Fase de Caracterización del Medio Biológico*. Inédito.
- Jimenez, B.; L. Aboites y M.L. Torregrosa, 2010. *El agua en México*. Academia Mexicana de Ciencias, CONAGUA. México.
- Knox, A. y S. Gupta. 2000. *Capri technical workshop on watershed management institutions: a summary paper Capri*. Working paper no. 8. CGIAR System-wide Program on Property Rights and Collective Action. Washington. Consultado el 14 de octubre de 2010. Disponible en: <http://www.capri.cgiar.org/pdf/capriwp08.pdf>.
- Kooiman, J. Jan. 1993b. Governance and Governability. En: J. Jan Koiman. *Modern Governance*. SAGE Publications, Gran Bretaña.
- Kosik, K. 1967. *Dialéctica de lo concreto*. Grijalbo, México. 266 pp.

- Lambin, E., H.J. Geist, E. Lepers. 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment Resources* 28: 205-241.
- Landa, R. y J. Carabias, 2007. Nuevas perspectivas frente a los problemas del agua en México. En: J. L. Calva (coord.). *Sustentabilidad y desarrollo ambiental. Agenda para el Desarrollo*. Vol. 14: 117-132. Cámara de Diputados, LX Legislatura. Miguel Ángel Porrúa, UNAM, México.
- Leach, M., R. Mearns y I. Scoones. 1997. *Environmental Entitlements. A Framework for Understanding the Institutional Dynamics of Environmental Change*. IDS Discussion Paper 359, Institute of Development Studies, University of Sussex, Gran Bretaña.
- Leff, E. 1998. *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Siglo XXI Editores, México.
- Leitman, S. 2005. Apalachicola-Chattahoochee-Flint Basin. Tri-State Negotiations of a Water Allocation Formula. En: J. T. Scholz y B. Stiftel (eds.). *Adaptive Governance and Water Conflict. New Institutions for Collaborative Planning*. Resources for the Future Press Book, Washington, D.C. Pp. 74-88.
- León Fuentes, Nelly. 2011. *Los debates y las batallas por el agua en Xalapa. 1838-1882*. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Ley de Aguas del estado de Veracruz-Llave. *Gaceta Oficial. Órgano del Estado de Veracruz-Llave*, viernes 29 de junio de 2001.
- Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación* el 1º de diciembre de 1992, México. D. F. Reformas publicadas en el *Diario Oficial de la Federación* el 29 de abril de 2004.
- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el estado de Veracruz Ignacio de la Llave, *Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*, viernes 14 de julio de 2006.
- Ley Estatal de Protección Ambiental de Veracruz. 2007. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/VERACRUZ/Leyes/VERLEY65.pdf>.
- Ley Reglamentaria de la LAN. *Diario Oficial de la Federación* del 12 de enero de 1994. Última reforma DOF 29-08-2002.
- Leyequien, E. y V. M. Toledo. 2009. Floras y aves de cafetales: Ensamblajes de biodiversidad en paisajes humanizados. *Biodiversitas* 83: 7-10.
- Long, N. 1992. *Battlefield of Knowledge: the interlocking of theory and practice in social research and development*. Routledge, Londres.
- Llerena, C. 2003. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. Tomado de la memoria del Curso-Taller Desarrollo de estrategia para el establecimiento por servicios

- de pagos hidrológicos (PSH) en el Estado de Veracruz, organizado por el Instituto de Ecología A. C., SEDARPA y CONAFOR.
- Llerena, C., R. M. Hermoza y L. M. Llerena. 2003. Plantaciones forestales, agua y gestión de cuencas. *Agrario* 42: 79-110. Consultado el 3 abril 2010. Disponible en: <http://ibcperu.org/doc/isis/12357.pdf>.
- Maass, J. M., P. Balvanera, A. Castillo, G. C. Daily, H. A. Mooney, P. Ehrlich, M. Quesada, A. Miranda, V. J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Ayala, J. Sarukhán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10: 17.
- Manson, R.H., Contreras, A., López-Barrera, F. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales". En: R. Manson, V. Hernández, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto Nacional de Ecología e INECOL. México. Pp. 1-14.
- Mateo, J. 2002. *Geografía de los paisajes*. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, Cuba. 194 pp.
- Mazurek, H. 2005. Redefinir el territorio para definir una constitución. I Encuentro Internacional sobre Territorialidad y Política: Territorialidades, Autonomías y Ciudadanías. GTZ, DFID, Ministerio de Participación Popular. Consultado el 9, 10 y 11 de diciembre de 2005. Disponible en: <http://www.mpl.ird.fr/crea/pdf/Territorio%20>.
- MEA-Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mearns, R. 1996a *Commons and collectives: the lack of social capital in Central Asia's land reforms*. Brighton. IDS Working Paper, No. 40, IDS.
- Mendoza García, M.E. y G. Tapia Colocía. 2010. Situación demográfica de México 1910-2010. Recuperado el 19 de septiembre 2011 en <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/sdm/sdm2010/01.pdf>.
- Molle, F. y P. Webster. 2009. *River Basin Trajectories: an Inquiry into changing waterscapes*. Comprehensive Assessment in Water Management in Agriculture Series 8, Londres, Gran Bretaña.
- Moncada, E. 2007. Plan de mejoramiento integral de ganadería en la cuenca del río Pixquiac. SENDAS A. C. Documento inédito.
- Montealegre León, F. A. 2008. *Curso básico de meteorología y climatología*. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000134/index.html>.

- Montgolfier, J. y J. M. Natali. 1987. *Le patrimoine du futur: approches pour une gestion patrimoniale des ressources naturelles*. Económica, París.
- Muñiz Castro, M. A. 2009. Sucesión secundaria y establecimiento de especies arbóreas nativas para restauración de bosque mesófilo de montaña en potreros abandonados del centro de Veracruz. Tesis de Doctor en Ciencias. INECOL. Xalapa, Ver. 174 pp.
- y Gerez, P. 2008. Descripción de la vegetación y usos de suelo de la cuenca del río Pixquiac. Anexo xx. 2º. Informe técnico del proyecto a CONACYT. Proyecto 0000000037696. Xalapa, Ver. Mayo, 2008. 17 pp. UNAM-IIS, SENDAS, A. C.
- Muñoz-Villers, L. E. y J. López-Blanco. 2007. Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico. *International Journal of Remote Sensing* 29(1): 71-93.
- Ortiz Ceballos, G. 2004. El agroecosistema café: crisis de mercado y sustentabilidad. Tesis de Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Pp. 55-102.
- Osorio Iratze, A. 2009. CMAS reconoce pérdida del 22% del agua que entra a Xalapa. En: El Golfo Info, 24 julio 2009. Xalapa, Ver. HYPERLINK "<http://www.elgolfo.info/>" \t "\_blank" www.elgolfo.info.
- Ostrom, E. 2000. *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. UNAM, CRIM, FCE, México.
- . 1986. An agenda for the study of institutions. *Public Choice* 48: 3-25.
- Ostrom, E., R. Gardner y J. Walker. 1994. *Rules, Games and Common-Pool Resources*. University of Michigan Press, EUA.
- Palacio-Prieto, J. L., M. T. Sánchez-Salazar, J. M. Casado Izquierdo, E. Propin Frejomil, J. Delgado Campos, A. Velásquez Montes, L. Chias Becerri, M. J. Ortiz Alvarez, J. Gonzáles Sánchez, G. Negrete Fernández, G. Morales y R. Márquez Huitzil. 2004. *Indicadores para la caracterización y ordenamiento territorial*. SEMARNAT-INE, México.
- Palma Grayeb, B.E. 2007. Cambio climático: El conocimiento actual y escenarios para Veracruz. Grupo de Climatología de la Universidad Veracruzana, Ver. México. Consulta 9 noviembre 2010 en <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2008/7/cambio-climatico-el-conocimie.pdf>.
- Palma, R. 2002. Xalapa entre los siglos XVIII y XX: expansión de la ciudad y lógicas de libramiento vial urbano. *El Jarocho Verde* 15: 11-14.
- Paré, L. y T. Fuentes. 2007. *Gobernanza ambiental y políticas públicas en áreas naturales protegidas: lecciones desde Los Tuxtlas*. IIS-UNAM, México.
- Parsons, T. 1937. *The Structure of Social Action*. The Free Press of Glencoe. New York, EUA.

- Pedraza R. A., Álvarez R., y Hoyos A. 2007. Diagnóstico y propuesta para a gestión del manejo sustentable de los ecosistemas de la montaña Cofre de Perote (Naucampatépetl). CEDRO, S. A. Xalapa, Ver.
- Peña, H. y M. Solanes. 2003. *Gobernabilidad efectiva del agua: acción a través de asociaciones en Sudamérica*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Asociación Mundial para el Agua, Santiago de Chile.
- Pérez, E. 2001. Hacia una nueva visión de lo rural en Norma Giarraca (comp.). *Una nueva ruralidad en América Latina*. CLACSO, Buenos Aires.
- Pineda López, M. R., L. R. Sánchez-Velázquez, J. C. Noa Carrazana, N. Flores Estevez, F. Días Fleischer, L. Iglesias Andreu, G. Ortíz Ceballos, G. Vázquez Domínguez y S. G. Vázquez Morales. 2008. Adaptación de la biodiversidad y cambio climático. Aportación al Programa Veracruzano ante el Cambio Climático. Xalapa. 57 pp.
- PLADEYRA S.C. 2003. Asesoría sobre el potencial de recarga de acuíferos y estabilización de ciclos hídricos de áreas forestadas. Cuenca del río Gavilanes, Coatepec, Veracruz. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. 2007. Presidencia de la República, México. Disponible en: <http://pnd.presidencia.gob.mx>.
- Poats, S. 2007. *Derechos de agua y gestión ciudadana*. Diálogos de políticas 7. CONDESAN, Perú.
- Prats, J. O. 2003. El concepto y el análisis de la gobernabilidad. *Revista Instituciones y Desarrollo* 14-15:239-269. Consultado el 7 de julio de 2010. Disponible en: <http://www.iigov.org/id/attachment.drt?art>.
- Pretty, J. y D. Smith. 2004. Social Capital in Biodiversity Conservation and Management. *Conservation Biology* 18(3): 631-638.
- Pretty, J. N. 1995. *Regenerating agriculture*. Earthscan, Londres.
- e I. Scoones. 1991. Summary of workshop presentations and discussions Local level adaptive planning: Looking to the future, *RRA Notes* 11: 5-21, IIED, Londres. PLA Notes CD-ROM 1988-2001.
- , I. Guijt, J. Thompson e I. Scoones. 1995. *Participatory Learning & Action. A Trainers Guide*. IIED, Londres.
- Priego Santander, A., H. Morales Iglesias y C. Enríquez Guadarrama. 2006. *Paisajes físico-geográficos de la cuenca Lerma-Chapala*. Consultado en julio de 2006. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/433/santander.html>.
- Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Xalapa Banderilla Coatepec Emiliano Zapata Tlalnelahuayocan. 2003. México.

- Pulgar Vidal, M. 2005. Gobernanza ambiental descentralizada. Grupo Chorlavi. Consultado el 24 de febrero en <http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11304196171GAD-espanol.pdf>.
- Putnam, R. D., R. Leonardi y R. Y. Nanetti. 1993. *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*. Princeton University Press, EUA.
- Putz, F., P. Zuidema, M. Pinard, R. Boot, J. Sayer, D. Sheil, P. Sist, J. Vanclay. 2008. Improved tropical forest Management for carbon retention. *PLoS Biology*, doi:10.1371/Journal.pbio.0060166 .
- PVCC. 2008. Programa Veracruzano ante el Cambio Climático. Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, INE, Embajada Británica en México, CCA-UNAM, INECOL. 169 pp.
- Ranganathan, J., C. Raudsepp-Hearne, N. Lucas, F. Irwin, M. Zurek, K. Bennett, N. Ash, P. West. 2008. *Ecosystem Services. A guide for decision makers*. Washinton: World Resources Institute, 96 pp. Consultado el 10 de enero 2011. Disponible en: [www.lead.colmex.mx/taller.../05%20SANTIN%20LETICIA.ppt](http://www.lead.colmex.mx/taller.../05%20SANTIN%20LETICIA.ppt).
- REDLACH. 2010. Gestión Integrada de las Cuencas Hidrográficas como aporte a la Mitigación de los Cambios Climáticos. Consultado el 17 de julio 2010. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/tecnica/redlach/boletines/cuencgestion.pdf>.
- Reyes, B. y D. Jara. 2004. *Gobernanza ambiental. Mensajes desde la periferia*. Instituto de Ecología Política Chile. Consultado el 12 de septiembre del 2010. Disponible en: <http://www.grupochorlavi.org/gobernanzaambiental/Completo/IEP.pdf>.
- Riestra, F. y G. Benavides, 2004. Caudales Ecológicos: Perspectivas desde la Dirección General de Aguas. Consultado el 5 de mayo del 2008. Disponible en: [http://www.aic.cl/pdf/Gonzalo\\_Benavides\\_DGA.pdf](http://www.aic.cl/pdf/Gonzalo_Benavides_DGA.pdf).
- Rodríguez Villasante, T. 1998. La\_socio-praxis: un acoplamiento de metodologías participativas. Recuperado el 4 de agosto de 2010, en [http://www.wikisociales.cl/index.php?title=Villasante%2C\\_Tom%C3%A1s](http://www.wikisociales.cl/index.php?title=Villasante%2C_Tom%C3%A1s).
- Roling, N. G. 1994. Creating platforms to manage natural resources. First results of research program in Systems-oriented research in agriculture and rural development, International Symposium held in Montpellier 21-25, November 1994. CIRAD-SAR, Montpellier, Francia. Pp. 391-395.
- Romero, González, J. y J. Farinós Dasí. 2004. Los territorios rurales en el cambio de siglo. En: J. Romero (coord.). *Geografía humana*. Ariel, Barcelona.
- Sainz, S. M. y M. Becerra. 2003. Los conflictos por agua en México: avances de investigación. INE, México.
- Samani, Z. 2000. "Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 126(4): 265-267.

- Sánchez San Román, F. J. 2001. Medidas puntuales de permeabilidad. Dpto. Geología Univ. Salamanca. Consultado el 1º abril 2007. Disponible en: <http://web.usal.es/~javisan/hidro>.
- Sancho T. y S. Parrado. 2004. Los organismos de cuenca de España y los Consejos de Cuenca mexicanos: Análisis comparativo y reflexiones. *Revista de Obras Públicas*, N° 3444, pp.17-34.
- Santin del Río, L. 2007. La intermunicipalidad. Gestión pública eficaz y operativa entre Municipios Asociados en México. PPT. Taller Zonas metropolitanas y gobiernos locales en sistemas federales. COLMEX, INAFED, México D. F., 6 y 7 de marzo del 2007.
- Scanlon, J. y F. Burhenne-Guilmin. 2004. Executive Summary. En: J. Scanlon, F. Burhenne-Guilmin (eds.). *International environmental governance. An international regime for protected areas*. IUCN Environmental policy and law paper, 49. Gland, Suiza.
- Scoones, I. 1998. *Sustainable Rural Livelihoods: a framework for analysis*. IDS Working Paper, No. 72, IDS, Brighton.
- Schrijvers, J. 1995. Participation and Power: a transformative feminist research perspective. En: N. Nelson y S. Wright. *Power and Participatory development*. TDG Publishing, Gran Bretaña.
- Seco, H. R. 2000. *Geomorfología General*. Universidad de la Habana, Facultad de Geografía, La Habana, Cuba. (Inédito).
- SEMARNAT 2009. Inscripción en el registro forestal nacional de programas de manejo.
- . 2003. Versión estenográfica de la reunión pública de información de proyecto denominado Construcción del Libramiento de Xalapa trazo Norte-Rafael Lucio Dos Ríos y Trazo Sur Acajete-El Lencero estado de Veracruz, México.
- SENDAS A. C. 2008a. Taller de capacitación para la gestión y reactivación del programa de manejo Forestal En El Ejido San Pedro Buena Vista del Municipio de Acajete, Estado de Veracruz. Informe a PROCYMAF-CONAFOR. Inédito.
- . 2008b. Diagnóstico participativo para un programa de desarrollo microregional en el ejido San Pedro Buenavista, municipio de Acajete, Veracruz. Informe a PROCODES-CONANP. Inédito.
- SENDAS. 2009. Proyecto Uso eficiente de energía e inversión para estufas ahorradoras de leña en El Zapotal, Acajete, Ver. Informe a SEMARNAT. Inédito.
- Sexton, D. 2002. *La gestión social de los recursos naturales y territorios*. Ruralter y Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola (CICDA), Quito, Ecuador.
- Skerit, D. 1993. La tentación de la ganadería. En: N. Barrera y H. Rodríguez (coords.). *Desarrollo y medio ambiente en Veracruz. Impactos económicos, ecológicos y culturales de la ganadería en Veracruz*. F. Friedrich Ebert, CIESAS-Golfo, INECOL, Xalapa, Ver. Pp. 109-116.

- Smiet, F. 1987. Tropical Watershed Under Attack. *Ambio* 16(2-3): 156-158.
- Solis-Montero, L., A. Flores-Palacios y A. Cruz-Angón. 2005. Shade-Coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in Central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19(3): 908-976.
- Stadtmuller, T. 1987. *Los bosques nublados en el trópico húmedo*. UNU, CATIE, Turrialba. 85 pp.
- Summerfield, M. A. 1991. *Global Geomorphology*. Longman Scientific & Tecnical. New York, EUA.
- Tauli-Corpuz, V. s/f. Comunicado de prensa de Tauli Corpus por el día de los Derechos Humanos y Tauli Corpus. Consultado el 1º de marzo 2011. Disponible en: [http://www.indigenousclimate.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=55&Itemid=59&lang=en](http://www.indigenousclimate.org/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=59&lang=en).
- Thornthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38(1), 55-94.
- Tiebout, C. M. 1956. A Pure Theory of Local Expenditures. *The Journal of Political Economy* 64(5): 416-424. Disponible en: <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-3808-%28195610%2964%3A5%3C416%3AAPTOLE%3E2.O.CO%3B2-P>.
- Toledo, T. 2009. El bosque de niebla. *Biodiversitas* 83: 2-6.
- Tommasoli, M. 2003. *El desarrollo participativo. Análisis sociales y lógicas de planificación*. IEPALA, Madrid.
- Torregrosa, M. L., L. Paré, K. Kloster y J. Vera. 2010. La gestión del Agua en México. En: B. Jiménez, L. Aboites, y M. L. Torregrosa. *El agua en México*. Academia de Ciencias, México.
- Torres, P. 2002. *Votos, chapas y fideos: clientelismo político y ayuda social*. Campana, Buenos Aires.
- UICN, 1996. *Ecoturismo, ingresos locales y conservación: el caso de Cuyabeno, Ecuador*. S. Wunder (coord.). Ediciones Abya Yala, UICN, Quito.
- UNAM-SENDAS. 2008. Gestión comunitaria y ciudadana y redes de aprendizaje en la zona de recarga que abastece de agua a la ciudad de Xalapa, en las microcuencas de los ríos Pixquiác y Xocoyolapan 2º informe técnico fondo mixto gobierno del estado de Veracruz, CONACYT (Proyecto 0000000037696).
- Uphoff, N. 1985. *Local institutional development: an analytical sourcebook with cases*. Rural Development Committee, Cornell University, Connecticut Public Administration and Development. Kumarian Press, West Hartford, 9: 239-240. 421 pp.
- Vázquez Torres, S. M, C. I. Carvajal Hernández y A. M. Aquino Zapata. 2008. Áreas Naturales Protegidas. CONANP. Consultado el 5 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/9656/1/10ANPSVERDEOSC.pdf>.

- Velásquez, A., J. F. Mas, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorgasaucedo, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* 62: 21-37.
- Villasante, T. 2006. La socio-praxis: un acoplamiento de metodologías implicativas. En M. Canales Cerón (coord). *Metodología de investigación social*. LOM, Santiago de Chile. Pp. 379-408.
- Villegas, T. N. 2007. Diagnóstico de la producción trutícola en la cuenca del río Pixquiác, en la región del municipio de San Andrés Tlalnahuayocan, Ver. SENDAS A. C. Documento inédito.
- Vygotsky, L. 1995. *Obras completas*, Siglo XXI Editores, Madrid.
- Weber, M. 1977 (orig. 1927). *Economía y Sociedad. Esbozo de Sociología Comprehensiva*. FCE., México.
- Williams Linera, G. 2007. *El bosque de niebla del centro de Veracruz. Ecología. Historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. INECOL A.C., CONABIO. México. 203 pp.
- Williams Linera, G. 2002. Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 11: 1825-1843.
- Wittfogel, K. A. 1957. *Oriental Despotism*. Yale University Press, New Haven: Hay traducción al español de Francisco Presedo. 1966. *Despotismo oriental: estudio comparativo del poder totalitario*. Guadarrama, Madrid.
- WRI, 2003. Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. World Resources Institute, Wash. D.C. 31 pp.
- WWF/IUCN. 2000. Bosques nublados tropicales montanos: tiempo para la acción. WWF International, The World Conservation Union, Arborvitae. 28 pp.
- Yañez, N. y S. Poats. 2007. *Derechos de agua y gestión ciudadana. Agua sustentable*. IDRC, Canadá.
- Zamora Crescencio P, Castillo-Campos G. 1997. *Vegetación y flora del municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz*. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. México. 88 pp.
- Zentella, Gómez, J. C. 2005. Relaciones intermunicipales y gobernabilidad urbana en zonas metropolitanas en México. El caso de la Zona Metropolitana de Xalapa. *Estudios Demográficos y Urbanos* 20(2):229-267.
- Zola, M. 1987. *La vegetación de Xalapa, Veracruz*. INIREB, Xalapa, Ver. 155 pp.



# Anexos

---

## Anexo 1. Evolución de la política hídrica de 1926 a 2001 en México

Etapa	Instituciones	Paradigma predominantes	Características	Algunos programas emblemáticos
1926-1976	Comisión Nacional de Irrigación y Secretaría de Recursos Hidráulicos	Gestión de la oferta	Enfoque hacia la gran infraestructura hidráulica para promover la agricultura de riego. Control de inundaciones.	Planes hidráulicos regionales. Algunos programas emblemáticos: Comisión del río Balsas, Papaloapan, Temascaltepec, etc.
1976-1981 Fase transición	Comisión para el Plan Nacional Hidráulico	Enfoque interdisciplinario Se empieza a tomar en cuenta problemáticas sociales. Comunicación rural.	Plan Nacional Hidráulico Creación de oficinas regionales, descentralización.	Plan Chontalpa II Proderith Consejos de cuenca (poca representatividad).

## Anexo 1. Continúa

Etapa	Instituciones	Paradigma predominantes	Características	Algunos programas emblemáticos
1981-1994	Comisión Nacional del Agua (SARH)	Gestión de la demanda Gestión integrada por cuenca. Regulaciones a la LAN (1984).	Gestión descentralizada.	
1995-2000	Comisión Nacional del Agua (SEMARNAT)	Participación social	Constitución de espacios mixtos, como los Consejos de Cuenca y órganos auxiliares (Comisiones y Comités de Cuenca, así como los Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas. COTAS 1997 Modificaciones a la reglamentación de la LAN (1997 y 2004). Comisiones estatales del agua. Institutos del agua.	
2001-2006	Programa hidráulico de largo plazo 2001-2025 <i>Programa Nacional Hídrico 2001-2006</i>	Abasto basado en la demanda Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)	Objetivo3: impulsar un manejo integral y sustentable por cuencas y acuíferos Estrategias: Manejo integral de recursos naturales.	

## Anexo 2. Ruta metodológica del proceso de investigación-acción para la cogestión de la cuenca del río Pixquiac

Tipo de datos	Componentes de investigación-acción	Uso de los datos
Características bio-físicas		
Límites de la cuenca	Establecer los límites del área de planeación y cogestión. Identificar los municipios dentro de ella y su área de influencia. Identificar las comunidades y ejidos, y los dueños y usuarios de los recursos naturales.	Delimitar la cuenca y subcuencas a partir de curvas de nivel. Conocer la forma de la cuenca y definir las primeras hipótesis sobre el movimiento del agua. Identificar las principales características sociales, históricas, económicas y políticas de los habitantes de la cuenca. Reconocer los actores sociales en el territorio.
Topografía / Morfografía	Calcular la disección horizontal y vertical.	Junto con el análisis hidrológico para delimitar zonas funcionales dentro de la cuenca (captación, transporte, emisión). Definir cambios de altitud (útil para modelación de precipitación, pisos altitudinales y su relación con los tipos de vegetación). Integrar componentes útiles para el balance hídrico y paisajes geoecológicos. Delimitar zonas de fragilidad geohidrológicas, junto con otros componentes.
Geomorfología / edafología	Integrar y analizar la información existente: topografías, tipos de suelos, rocas y pendientes.	Componentes útiles para delimitar paisajes geoecológicos.
Suelos	Integrar y analizar la información existente (cartografía y textos).	Estimar cualitativamente el grado de infiltración y riesgo de erosión. Identificar susceptibilidad (drenaje, erosionabilidad).
Variables climáticas	Integrar información existente en cartas y estaciones climáticas: Tipos de climas, variables de precipitación y temperatura, eventos extremos.	Identificar temporalidad, tendencias y erosividad. Posibilita la construcción de modelos de balance hídrico.

## Anexo 2. Continúa

Tipo de datos	Componentes de investigación-acción	Uso de los datos
Hidrología	Identificar patrones hidrológicos en la cuenca, cuerpos de agua y sus interrelaciones. Relacionar la información hídrica con variables climáticas y otros componentes del medio físico.	Elaborar el balance de agua a nivel de cuenca y subcuencas.
Vegetación natural	Identificar la distribución de tipos de vegetación natural y su análisis retrospectivo, así como los usos del suelo.	Conocer el grado de modificación del paisaje y su dinámica. Identificar áreas con especial importancia para su manejo: manejo de bosque, conservación y alternativas productivas. Línea base para evaluar el impacto de los programas de servicios ambientales.
Paisajes geoecológicos	Integrar paisajes relacionados con condiciones biofísicas (geomorfología, grado de humedecimiento, suelos y vegetación).	Conocer el grado de fragilidad geohidrológica e identificar las zonas de atención prioritaria para programas de compensación por servicios ambientales hídricos.

## Anexo 3. Descripción de la vegetación y usos de suelo, por pisos altitudinales en la cuenca del río pixquiac (Elaborada por: Dr. Miguel Ángel Muñiz Castro)

### Presentación

La subcuenca del Río Pixquiac abarca varias zonas altitudinales en la estribación oriental del Volcán Cofre de Perote, lo que se refleja en una diversidad de tipos de vegetación: desde la zona baja tropical de lomeríos ubicada en los 1040 m s.n.m., donde se encuentra un ecotono entre el bosque tropical caducifolio y el bosque mesófilo de montaña, hasta la zona alta fría de bosques de pino (*P. hartwegii*) y páramo alpino a los 3760 m s.n.m., entre estos dos extremos se encuentra una amplia zona templada intermedia cuya vegetación original es el bosque mesófilo de montaña, el bosque de encino-pino y el bosque de coníferas, la mayor parte de ellos muy perturbados.

A continuación se describen por separado los tipos de vegetación actual y usos de suelo presente en la cuenca, de acuerdo a la zonificación geo-eco-hidrológica determinada por el estudio físico de la misma.

### I) Parte baja de la cuenca (1040 a 1400-1580 m.s.n.m.)

#### *Tipos de vegetación*

**1. Ecotono de bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña (1040-1200 m s.n.m.).** En la pequeña zona de la cuenca con altitudes inferiores a los 1200 m s.n.m. se encuentran algunos pequeños fragmentos de bosque producto de la mezcla de especies de bosque tropical caducifolio y de bosque mesófilo de montaña. Estos relictos de vegetación nativa se ubican casi exclusivamente en las laderas aledañas al bosque de galería del río Pixquiac, en los pocos lugares que se ha escapado del cultivo del café, la caña de azúcar y la ganadería, como lo son pequeños escarpes. Los elementos de bosque tropical dominantes de estos relictos pueden ser *Ficus* spp. (higueras o amates), *Enterolobium cyclocarpum*, *Cajoba arborea*, *Gliricidia sepium*, *Acacia pennatula*, *Trema micrantha* (ixpepe), *Alchornea latifolia*, *Leucaena diversifolia*, *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Croton draco* (sangregado), *Erythrina americana* (equimite), entre muchos otros. Los elemen-

tos de la parte baja del bosque mesófilo de montaña que se pueden encontrar en este ecotono son *Quercus germana*, *Q. xalapensis*, *Q. spp.* (otros encinos), *liquidámbar styraciflua*, *Persea spp.* (aguacates), *Cinnamomum effusum*, *Ocotea psychotrioides*, *Heliocarpus spp.* (jonote), *Clethra spp.* (marangola), *Oreopanax xalapensis*, *Dendropanax arboreus*, *Hedyosmum mexicanum*, *Turpinia insignis*, y *Myrsine coriacea*, entre muchos otros. Este ecotono, por su carácter tropical y semihúmedo, presenta una gran cantidad de especies arbustivas, lianas, helechos, hemiepífitas, y epífitas tales como bromelias (tenchos), orquídeas y aráceas.

**2. Bosque mesófilo de montaña (parte baja: 1200-1580 m s.n.m.).** El Bosque Mesófilo de Montaña (*sensu* Rzedowski, 1978) es un ecosistema complejo compuesto por una mezcla de especies de origen templado y tropical. Es un bosque con gran diversidad de especies de árboles, arbustos, hierbas, helechos, palmas, lianas, plantas epífitas, hongos y especies de fauna. Sus árboles más grandes presentan alturas máximas de entre 30 y 45 m. En la cuenca este bosque se extiende desde los 1200 hasta los 2400 m s.n.m. aproximadamente. En su parte baja cubre una zona de lomeríos, pequeñas mesetas y laderas de pendiente suave a fuerte y su composición de especies difiere de su parte alta en una gran cantidad de especies. Las especies predominantes de la parte baja del bosque mesófilo tienen afinidad mayor al clima tropical y como ejemplo tenemos a especies lauráceas como *Cinnamomum effusum* y *Ocotea psychotrioides*, especies de rubiáceas tales como *Palicourea padifolia* y *Psychotria sp.*, fagáceas tales como los robles *Quercus germana*, *Q. leiophylla*, y los encinos rojos *Q. cortesii*, *Q. pinnativenulosa*, leguminosas tales como *Pithecellobium arboreum*, *Acacia pennatula*, *Leucaena diversifolia* y *Zapoteca portoricencis*, y otras especies de árboles de diversas familias tales como el *Meliosma alba* (palo blanco), *Trophis racemosa*, *Gymnanthes longipes*, *Eugenia xalapensis*, *Zanthoxylum melanostictum*, *Symplocos spp.*, *Saurauia spp.*, *Rhamnus capraefolia*, *Parathesis oblongifolia*, entre otros.

Esta parte baja del bosque mesófilo, por su clima más tropical alberga una gran cantidad de especies trepadoras (lianas o bejucos), las cuales por problemas de conductividad de fluidos en sus haces vasculares no pueden soportar las bajas temperaturas de las zonas altas. La mayoría de las especies de lianas son intolerantes a la sombra, por lo que generalmente se les encuentra en mayor abundancia en los frecuentes claros que se abren en el dosel por causas naturales y antropogénicas, así como en las riberas de los ríos y en taludes rocosos escarpados donde los árboles grandes no pueden afianzarse. También esta parte baja por su clima subtropical húmedo es muy rica en especies de helechos, epífitas y hongos.

**3. Vegetación secundaria del bosque mesófilo de montaña (parte baja: 1200- 1580 m s.n.m.).** Originalmente el bosque maduro con dosel continuo y alto (siglo XIX, primera mitad del XX), presentaba una sombra densa que originaba que el estrato inferior del bosque (sotobosque) fuera más escaso y con menor cantidad de especies. En la actualidad, los fragmentos de bosque con grados de perturbación de moderado a alto, tienen un sotobosque más desarrollado con diversas especies herbáceas y arbustivas, muchas de ellas típicas de estadios sucesionales secundarios. En las zonas donde se ha deforestado, ya sea por causas naturales o por acción del hombre, y que posteriormente se abandonan, se desarrolla lo que se denomina vegetación secundaria o “acahuales”, por su nombre náhuatl.

El proceso de colonización-recuperación del bosque mesófilo, después de una perturbación, pasa por diversas etapas caracterizadas por diferentes asociaciones de especies. En los primeros 5 años después de la perturbación, la vegetación secundaria esta dominada por hierbas, arbustos y lianas, sobre todo en las zonas alejadas de los fragmentos de bosque. En las zonas cercanas al borde del bosque desde un principio se desarrollan especies de árboles (Muñiz-Castro et al. 2006), se les conoce como latizales o acahuales jóvenes. Posteriormente de los 5 a los 30 años aproximadamente, los acahuales se conforman de una gran diversidad de especies pioneras arbóreas, arbustos y lianas, esta fase puede considerarse de bosque joven pues esta dominada por árboles. Después de los 30 años la vegetación secundaria empieza a colonizarse por árboles de especies intermedias y tardías de la sucesión. Sin embargo, algunas especies características de las fases más tardías no dominarán el dosel hasta fases más avanzadas debido a su lento crecimiento y a que requieren ciertas condiciones edáficas y micro climáticas específicas de los bosques maduros.

En la parte baja de la cuenca las especies más abundantes de árboles pioneros de corta vida (15 a 30 años) son *Lippia myriocephala* (palo gusano), *Acacia pennatula* (huizache), *Heliocarpus donnell-smithii* (jonote), *Leucaena diversifolia* (guaje), *Trema micrantha* (ixpepe) y *Myrsine coriacea* (cerillo). Especies pioneras de larga vida han sido consideradas como especies intermedias de la sucesión, y como ejemplos en la cuenca baja abundan *Clethra* spp. (marangola), *Liquidambar styraciflua* y *Carpinus caroliniana* (pipinque blanco). Los acahuales jóvenes están compuestos de una gran cantidad de herbáceas, arbustos y lianas muchos de ellos espinosos. Hay algunas hierbas que en ocasiones dificultan la regeneración del bosque son el pasto exótico africano *Cynodon plectostachyus* y el helecho *Pteridium aquilinum*. Entre los arbustos más comunes están las zarzas *Mimosa*

*albida*, y *Rubus* spp., y solanáceas (*Solanum* spp.), melastomatáceas (*Miconia* spp.), rubiáceas (*Palicourea padifolia*, *Psychotria* spp.), verbenáceas (*Lantana camara*, *L. hyrta*) y asteráceas (*Roldana sartorii*, *Verbesina turbacensis*, *Vernonia patens*, *Ageratina ligustrina*). Las trepadoras abundantes de la parte baja de la cuenca en etapas sucesionales tempranas son las zarzas *Smilax* spp. y *Rubus* spp., la uva silvestre (*Vitis* spp.), *Anphylophium paniculatum*, *Cardiospermum grandiflorum*, *Cisampelus pareira*, *Dioscorea* spp., *Gelsenium semprevirens*, *Ipomea* spp. *Gonolobus* spp., *Mikania cordifolia*, *Valeriana scandens*, y *Passiflora* spp.

**4. Vegetación riparia o de galería (1040-1580 m s.n.m.).** Agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Vegetación dominada por algunas especies de árboles tales como *Platanus mexicana* (hayas), *Salix humboldtiana* (sauce), y *Croton draco*, pero que también se mezclan mucho con las diversas especies propias del bosque mesófilo como *Liquidambar styraciflua* y *Eugenia capuli*. En riberas de ríos y arroyos abundan arbustos del género *Piper* sp. y herbáceas de la familia Zingiberaceae y Poaceae, y especies trepadoras diversas. Mucha de esta vegetación se ha perdido por el avance de la frontera agropecuaria que no respeta ni los márgenes de los ríos convirtiéndolos muchas veces en pastizales y bebederos para ganado.

## Usos de suelo

**5. Cafetales de sombra con dosel de ecotono de bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña (1040-1400 m s.n.m.).** Cultivos de café (*Coffea arabica*) con doseles compuestos por especies tropicales tales como *Inga* spp. (jinicuil, chalahuite y otras), *Heliocarpus* spp. (jonote), *Croton draco* (sangregado), *Trema micrantha* (ixpepe), *Alchornea latifolia*, guayabo, *Persea* spp. (aguacates), *Ficus* spp. (higueras o amates), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Erythrina americana* (equimite), con algunas especies de origen templado propias del bosque mesófilo de montaña, como son *Quercus* spp. (encinos), *liquidambar styraciflua*, *Carpinus caroliniana* y *Ostrya virginiana* (pipinques) y un buen número de especies de origen exótico, como son *Grevillea robusta*, *Jacaranda mimosifolia* y varios frutales como cítricos, plátano, *Syzygium jambos* (pomarosa) y *Eriobotrya japonica* (níspero). Este es un agro-ecosistema que se presenta en diferentes clases de manejo, desde las más adecuadas para la conservación de la biodiversidad (los cafetales rústicos y tradicionales con dosel arbóreo de alta biodiversidad) hasta la más intensiva (cafetales de sol sin cobertura arbórea) (López-Gómez et al. 2008).

Afortunadamente en esta parte baja de la cuenca, así como en la mayor parte de la región central de Veracruz, el tipo de cafetal que domina es el de sombra tradicional y el rústico.

**6. Cañaverales (1040-1500 m s.n.m.).** Son monocultivos de caña de azúcar que se establecen generalmente en zonas tropicales planas o con pendientes suaves. En los últimos años los cultivos de caña de azúcar han incrementado su extensión en las parte baja de la cuenca del Pixquiac, así como en gran parte de la gran cuenca del río Antigua (Muñoz-Villers and López-Blanco 2008); es de esperarse que con el impulso futuro al mercado de los agro-combustibles, estos cultivos aumentarán su extensión en las próximas décadas. Se ubican en zonas anteriormente cubiertas por bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña o cultivos anuales de temporal como las milpas.

**7. Cultivos de maíz (milpas) (1040-1580 m s.n.m.).** Son agro-ecosistemas con un importante componente de biodiversidad en los casos en que se realiza de manera tradicional, ya que se cultivan diversas especies simultáneamente (maíz, frijol, calabaza, chile) o alternadas con flor de cempasúchil o papa, y debido a la fertilidad de los suelos de origen volcánico y a la humedad por lluvias y lloviznas durante casi todo el año en ocasiones alcanzan hasta dos cosechas de maíz por año. Las milpas son cada vez más raras en esta zona debido a prácticas agrícolas inadecuadas, al aumento en el uso y en el precio de los insumos agroquímicos, y a la entrada en el mercado de granos y harinas subsidiados. En esta zona todavía existen milpas en las que se cultivan variedades criollas adaptadas a la región y con prácticas agrícolas tradicionales con labranza mínima o "labranza cero" que mantienen la funcionalidad del suelo en buen estado.

**8. Otros cultivos.** En esta parte baja se cultivan zarzamora (*Rubus sp.*), chayote y otras hortalizas.

**9. Huertos de macadamia (*Macadamia integrifolia*).** Es un monocultivo permanente de árboles de la nuez de macadamia, especie exótica introducida en las últimas décadas en la región.

**10. Plantaciones de especies maderables.** En la parte baja de la cuenca son pocas las plantaciones de especies maderables, entre las especies más comunes que se han usado están el Pino (*Pinus patula*), el ciprés (*Cupressus sp.*) y el cedro rojo (cedrela odorata). En los últimos años se han iniciado reforestaciones con especies nativas de bosque mesófilo a pequeña escala, debido a la escasa producción de planta nativa en los viveros que se dedican a ello. Las principales especies de mesófilo utilizadas en esta zona son: *Liquidambar styraciflua*, *Juglans sp.* (nogal),

encinos (*Q. xalapensis*, *Q. germana*), *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana* y *Fagus grandifolia* (pipinques), *Ulmus mexicana* (olmo), *Podocarpus guatemalensis*, y *Magnolia dealbata*.

**11. Pastizal inducido.** Potrereros inducidos por la deforestación e introducción de ganado bovino lechero principalmente, con una mezcla de gramas nativas de la región de estatura baja (savana): *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *P. notatum*, *P. variable* y *Panicum laxiflorum*, entre otros. Esta comunidad está asociada generalmente con árboles aislados y cercas vivas con diversas especies arbóreas.

**12. Pastizal cultivado.** Parcelas con zacates exóticos de alta estatura que se usan para corte o pastoreo del ganado bovino lechero: *Cynodon plectostachyus* (pasto estrella africana) y *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo) son los más comunes.

## II) Parte media de la cuenca (1400-1580 a 2900 m s.n.m.)

### *Tipos de vegetación*

**1. Bosque Mesófilo de Montaña (parte alta: 1580-2400 m s.n.m.).** En su límite alto, este bosque cubre una zona de cañadas con laderas de pendientes fuertes a muy fuertes, ya que su vegetación ha sido eliminada casi totalmente de las zonas de pendientes suaves a moderadas. Existe un gran reemplazo de especies a medida que cambia la altitud en esta cuenca, como generalmente ocurre con todos los bosques mesófilos de montaña. Sin embargo hay algunas especies con rango altitudinal más amplio presentes, tanto en la parte baja (1200-1580 m s.n.m.), como en la alta de la cuenca (1580-2400 m s.n.m.). Especies que se encuentran tanto en la parte baja como en la alta son *Carpinus caroliniana* y *Ostrya virginiana* (pipinques), *Clethra mexicana* (marangola), *Liquidámbar styraciflua* (1000-2100 m s.n.m.), *Quercus xalapensis*, *Oreopanax xalapensis*, *Dendropanax arborescens*, *Hedyosmum mexicanum*, *Turpinia insignis*, *Myrsine coriacea*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Magnolia schiedeana* y *Alchornea latifolia*, *Miconia glaberrima*, *Rubus* spp. (zarzamora).

En la cuenca media del Pixquiatic, este bosque se encuentra en su límite mayor de altitud, donde presenta una asociación de especies con mayor afinidad al clima templado. Por lo mismo, es un bosque con menor diversidad de especies tropicales, como lo son muchas especies de lianas, helechos, epífitas y arbustos; si bien man-

tiene una diversidad alta, sobre todo en herbáceas, musgos, hongos y líquenes. La diversidad de especies de árboles de origen templado es muy amplia y se comparte con la flora norteamericana de bosque caducifolio y la flora del bosque nuboso de los Andes, junto con algunos elementos de origen tropical. Como ejemplos típicos de esta flora arbórea diversa tenemos las especies *Fagus grandifolia* (guichín, acaillite, haya, pipinque vino), *Liquidambar styraciflua*, *Carpinus caroliniana* (pipinque blanco) y *Ostrya virginiana* (pipinque rojo), *Quercus corrugata* (Roble), *Quercus laurina*, *Q. xalapensis* (encinos duela), *Podocarpus* sp. (Lengua de pájaro), *Ternstroemia sylvatica* (trompillo), *Ocotea disjuncta* (vara negra), *Sideroxylum* sp. (zapote), *Vaccinium leucanthum*, *Prunus samydoidea*, *Prunus serotina*, *Cleyera theaeoides*, *Drymis granadensis*, *Clethra mexicana*, *Saurauia* sp., *Persea americana*, *Magnolia schiedeana*, *Weimmania* sp., *Zanthoxylum melanostictum*, *Viburnum microcarpum*, *Perrottetia ovata*, *Symplocos limoncillo*, *Saurauia leucocarpa*.

Existe una franja especial de bosque mesófilo ubicada entre los 1600 y los 1900 m s.n.m. dominada por una especie endémica de México y Centroamérica, el "palo zopilote" (*Oreomunnea mexicana*), especie Juglandácea que comparte su dominancia con especies de encinos (*Quercus* spp.), rutáceas (*Zanthoxylum* spp.) y *Magnolia schiedeana*. El sotobosque en la parte alta es menos diverso que en la baja y podemos encontrar especies de arbustos tales como *Miconia glaberrima*, *Psychotria* sp., *Solanum nigricans* y *Gaultheria acuminata*.

**2. Vegetación secundaria del bosque mesófilo de montaña (parte alta: 1580-2400 m s.n.m.).** La vegetación secundaria de la parte alta del bosque mesófilo es menos diversa que en la baja. Las principales especies arbóreas pioneras que la componen son *Alnus acuminata* (ilite), *Alchornea latifolia*, *Crataegus mexicana* (tejocote), *Sambucus mexicana* (saúco), *Clethra* sp. (marangola), *Buddleia* sp. (zonpante). Las especies secundarias arbustivas más comunes de esta parte alta son las Melastomatáceas o "teshuates" (*Miconia* spp., *Conostegia* sp.), zarzas (*Rubus* spp.), *Bacharis conferta* (escobillo), y diversas Solanáceas y Asteráceas. El helecho cosmopolita *Pteridium aquilinum* (pesma) domina en acahuals jóvenes muy comunes llamados "pasmatales".

**3. Bosque de encino-pino (2400-2900 m s.n.m.).** Esta es una zona de ecotono que ha estado dominada por bosques de encinos con algunos elementos de bosque de coníferas. A mediados del siglo XIX se inició una transformación extensiva por eventos de aprovechamiento maderable, colonización, reparto de tierras y apertura de caminos en esta zona anteriormente inaccesible. Se cortaron todo tipo de árboles maduros de gran tamaño (de hasta 2.4 m de diámetro de tronco y

40 m de altura) para la comercialización de madera, leña y carbón y para dar paso a la agricultura y ganadería. La mayoría de estos grandes árboles eran encinos, robles y otras especies de bosques maduros (*Quercus spp.*, *Taxus sp.*). Una vez deforestados estos bosques de encino, fueron colonizados por coníferas (principalmente pinos) provenientes de las partes más altas circunvecinas. Durante el siglo XX este proceso de transformación se amplió, pero algunas áreas, las más inaccesibles han tenido oportunidad de recuperarse. Actualmente la zona alta de la cuenca esta cubierta por un mosaico heterogéneo con fragmentos de bosque perturbado, de diferentes estados sucesionales dominados por diferentes asociaciones de especies. Se trata de bosques que por lo común van de 10 a 30 metros de altura., algunos fragmentos (los más protegidos de la tala) están dominados por especies de encinos (*Q. peduncularis*, *Q. crassifolia* o "ixcalahuete") y otros, los que más transformados se encuentran dominados por diferentes especies de pinos (*Pinus pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. montezumae*, *P. patula*). Los fragmentos más jóvenes (secundarios) están dominados por pinos y encinos juveniles, además de ilites (*Alnus acuminata*, *A. jorullensis*), madroño (*Arbutus xalapensis*), capulín cimarrón (*Prunus sp.*) y sompante (*Buddleia sp.*) y arbustos de la familia Melastomatácea (*Miconia sp.*) y Asterácea (*Bacharis conferta*). En algunos lugares con condiciones climáticas muy húmedas hay pequeños fragmentos de bosque de ciprés nativo (*Cupressus benthamii*), pero sufren de una fuerte extracción de madera. En las partes más inaccesibles de las barrancas que dominan esta zona, entre los 2400 y los 2,700 m s.n.m. aproximadamente, quedan muy pocos individuos de *Taxus globosa* (romerillo), especie prácticamente extinta localmente, catalogada en peligro de extinción en la NOM ECOL 059. Este bosque presenta una diversidad importante de helechos, epifitas, arbustos, herbáceas, musgos, hongos y líquenes, y alberga también un gran número de aves que están siendo extraídas para su comercialización.

### **Usos del suelo**

**4. Pastizal inducido.** Potreros inducidos por la deforestación e introducción de ganado, con una mezcla de gramas nativas de la región de estatura baja (savana): *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *P. notatum*, *P. variable* y *Panicum laxiflorum*, entre otros. También esta comunidad está asociada generalmente con árboles aislados y cercas vivas con diversas especies arbóreas. En esta parte de la cuenca la ganadería lechera se ha ido convirtiendo en la principal actividad eco-

nómica para la mayor parte de las familias, por lo que tal uso de suelo es el más extendido en las zonas de mesetas y laderas suaves y moderadas, pero también incluso invadiendo zonas de pendiente fuerte. La ganadería bovina y ovinos y caprina se maneja en forma extensiva y es muy común que genere graves problemas de ramoneo a la vegetación arbórea al pastorearse en zonas de uso forestal, sin un adecuado control y sin respeto entre ejidatarios, ocasionando problemas de confrontación entre ganaderos y usuarios del bosque, que incluso en ocasiones se dan entre los mismos familiares.

**5. Pastizal cultivado.** Dominan las parcelas con zacates exóticos que se usan para corte o pastoreo del ganado. Los más comunes en la parte media de la cuenca son *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo), el *Lolium perenne* (Rye grass) y el *Dactylis glomerata* (pasto Orchard).

**6. Cultivos agrícolas anuales.** En esta zona los cultivos de maíz (primavera-verano) muchas veces se alternan con los de papa (otoño-invierno) en las mismas parcelas. En el siglo pasado el cultivo que dominaba esta zona era el de maíz, pero en la actualidad cada vez es mayor el cultivo de papa en la región y menor el cultivo de maíz. Las extensiones dedicadas a estos cultivos suelen ser menores a una o media hectárea por la poca disponibilidad de laderas y mesetas de pendientes suaves a moderadas y el minifundismo que prevalece. Casi no hay cultivos de otro tipo en esta parte de la cuenca, excepto el cultivo de flores de alcatraz que se hace en pequeña escala, a una escala de traspatio.

**7. Huertos de arbustos y árboles frutales.** Son muy pequeños, también a escala de traspatio. Las especies más comunes son capulín (*Prunus* sp.), ciruelo, durazno, pera, manzano y zarzamora.

**8. Plantaciones de especies maderables.** Esta parte media de la cuenca, correspondiente al límite superior del bosque mesófilo de montaña, ha sufrido un intenso cambio de la vegetación natural, sobre todo en la franja entre los 1580 y los 2400 m s.n.m., por la promoción de plantaciones para fines de aprovechamiento maderable en las que se han usado solamente especies coníferas de pino (*Pinus patula*) y ciprés (*Cupressus* sp.), anteriormente inexistentes en altitudes inferiores a los 2,400 msnm. Desafortunadamente, gran parte de las plantaciones no se han realizado en áreas deforestadas previamente, sino en áreas de bosque mesófilo perturbado. Incluso se corta el bosque mesófilo para sustituirlo por plantaciones de pino y ciprés, dado que hay una permanente demanda de este tipo de madera en el mercado local y regional, generalmente sin controles legales. Otro factor importante que influye en la pérdida de la biodiversidad local es que estas plantaciones de

coníferas se realizan a una densidad muy alta (de hasta más de 2,500 árboles por hectárea), produciendo un ambiente sombrío en el sotobosque donde no pueden germinar y crecer una gran diversidad de plantas nativas; a esto se suma el manejo previo (tala, incendios y chapeos) y posterior al trasplante (chapeos con machete y herbicida) que también contribuye a eliminar toda la biodiversidad de especies nativas. El pastoreo extensivo de bovinos, ovinos y caprinos afecta al éxito de muchas plantaciones.

Sin embargo, en los últimos años también se han establecido plantaciones con especies de bosque mesófilo con fines principalmente de restauración y en algunos casos para investigación y aprovechamiento futuro, y las especies que más se han usado han sido *Liquidambar styraciflua*, *Juglans* sp. (cedro-nogal), encinos (*Q. xalapensis*, *Q. germana*), *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana* y *Fagus grandifolia* (pipinques), *Ulmus mexicana* (olmo), *Podocarpus guatemalensis*, y *Magnolia dealbata*.

Tanto en esta parte media como en la parte baja de la cuenca a partir del año 2006, el proyecto de Gestión Integral de la Cuenca del Pixquiac, desarrollado por el IIS-UNAM y SENDAS, A.C., ha promovido plantaciones con especies maderables nativas de la región (*Liquidambar styraciflua*, *Quercus xalapensis*, *Q. leiophylla*, *Juglans* sp., *Carpinus caroliniana*, *Fraxinus udhei*) y a menores densidades (1,100 plantas por hectárea). En la población local aún existe una costumbre fuertemente arraigada de plantar solamente pino y ciprés en zonas de bosque mesófilo, en parte debido a una falta de conocimiento de los usos potenciales y ventajas de las especies nativas, y en parte a falta de un mercado actual para tales especies.

### III) Parte alta de la cuenca (2900-3760 m s.n.m.)

#### *Tipos de vegetación*

**1. Bosque de coníferas (2900-4000 m s.n.m.).** Originalmente los bosques de oyamel o abeto (*Abies religiosa*) se distribuían en una gran franja alrededor de la montaña del Cofre de Perote, entre los 2900 y los 3500 m s.n.m., pero el avance de la frontera agropecuaria los ha confinado a pequeños manchones y lugares de barranca. Debido a que el oyamel se desarrolla sobre suelos apropiados para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) se han talado grandes áreas para este cultivo. Por lo general la altura de los árboles de *Abies* es de 15 a 25 metros, pero en ocasiones se han observado árboles viejos de hasta 35 metros de altura en sitios rela-

tivamente protegidos de los vientos y conservados. El estrato arbustivo y arbóreo inferior no están bien definidos; formando parte del mismo se encuentran individuos inmaduros de *Abies religiosa*. Se presentan también algunas especies que no sobrepasan los siete metros de altura, entre las que se encuentran: *Rubus truilobus*, *R. pringlei*, *Salix paradoxa*, *Solanum nigrescens*, *Buddleia parvofolia*, *Ribes ciliatum* y *Ribes microphylla*. El estrato herbáceo está dominado por una gran cantidad de plántulas de *A. religiosa*. Este aspecto es de mucho interés ya que puede indicar un gran potencial de regeneración de la especie y tolerancia a la sombra. Se han encontrado también otras especies en el estrato herbáceo, entre las más comunes están: *Chymaphylla umbellata*, *Monotropa hypopitis*, *Polemonium grandiflorum*, *Castilleja canescens*, *C. tenuiflora*, *Penstemon gentianoides*, *Hackelia mexicana*, *Oxilobus arbutifolius*, *Pernettya ciliata*, *Stipa ichu*, *Physalis orizabae* y *Phacelia platycarpa*. Se encuentran además su estrato rasante formado principalmente por musgos de los géneros *Rhytidium*, *Thuidium*, *Bryum* y *Morina*. En ciertas áreas se pueden encontrar bosques mixtos conformados por varias especies de pinos (*P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. montezumae*), cipreses (*Cupressus benthamii*), y madroños (*Arbutus xalapensis*). Entre la Presa Alto Pixquiác y Tembladeras e Ingenio El Rosario, se presentan pinares de *Pinus patula* y *Pinus ayacahuite*. En esta localidad está presente *Abies hickelii*, especie endémica de México, conocida de Oaxaca y Veracruz (Narave 1985). El estrato arbustivo de estos pinares se compone de pinos inmaduros de las mismas especies del estrato arbóreo. Se destaca también *Senecio simatus* y frecuentemente se encuentra *Baccharis conferta* en sitios perturbados. En el estrato herbáceo por lo general dominan las gramíneas. Entre las principales especies se encuentran: *Muhlenbergia macrorura*, *Stipa ichu*, *Cerastium molle*, *Pernettya ciliata*, *Chymaphylla umbellata* y *Dugaldia integrifolia*. En algunas localidades se presenta de manera cespitosa *Alchemilla pectinala*, que cubre prácticamente el piso del bosque. En sitios abiertos sobre terrenos planos con suelo negro y profundo, generalmente húmedo, es frecuente la presencia de *Potentilla candicans* que se presenta como una comunidad herbácea (pradera de garra de león) (Narave 1985).

La madera de pino es una fuente importante de ingresos para los habitantes de la región desde el S.XIX, por lo que se trata de bosques segundo crecimiento. Si bien algunos ejidos y predios se han incorporado a un manejo forestal regulado, la mayor parte de estos bosques presentan condiciones de mal manejo con pastoreo de ovicaprino. No obstante, los pinos han sido beneficiados por la acción del hombre en las zonas anteriormente dominadas por encinos y abetos, puesto

que una vez abierto el dosel, los claros son colonizados por pinos que responden como pioneros y presentan rápido crecimiento. A pesar que los aprovechamientos legales de madera dentro del Parque Nacional Cofre de Perote (arriba de la cota de los 3000 msnm) esta oficialmente prohibida, el bosque dentro del mismo ha sido transformado por desmontes para cultivos de papa, por pastoreo de ovinos y caprinos, y por la extracción clandestina de madera.

Entre los 3500 y los 4000 se encuentran el bosque de *Pinus hartwegii* que alcanza la mayor altitud en el país, se trata de la especie arbórea capaz de tolerar los ambientes muy fríos de tal altitud, si bien las condiciones climáticas no permiten mantener una densidad alta, ni un dosel cerrado. El estrato arbustivo está constituido por pinos inmaduros de la misma especie (*P. hartwegii*), salvo en sitios rocosos en los que se presentan *Juniperus monticola* y *Berberis schiedeana*. El estrato herbáceo se compone principalmente de gramíneas, algunas de las cuales también se presentan en el páramo de altura. Entre las principales especies se encuentran: *Stipa ichu*, *Trisetum spicatum*, *Calamagrostis tolucensis* y *Muhlenbergia macrorura*. Otras especies comunes son: *Lupinus montanus* y algunas hierbas pequeñas como *Ottoa oenantoides* y *Levisa megarhiza*, ésta última anteriormente conocida sólo para los estados de México y Puebla. *Lupinus montanus* se ha observado ampliamente distribuida hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar. Se han observado algunas variaciones en la fisonomía de esta vegetación, sobre todo en los sitios en que esta expuesta a los fuertes vientos (ladera este), los árboles son de menor tamaño (5-8 metros), con las ramas cortas y la copa en forma irregular o redondeada.

**2. Páramo de altura o pastizal alpino (3000-4200 m s.n.m.).** La vegetación de páramo de altura existe como masa pura entre los 4000 y los 4200m. s.n.m., sin embargo algunos elementos de este pastizal alpino también existen mezclados entre árboles de coníferas dispersos a altitudes inferiores, desde los 3000 m s.n.m. El páramo de altura propiamente dicho es una comunidad arbustiva-herbácea sin ningún elemento arbóreo, por lo general, las especies del páramo no exceden los 50 centímetros de altura. Dominan las Gramíneas, son las especies más abundantes y que imprimen la fisonomía a esta vegetación, así como *Juniperus monticola* y *Berberis schiedeana* que se encuentran a manera de arbustos de apariencia rastrera, los cuales comúnmente crecen en sitios rocosos. Se destacan también por su abundancia las Cruciferae y Carophyllaceae. Entre las principales especies que definen esta vegetación están: *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca tolucensis*, *Muhlenbergia macrorura*, *Trisetum spicatum*, *Arenaria bryoides*, *Draba nivicola* y

*D. jorullensis*. Se destacan también por su abundancia: *Cirsium nivale*, *Gnaphalium lavaendulum*, *Oxilobus arbutifolius*, *Erysimum aff. macradenium* y *Castilleja toluensis*. Los musgos llegan a formar colonias extensas.

### **Usos de suelo**

**3. Pastizales inducidos.** Potreros o formaciones herbáceas inducidas luego de una explotación forestal intensa, frecuentes incendios e introducción de ganado, principalmente ovino y caprino, con una mezcla de zacates nativos de la región como son *Muhlenbergia macrorura*, *Stipa ichu*, *Cerastium molle*, *Pernettya ciliata*, *Chymaphylla umbellata* y *Dugaldia integrifolia*. Se sitúan principalmente sobre llanos en donde las condiciones microclimáticas y edáficas (suelos pesados y heladas frecuentes) hacen difícil la reforestación y el cultivo. La raíz de la *Muhlenbergia* se explota para la fabricación de escobas y escobetas. Estos pastizales o “zacatonales” se han extendido sobre los claros de bosque de coníferas y el pastoreo extensivo ha provocado grandes dificultades para la regeneración forestal. Estas dificultades son exacerbadas por la propagación incidental o intencional de incendios producto de las prácticas comunes de incendiar las praderas para reverdecer los pastos.

**4. Cultivos agrícolas de temporal.** El cultivo principal es el de la papa (*Solanum tuberosum*), esta ampliamente extendido y en la actualidad sigue ganándole terreno a los bosques de coníferas, tanto en terrenos ejidales, como en propiedades privadas y nacionales (del Parque Nacional Cofre de Perote). Otros cultivos secundarios en esta zona alta los constituyen el maíz, la cebada la avena y la haba, que no tienen mucha importancia excepto en ciertos años, como resultado de mala cosecha o comercialización de la papa.

**5. Plantaciones de árboles maderables.** El impulso a las plantaciones con fines de aprovechamiento en la parte alta es relativamente reciente, ya que anteriormente se aprovechaba en mayor grado la regeneración natural. El apoyo económico que ha brindado la Comisión Nacional Forestal en la última década ha originado un auge de plantaciones y reforestaciones, sin embargo se ha topado con el problema de que se privilegia la extensión sembrada a expensas de la calidad de la planta, por lo que se presenta un alto porcentaje de mortalidad. El pastoreo extensivo de ovinos y caprinos en esta zona es otro factor agravante para el fracaso de muchas plantaciones, pues no se ha podido controlar en forma efectiva. Un aspecto a revisar es que se ha promovido de forma casi exclusiva la siembra de especies comerciales de rápido crecimiento como al *Pinus patula* y al *Cupressus benthamii*

(ciprés), con escaso impulso a otras especies comerciales, pero de un crecimiento menos rápido, como el pino acalocote (*Pinus ayacahuite*), el oyamel (*Abies religiosa*, *Abies hickelii*) y el romerillo (*Taxus globosa*).

### Literatura citada

- López-Gómez, A. M., G. Williams-Linera, y R. H. Manson. 2008. Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 124 :160–172.
- Muñiz-Castro, M. A., G. Williams-Linera, y J. M. R. Benayas. 2006. Distance effect from cloud forest fragments on plant community structure in abandoned pastures in Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 22:1-9.
- Muñoz-Villers, L. E. y J. López-Blanco. 2008. Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico. *International Journal of Remote Sensing* 29:71-93.
- Narave, H. 1985. La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz. *Biótica* 10:32-65.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA, México D.F.

## Anexo 4. Metodología del estudio de cambio de uso del suelo

### Elaboración del mapa de vegetación y uso del suelo 2004

La interpretación visual para elaborar el mapa de vegetación actual (2004) de la cuenca del río Pixquiac se realizó sobre la ortofoto digital de INEGI, escala 1:10,000, basada en fotografías aéreas, pancromáticas, blanco/negro, escala 1:40,000, vuelo noviembre 2004. La delimitación de los polígonos se hizo utilizando el programa ArcView 2.3. Durante el proceso de interpretación se realizó una verificación de los polígonos y del tipo de cobertura con la ayuda de las fotografías aéreas originales y el uso del estereoscopio de espejos, con objetivo 3x. Paralelamente se realizaron salidas de campo extensivas para corroborar la clasificación de uso del suelo y tipo de cobertura vegetal identificada durante la interpretación de la ortofoto digital.

**Cuadro 1. Categorías de vegetación y uso del suelo para el mapa de 1975 y 2004**

Categorías mapas	1975 (puede contener parcelas de:)	2004 (puede contener parcelas de:)
Bosque cerrado (incluye bosque denso de coníferas, mixtos y mesófilo de montaña, así como acahuales cerrados)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con parcelas de cafetal de sombra</li> <li>Con parcelas agrícolas</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> <li>Bosque de galería</li> <li>Bosque denso joven (acahual)</li> <li>Con fragmentos de vegetación arbustiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acahual cerrado</li> <li>Con parcelas de pastizal y vegetación arbustiva</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> <li>Con parcelas de vegetación arbustiva</li> <li>Con plantaciones forestales</li> <li>Con bosque ripario</li> <li>Bosque cerrado</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> <li>Con manejo forestal</li> <li>Con bosque ripario</li> <li>Con cafetal de sombra</li> <li>Con parcelas de acahual joven</li> </ul>
Cafetal sombra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con parcelas de agricultura</li> <li>Cafetal sombra con caña</li> <li>Con bosque de galería</li> <li>Con asentamientos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con parcelas agrícolas</li> <li>Con bosque ripario</li> <li>Con asentamientos humanos</li> </ul>

**Cuadro 1. Continúa**

Categorías mapas	1975	2004
Bosque abierto (incluye acahuales abiertos, parcelas abandonadas con vegetación arbustiva y plantaciones forestales recientes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con bosque de galería</li> <li>Con parcelas agrícolas</li> <li>Con parcelas de cafetal</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> <li>Con fragmentos de vegetación arbustiva</li> <li>Con suelo desnudo</li> <li>Parcelas de vegetación arbustiva</li> <li>Plantaciones forestales jóvenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con parcelas de vegetación arbustiva</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> <li>Bosque abierto ripario</li> <li>Con manejo forestal</li> <li>Con parcelas de bosque joven</li> <li>Vegetación arbustiva (matorrales)</li> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> <li>Plantaciones forestales</li> <li>Con parcelas de vegetación arbustiva</li> <li>Con parcelas de acahual joven</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> </ul>
Zacatonal de altura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con fragmentos de bosque cerrado</li> <li>Con vegetación arbustiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con fragmentos de bosque cerrado</li> <li>Con vegetación arbustiva</li> </ul>
Pastizal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con parcelas agrícolas aisladas</li> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con bosque abierto</li> <li>Con fragmentos de bosque denso</li> <li>Con vegetación arbustiva</li> <li>Con ciénegas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con árboles aislados y vegetación arbustiva</li> <li>Con parcelas agrícolas</li> <li>Con casas aisladas</li> <li>Con asentamientos humanos</li> <li>Con parcelas de vegetación arbustiva</li> <li>Con fragmentos de acahual cerrado</li> <li>Con parcelas de plantaciones forestales</li> <li>Con parcelas de cafetal de sombra</li> <li>Con ciénegas</li> </ul>
Agricultura (incluye maíz, caña, papa, avena, macadamia y cafetal de sol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con árboles y fragmentos de bosque</li> <li>Con parcelas de cafetal sombra y bosque galería</li> <li>Con parcelas de cafetal y zona urbana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con árboles aislados</li> <li>Con árboles aislados y vegetación arbustiva</li> <li>Con árboles aislados y asentamientos humanos</li> <li>Con parcelas de pastizal</li> </ul>

**Cuadro 1. Continúa**

Categorías mapas	1975	2004
	Con parcelas de cafetal sombra Con fragmentos de bosque denso Con parcelas de pastizal y vegetación arbustiva Con vegetación riparia Con parcelas de pastizal y arboles aislados Con fragmentos de bosque abierto Con fragmentos de vegetación arbustiva Con asentamientos humanos Con caminos Con parcelas de cafetal sol	Con parcelas de pastizal y vegetación arbustiva Con áreas de suelo desnudo Con parcelas de cafetal de sombra Con parcelas de cafetal de sol Con asentamientos humanos Con caminos Cafetal de sol Con parcelas de pastizal Con parcelas agrícolas
Sin vegetación aparente/zonas urbanas	Caminos de terracería y Caminos asfaltados Suelo desnudo Minas de arena Zona rural Zona urbana	Suelo desnudo Minas de arena Caminos de terracería y asfaltados Zona rural, urbana e industrial Con árboles aislados Con parcelas agrícolas Con cafetal de sombra Con parcelas de pastizal

Con este mapa se conformó la primera fuente de información del SIG. Este se conformó con un archivo *shape* de los polígonos interpretados y otro archivo *shape* con los puntos de verificación de la vegetación y uso del suelo obtenidas en los recorridos de campo. Esta información se utilizó para ajustar las etiquetas de las categorías en el mapa final de 2004. El tamaño mínimo de los polígonos finales aceptados fue de 1 ha, por lo que todas las áreas menores a esta superficie quedaron imbuídas en la matriz que las contenía, de ahí la variedad de subcategorías identificadas en ambos mapas (ver cuadro 1).

La escala final del trabajo es 1:50,000. Las categorías utilizadas en el mapa de 2004 se presentan en el cuadro 1. Se identificaron doce categorías de vegetación y uso del suelo; es importante aclarar que dentro de estas categorías, se tiene un registro de 56 subcategorías, a una escala más detallada, que se utilizarán para análisis posteriores.

## Elaboración del mapa de vegetación y uso del suelo 1975

Para elaborar el mapa de vegetación de 1975 se utilizaron las fotografías aéreas pancromáticas (blanco/negro), vuelo de agosto 1975, escala 1:50,000 de CETENAL. Estas se escanearon y ortorectificaron con el programa Image Warp para ArcView 3.x, tomando como referencia geográfica a los mapas topográficos de INEGI escala 1:50,000 y a la ortofoto del 2004 de la misma zona.

Una vez obtenida la ortofoto digital del vuelo de 1975, los polígonos se delimitaron con el ArcView 2.3. Siguiendo el procedimiento utilizado para la ortofoto de 2004, esta interpretación visual se realizó comparando de forma paralela los polígonos de la imagen digital con la fotografía aérea original mediante el uso del estereoscopio de espejos con el objetivo 3x. El tamaño mínimo de los polígonos finales incluidos en el *shape* es de 1 ha, áreas menores a esta superficie quedaron imbuidas en la matriz que los contenía.

La escala final del trabajo es 1:50,000. Las categorías utilizadas en el mapa de 1975 se presentan en el cuadro 1. Se identificaron siete categorías de vegetación y uso del suelo; al igual que para el mapa anterior, se tiene un registro más detallado de 46 subcategorías que se utilizarán en análisis posteriores. Debido a que este mapa representa la vegetación que existió, es decir es un mapa histórico, y a que las fotografías aéreas no permiten identificar con precisión el tipo de bosque, se optó por agrupar la vegetación arbórea en categorías amplias de bosque denso y bosque abierto (cuadro 1). Debido a que el tamaño mínimo de los polígonos aceptados en ambos mapas fue de 1 ha, en el mapa de 1975 varios de los asentamientos humanos y vías de comunicación no son evidentes pues la mayor parte ocupaban superficies pequeñas o se trataba de áreas dispersas difícilmente cuantificables.

## Estimación de las tasas de cambio de uso del suelo 1975-2004

Una vez obtenidos los dos mapas de vegetación y uso del suelo 1975 y 2004, se hizo una corrección a las leyendas para poder comparar y analizar las tendencias de cambio ocurridas en ese período. Se llevó a cabo un análisis general del cambio de uso del suelo en la cuenca del Pixquiac.

Siguiendo la definición utilizada por el INE, el análisis de las tendencias de uso del suelo en la cuenca del río Pixquiac conforma uno de los indicadores más sólidos para evaluar la situación ambiental de esta zona de estudio:

*La tasa de deforestación es un indicador de presión sobre los recursos forestales y resulta un elemento esencial en la evaluación y diagnóstico del comportamiento de otras variables ambientales (clima, suelos, hidrología, entre otras) y socioeconómicas (crecimiento demográfico, densidad de población, actividades económicas, entre otras) asociadas.” (Palacio-Prieto, et al. 2004:38 y 39).*

Por ello, las tasas de cambio de uso del suelo en el periodo 1975-2004 se obtuvieron modificando la fórmula de Palacio-Prieto, *et al.* (2004), para expresar el incremento o reducción, de forma negativa o positiva, en términos de superficie anual de cambio:

$$C = [(T2 - T1) * T1] / n - 1$$

Donde C = tasa de cambio anual en hectáreas, T2 = cobertura vegetal en el tiempo 2,

T1 = cobertura vegetal en el tiempo 1, y n = número de años entre los dos periodos analizados.

## Anexo 5. Metodologías para estimar la evapotranspiración

A continuación se desarrollan en síntesis los métodos utilizados para estimar la evapotranspiración potencial y actual en este estudio

### Evapotranspiración potencial mediante Thornthwaite<sup>1</sup>

Mediante la fórmula de Thornthwaite se calcula la evapotranspiración potencial (ETP). La real es la que se mide en las estaciones meteorológicas con el tanque de evaporación. Thornthwaite introdujo el término evapotranspiración potencial (ETP) para expresar “la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo si en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas”. Es difícil que en la práctica se den todas las condiciones para que tenga lugar la ETP, pero es un método que se estableció a partir de las medidas realizadas en latitudes medias, donde dan buenos resultados por su similitud con la realidad.

Cálculo de la E.T.P. Evapotranspiración potencial mensual (mm)

$$ETP = 16 \times (10 T / I) a$$

I = índice de calor anual = suma de los 12 valores del índice de calor mensual (i).

Donde:

$$i = (T / 5) \text{ elevado a } 1,514$$

T = temperatura media mensual en °C.

a = función del índice de calor anual (I), que simplificado equivale a 0,016 elevado a 0,5

a se calcula como:

$$a = 0,000000675 \times I \text{ elevado a } 3 - 0,0000771 \times I \text{ elevado a } 2 + 0,01792 \times I + 0,49239$$

1 Thornthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94..

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado se debe corregir la ETP mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud. Para lo cual se introduce el índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, que deberá multiplicar a la ETP para obtener la ETP según Thornthwaite (mm/mes) final.

$$\text{ETP (corregida)} = \text{ETP} \times L \text{ (mm/mes)}$$

ETP : evapotranspiración mensual en mm

L : factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del día Ni -horas de sol:-

$$L_i = Ndi/30 \times Ni/12 \text{ (Tablas de L mensuales por latitud)}$$

## Evapotranspiración potencial mediante Hargreaves<sup>2</sup>

La fórmula de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1985)<sup>3</sup> para evaluar la Evapotranspiración Potencial<sup>4</sup> necesita solamente datos de temperaturas y de Radiación Solar. La expresión general es la siguiente:

$$\text{ETO} = 0,0135 (t_{\text{med}} + 17,78) R_s \text{ (1)}$$

donde:

ETO = evapotranspiración potencial diaria, mm/día

tmed = temperatura media, °C

Rs = radiación solar incidente, convertida en mm/día

2 Sánchez San Román, F. J. Dpto. Geología Univ. Salamanca Recuperado en Internet 20/05/2008: <http://web.usal.es/~javisan/hidro> Pág. 1.

3 Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Eng. in Agric., 1(2): 96-99.

4 3En realidad es para calcular la Evapotranspiración de Referencia.

La radiación solar incidente,  $R_s$ , se evalúa a partir de la radiación solar extraterrestre (la que llega a la parte exterior de la atmósfera, que sería la que llegaría al suelo si no existiera atmósfera); ésta última aparece según los autores como  $RO$  ó  $R_a$ , y la leemos en tablas en función de la latitud del lugar y del mes. En este documento nos referiremos a ella como  $RO$ .

Obtención de la Radiación Solar Incidente ( $R_s$ )

Samani (2000) propone la siguiente fórmula:

$$R_s = RO * KT * (t_{max} - t_{min})^{0,5} \quad (2)$$

donde:

$R_s$  = Radiación solar incidente

$RO$  = Radiación solar extraterrestre (tabulada)

$KT$  = coeficiente

$t_{max}$  = temperatura diaria máxima

## Evapotranspiración potencial y actual mediante la clasificación climática de Holdridge<sup>5</sup>

De acuerdo con Montealegre León (2008)<sup>6</sup>, las agrupaciones de asociaciones con base en la cuantificación de algunos parámetros climáticos se denominan según Holdridge "Zonas de Vida". Son conjuntos naturales de asociaciones, sin importar que cada grupo incluya una catena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que pueden variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor, precipitación y humedad.

La progresión logarítmica de temperatura y de valores de precipitación, suministra una base teórica sólida para establecer divisiones igualmente balanceadas. Holdridge se basó en los estudios de Mitscherlich, el cual mostró que, cuando un

---

5 Céspedes, V. W. y J. A. Tosi (2000). El Sistema de Zonas de Vida. *Biocenosis* 13(1/2).

6 Montealegre León, F. A. 2008. Curso Básico de Meteorología y Climatología, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en Internet 05/11/2008. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000134/index.html>.

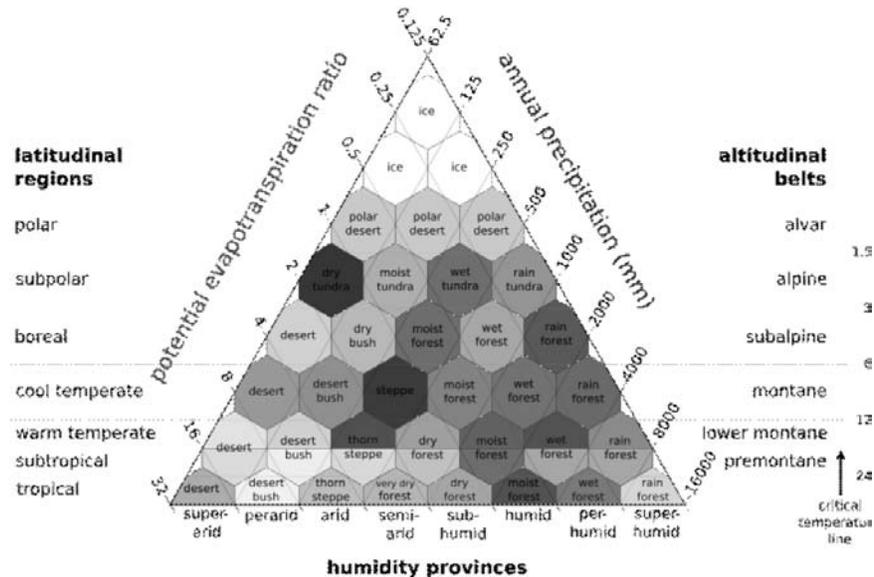
elemento es un factor limitante en la alimentación de las plantas; las adiciones de ese elemento hasta la cantidad que pueda ser utilizada, deben incrementarse en progresión logarítmica, si se desea obtener una secuencia de incrementos iguales en la producción. Figura 1.

Las zonas de vida se definen con base en los valores promedios anuales de calor, utilizándose el concepto de biotemperatura. Este autor define la biotemperatura promedio como un promedio de las temperaturas en °C a las cuales tiene lugar crecimiento vegetativo, en relación con el periodo anual. Esta fórmula se utiliza en Latitudes bajas y bajas elevaciones (<1000 m). Para latitudes bajas y elevaciones medias (1000 a 3000 m). la temperatura media anual equivale a la biotemperatura T (biológica).

En el caso que analizamos y de acuerdo con los planteamientos de Holdridge, no es necesario calcular la biotemperatura ya que es posible utilizar la temperatura promedio mensual real. Con los valores promedios de la precipitación y la humedad se entra en el siguiente nomograma, donde el área estudiada se ubica en la zona de vida de "Bosques Húmedos".

Para Holdridge la evapotranspiración potencial tiene un significado diferente a la de Penman, puesto que considera a la vegetación natural (máxima pérdida de

Figura 1. Zonas de vida según Holdridge. Fuente: Holdridge (1987)





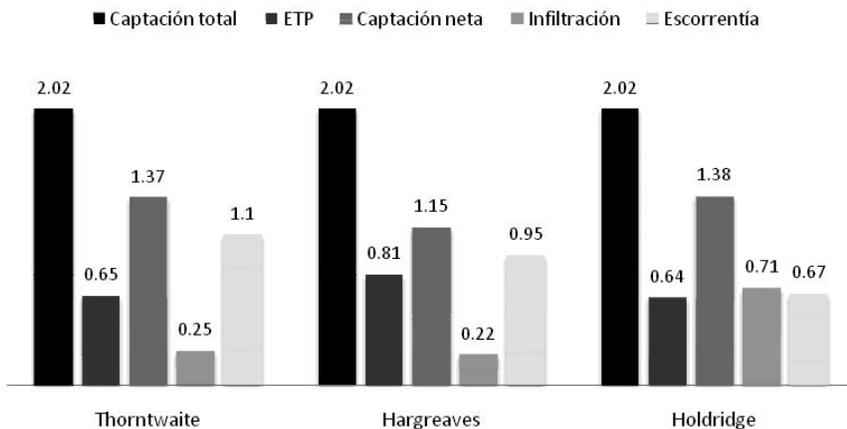
## Anexo 6. Comparación de los modelos para el balance hídrico

El modelo desarrollado utiliza los mismos valores de precipitación y captación, así como las ponderaciones para el peso de los diferentes componentes que intervienen en la estimación de la evapotranspiración, infiltración y escorrentía –grado de pendiente, tipos de suelo, rocas y tipos de vegetación y usos del suelo–. Lo único que varía realmente son las fórmulas utilizadas para estimar la evapotranspiración potencial, y como resultado de éstas el resto de los componentes de la fórmula general de balance.

Para poder apreciar con mayor precisión las diferencias y similitudes de los resultados obtenidos mediante las tres fórmulas aplicadas, se presenta una gráfica (Fig. 3) con los valores totales anuales de los parámetros del balance hídrico de la cuenca en  $m/m^2$ , es decir, la columna de agua por metro cuadrado de superficie.

Si consideramos que el agua que realmente se encuentra disponible para los ecosistemas y la población es la suma de los volúmenes de infiltración y escorrentía —ya que la ETP es agua que regresa a la atmósfera—, encontramos que los estimados mediante Thornthwaite y Holdridge son prácticamente iguales, 1.36 y 1.38  $m/m^2$ , respectivamente, a diferencia de los valores de Hargreaves que son menores (1.17  $m/m^2$ ).

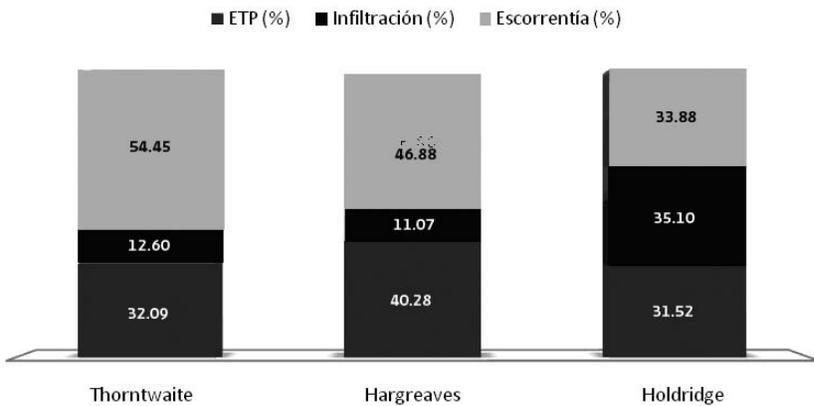
Figura 3. Balance hídrico anual de la cuenca del río Pixquiác, Ver. ( $m/m^2$ )



En términos proporcionales y en dependencia de la ecuación utilizada, los componentes del balance hídrico se comportan de acuerdo a la siguiente gráfica, en la que se aprecia la diferencia en los porcentajes de infiltración y escorrentía de Holdridge con respecto a Thornthwaite y Hargreaves, particularmente en la alta proporción de la infiltración en Holdridge. Sin embargo, como se planteó anteriormente, al sumar la infiltración y la escorrentía como el agua realmente disponible, los resultados entre Holdridge y Thornthwaite arrojan proporciones similares y mayores a las que se obtienen mediante la ecuación de Hargreaves, ya que la evapotranspiración en esta última es mayor, lo que sucede porque la ecuación de Hargreaves aporta valores de evapotranspiración real a diferencia de las otras dos ecuaciones que trabajan con evapotranspiración potencial.

Dadas las evidentes diferencias entre los tres modelos utilizados, y con la finalidad de decidir cuál de ellos es el más adecuado para comprender el ciclo del agua en esta cuenca, se realizó una reunión de expertos en el INECOL (Nov. 2008) la discusión y validación de estos resultados, la que integró a especialistas en edafología, geología, climatología, hidrología y ecología.

**Figura 4. Proporción de los componentes del balance hídrico en el río Pixiquiac**



## Anexo 7. Características demográficas de la subcuenca del río Pixquiac. Fuentes: INEGI, 2000 y 2005

De acuerdo con el censo económico del año 2000, para esta parte se consideraban 33 localidades, sin embargo para el último Censo de Población y Vivienda de INEGI (2005), el número de localidades decreció en número (marcadas con rojo), actualmente considera la existencia sólo de 26, y el número de habitantes en la cuenca media se redujo en un 3% en un periodo de 5 años. La cuenca baja alberga el 27.36% de la población de la cuenca del río Pixquiac.

Municipio	Nombre localidad	Altura Msnm	No. habitantes 2005	No. habitantes 2000	Índice de marginación 2000	Subcuenca
Zona alta						
Coatepec	Ingenio del Rosario		250			Atopa
Zona media						
Acajete	Palo Blanco	2020	39	63	Muy alto	Agüita Fría
Acajete	El Zapotal	2140	132	159	Muy alto	Atopa
Acajete	Tierra Prieta	2780	62	48	Muy alto	
Acajete	El Saucal	2400	63	58	Muy alto	
Acajete	Pipincal	1889	-	21	Muy alto	
Acajete	El Cucharillo	2088	-	10	-	
Acajete	El Hilitar	2090	-	9	-	
Acajete	Colexta	2400	51	117	Muy alto	Huichila
Acajete	El Caño	2820	16	32	Muy alto	
Acajete	Pueblo Viejo	2400	1	8	-	
Acajete	Cuesta del Vaquero	2880	53	64	Muy alto	
Acajete	Mesa de La Yerba	2020	362	288	Muy alto	Medio Pixquiac
Acajete	Vega de Pixquiac	1700	45	57	Muy alto	
Acajete	Loma Tejamanil	2000	135	11	Muy alto	

Municipio	Nombre localidad	Altura Msnm	No. habitantes 2005	No. habitantes 2000	Índice de marginación 2000	Subcuenca
Acajete	El Cargadero	2060	-	10	Muy alto	
Acajete	El Juzgadillo	2030	-	30	Muy alto	
Tlalnelhuayocan	Rancho Viejo	1420	786	609	Alto	
Tlalnelhuayocan	Rancho Calihuayan	1420	2	3	-	
Tlalnelhuayocan	Agüita Fría	1420	5	7	-	
Tlalnelhuayocan	El Timbre	1440	21	28	Muy alto	
Tlalnelhuayocan	Plan de Mesa Chica (Mesa Chica)	1470	158	118	Muy alto	
Tlalnelhuayocan	Potrerillos (Mesa de la Yerba)	1480	27	30	Muy alto	
Acajete	El Mirador	2560	22	65	Muy alto	Xocoyolapan
Acajete	El Encinal 2	2400	13	223	Muy alto	
Acajete	La Cienega del Venado	2680	5	4		
Acajete	Loma del Muerto	2760	4	11	Muy alto	
Acajete	Chorro de La Mula	2200	-	15	Muy alto	
Tlalnelhuayocan	Los Capulines	1480	132	95	Muy alto	
Tlalnelhuayocan	El Naranja	1420	8	14	Muy alto	
Total habitantes			2,142	2,207		
Zona baja						
Coatepec	Cinco Palos	1520	586	498	Alto	Tixtla
Tlalnelhuayocan	El Guitarrero	1340		11	Muy alto	

Municipio	Nombre localidad	Altura Msnm	No. habitantes 2005	No. habitantes 2000	Índice de marginación 2000	Subcuenca
Tlalnahuayocan	Tejocotal	1580	143	105	Muy alto	
Tlalnahuayocan	Chilacayotes	1420	23	27	Muy alto	
Coatepec	Consolapan	1200	353	357	Medio	Chopantla
Coatepec	La Calera					
Coatepec	La Herradura	1400	152	126	Medio	
Coatepec	El Cedro	1300	21	45	Alto	
Coatepec	Barataria	1300	4	4		
Coatepec	El Guayabal	1400		12		
Coatepec	Tuxtla	1300	11	18	Alto	
Coatepec	Las Cañadas	1260	3			
Coatepec	Segunda del Cedro	1400	18	13		
Coatepec	Cauhtémoc	1400	682	582	Alto	
Coatepec	Las Lajas	1400				
Coatepec	Bola de Oro	1300	10	8		
Coatepec	Chopantla	1300	141	105	Medio	
Coatepec	Benito Juárez	1300	136	100	Medio	
Coatepec	Tejocotal					
Coatepec	Tres Marías	1540		7		
Coatepec	Rancho Las Minas	1200	3	10		
Coatepec	Rancho. La Esmeralda	1300		7	Muy alto	Bajo Pixquiac
Coatepec	La Orduña	1160	1551	1447	Muy bajo	
Coatepec	Puente Seco (Campo Viejo)	1120	48	14	Alto	
Coatepec	La Pitaya (Congregación Zoncuantla)	1300	347	289	Muy bajo	
Coatepec	El Atorón	1250	43	32	Muy alto	

Municipio	Nombre localidad	Altura Msnm	No. habitantes 2005	No. habitantes 2000	Índice de marginación 2000	Subcuenca
Coatepec	El Arenal	1220	3	3		
Coatepec	Mariano Escobedo	1250	551	327	Muy bajo	
Coatepec	Colonia 6 de Enero	1300	297	233	Muy bajo	
Coatepec	San Juan	1220				
Coatepec	Plan de la Cruz	1220	81	31	Alto	
Coatepec	San Jacinto	1240	181	161	Bajo	
Coatepec	Entrada a La Orduña	1200	17	17		
Coatepec	La Pedrera	1200	15	1		
Coatepec	Granja El Aguacate	1220				
Tlalnelhuayocan	Rancho 2 y 2	1440	1	3		
Coatepec	Rancho Loma Escondida	1390		7		
Tlalnelhuayocan	Rancho Ololihqui	1400	3	4		
Coatepec	Valle Escondido	1440		3		
Tlalnelhuayocan	Rancho El Pilar	1400				
Tlalnelhuayocan	Rancho Kalimba	1440	11	5		
Totales	5,435	4,612				

## Anexo 7b. Densidad de población por subcuenca

### Zona alta

De acuerdo con los datos 2005 de INEGI, la parte alta de la cuenca cuenta sólo con una localidad, Ingenio del Rosario, del municipio de Coatepec, con una población total de 250 personas, lo que representa el 3% de la población total de la cuenca. Sin embargo hasta el año 2000, el mismo INEGI, consideraba otra localidad para el área, Alto Pixquiac, que de acuerdo con la clasificación es una localidad deshabitada.<sup>7</sup>

### Zona media

La densidad de población para la cuenca media es de un habitante por cada 2.5 hectáreas, sin embargo para cada una de las subcuencas está se refleja de la siguiente manera:

Subcuenca	Sup/ha	No. hab. por subcuenca	Densidad hab/ha
Agüita Fria	368.34	39	9.44
Xocoyolapan	1401.23	184	7.61
Huichila	712.18	121	5.88
Atopa	825.69	257	3.21
Medio Pixquiac	1127.78	1541	0.73
Granada	302.58	0	-
Pixquiac	619.05	0	-
Total zona media	5,356.85	2,142	2.50

### Zona baja

Para la cuenca baja del río Pixquiac la densidad de población es de un habitante por cada 0.66 hectáreas, sin embargo esta densidad aplica de manera distinta para diferentes subcuencas de esta zona:

7 INEGI, 2006. Comparativo ITER 2000-2005. México.

Subcuenca	Sup/ha	No. hab. por subcuenca.	Densidad hab/ha
Tuxtla	397.29	752	0.52
Chopantla	683.06	562	1.21
Las Lajas	975.31	972	1.00
Bajo Pixquiac	1,543.69	3,149	0.49
Total zona baja	3,599.35	5,435	0.66

## Anexo 7c. Localidades con aumento y disminución de población

El siguiente cuadro presenta los datos sobre la disminución de la población en algunas localidades en 1990, observando que son las comunidades del municipio de Acajete las que cuentan con mayor porcentaje de migración.

Principales comunidades con disminución en su población					
Localidad	Municipio	2005	2000	1995	1990
El Atorón	Coatepec	43	32	62	74
La Calera	Coatepec	0	0	0	131
El arenal	Coatepec	3	3	0	29
Colexta	Acajete	51	117	122	144
Palo blanco	Acajete	39	63	98	71
Pueblo viejo	Acajete	1	8	29	0

Fuente: INEGI 2005.

En el siguiente cuadro se aprecian aquellas comunidades ubicadas dentro de esta cuenca, que muestran un incremento poblacional debido principalmente a que son receptoras de la migración de las comunidades de cuenca arriba. Finalmente, las localidades de la cuenca baja, cercanas a Coatepec (Mariano Escobedo, La Pitahaya Zoncuantla) han incrementado su población debido inmigración de familias urbanas de distintas partes del país.

Principales comunidades con incremento en su población			
Localidad	Municipio	2005	1990
Mariano Escobedo	Coatepec	551	361
Cinco Palos	Coatepec	586	399

Principales comunidades con incremento en su población			
Localidad	Municipio	2005	1990
Tejocotal	Tlalnelhuayocan	143	80
Rancho Viejo	Tlalnelhuayocan	786	458
Capulines	Tlalnelhuayocan	132	95

Fuente: INEGI 2005.

## Anexo 7d. Comparativo de las tasas de crecimiento por municipio

	Tasa media de crecimiento (%), por periodo			
	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Acajete	-2.16	2.66	1.13	0.10
Tlalnelhuayocan	4.34	6.14	3.90	3.36
Coatepec	2.06	2.34	1.01	1.45

Fuente: COPADEVER, con datos de INEGI.

## Anexo 8. Fuente de abastecimiento de agua en algunas localidades de la subcuenca del río Pixquiac

Localidad y municipio	Fuente de agua	Beneficiarios	Ubicación	Organización en torno al abasto de agua
Rancho viejo Tlalnelhuayocan	Línea de agua desde el manantial de la granada (ahora en conflicto), y conexión a toma desde la presa de la Vega del Pixquiac (actualmente la única fuente de agua del poblado)	119 familias	Cuenca del Pixquiac	Existen 2 comités de agua, el más grande está integrado por las 119 familias, el segundo comité es conocido como "Campo deportivo"
Mesa chica, Tlalnelhuayocan	Manantial que nace cerca de Tejocotal	158 personas	Cuenca del pixquiac	Existe un comité de agua que actualmente está a la espera de resolución de convenio para tomar 2" de acuerdo con convenio con CAEV para dotar de liquido a la población
Tejocotal, Tlalnelhuayocan	Manantial cercano	143 personas	Cuenca del pixquiac	
El Saucal, Acajete	Manantial Los Pocitos	58 personas	Cuenca del pixquiac	Existe un comité que se encarga de dar mantenimiento a la línea

Localidad y municipio	Fuente de agua	Beneficiarios	Ubicación	Organización en torno al abasto de agua
El Encinal II	Manantial las lajillas	127 personas	Cuenca del pixquiac	Comité, único requisito para que una casa nueva tenga agua, es hacer faena para arreglar línea y chapeo en algunas zonas
El Zapotal	Manatíal la peñita y manantial Cieneguillas	148 personas	Cuenca del pixquiac	Comité de agua comunitario

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Tlalnelhuayocan 2007-2010, Diagnóstico participativo para un programa de desarrollo microregional en el ejido San Pedro Buenavista, municipio de Acajete

## Anexo 9. Historia del ejido San Pedro Buenavista

Historia de ejido San Pedro Buena Vista	
1920-1930	Don Jacinto Hernández nació en 1918 en La Vega del Pixquiac y su papá también nació allí, sus abuelitos vinieron del rumbo de Perote huyendo de los maltratos de los hacendados de allá. Otras familias vinieron de la comunidad de Piletas, en la parte alta del municipio de Acajete. Se dedicaban al cultivo de milpa y a la elaboración y venta de carbón, principalmente de encino. Cuando se escasearon los árboles de mayor tamaño se mudaron montaña arriba, y fundaron Palo Blanco para aprovechar el arbolado de gran tamaño que había ahí. 15 de abril de 1929 un grupo de campesinos originarios de las comunidades de Palo Blanco, Vega del Pixquiac, El Mirador, Mesa del Laurel solicitaron la dotación de tierras para crear el ejido SPBV.
1930-1940	Cuando el Señor Eugenio Gabriel nació en 1944 todo alrededor de Palo Blanco esta cubierto de bosques densos de hoja ancha (bosque mesófilo), se aprovechaba principalmente maderas duras como el Roble, Encino, Vara Negra, Fresno, para hacer bates, postes, leña y carbón, mismos que se vendían en Xalapa. En las áreas más cercanas a Palo Blanco se sembraba milpa después de aprovechar los árboles. Cuando los árboles grandes de madera dura (de bosque mesófilo) escasearon cerca de Palo Blanco, muchas familias se mudaron y fueron fundando comunidades cada vez más arriba dentro de su recién dotado ejido; El Zapotal, Encinal y Saucal, hasta llegar a la zona de Pinos.
1940-1950	Algunas familias empezaron a criar cabras y pronto la mayoría combino esta actividad con el aprovechamiento de madera y la milpa. Poco a poco más familias se mudaron hacia Zapotal, Encinal y Saucal, estas comunidades fueron adquiriendo más importancia que las comunidades viejas. Cuando escasearon las maderas duras el aprovechamiento de madera se reorientó hacia las especies de pino para elaborar cimbra, cuyo mercado sigue siendo Xalapa y Coatepec.
1960-1980	Para 1970 algunas familias empezaron a criar vacas. El pastoreo libre de cabras impedía que los bosques se recuperaran, ya que estos animales se comen las semillas y los brotes. En 1979 se hicieron las primeras reforestaciones con pino, actividad que se generalizó y se ha mantenido hasta la fecha; el daño causado por las cabras en las reforestaciones originó conflictos internos y poco a poco ha disminuido el número de personas que se dedican a esta actividad. En el 2009 solo dos familias tienen cabras en el ejido, pero muchas tienen vacas.

## Anexo 9. Continúa

Historia de ejido San Pedro Buena Vista	
1990-2009	Es común el uso de motosierras en el ejido, antes se cortaba con herramientas de mano. Los bosques del ejido tienen cada vez menos árboles de tamaño aprovechable, la gente de SPB empieza a aprovechar árboles fuera del ejido; en los ejidos de San Andrés Tlalnelhuayocan y San Antonio Hidalgo. Mas familias se fueron de Palo Blanco al ver que no habría carretera, la mayoría se fue a Rancho Viejo y a Xalapa. Las tierras de cultivo de las familias que abandonan los pueblos del ejido se cubren de acahuales y tienen ahora bosques jóvenes de 20 o más años. Cada vez resulta más difícil sembrar en Palo Blanco, ya que los animales del monte (mapaches, tejones principalmente) se comen la milpa.

Fuente: SENDAS 2008-b.

## Anexo 10. Especies arbóreas utilizadas por los pobladores del Pixquiac

Nombre común	Nombre científico	Maderable	Combustible
Calegua	<i>Brunellia mexicana</i>	X	
Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	X	X
Capulín	<i>Prunus capuli</i>	X	
Marangola	<i>Clethra mexicana</i>	X	X
Encino duela	<i>Quercus salicifolia</i>	X	
Palo Blanco	<i>Meliosma alba</i>	X	X
Garrapatillo	<i>Trichilia havanensis</i>	X	X
Palo Gusano	<i>Lippia myriocephala</i>	X	
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	X	
Palo huevo de gato	<i>Turpinia insignis</i>	X	
Huizache	<i>Acacia pennatula</i>	X	
Pipinque	<i>Carpinus caroliniana</i>	X	X
Ilite	<i>Alnus acuminata</i>	X	X
Roble	<i>Quercus germana, Q. leiophyla</i>	X	X
Ixpepe	<i>Trema micrantha</i>	X	X
Vara negra	<i>Ocotea disyunta</i>	X	
Limoncillo	<i>Simplocos coccinea</i>	X	
Zopilote	<i>Oreomunea mexicana</i>	X	
Encino	<i>Quercus xalapensis</i>		X
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>		X
Haya	<i>Platanus mexicana</i>		X
Chamaite	<i>Pinus montezumae</i>	X	X
Pino colorado	<i>Pinus patula</i>	X	X

Fuentes: I. Haeckel, 2006 y T. Fuentes, 2009.

## Anexo 11. Propuesta de criterios y valor de prelación para elección de las áreas de conservación en la subcuenca del Río Pixquiac (compiladores: Gerez, P., M.A. Muñoz, T. Fuentes, 2008)

Crterios a considerar	Valor de prelación
I. Importancia hidrológica	
1.1. La parcela o predio se ubica dentro de las zonas prioritarias identificadas en el estudio hídrico de la cuenca.	(3) Pre-selección
1.2. Presencia de manantial con cobertura arbolada	2
1.3. Bordes de arroyos (franjas-corredores) donde se ha mantenido la cobertura arbolada y que se encuentran rodeados de pastizales o agricultura.	1
II. Pendientes y suelos	
1. Pendientes mayores a 45° (100%) que mantienen alguna cobertura arbolada y pueden recuperarse con exclusión del ganado y agricultura.	2
2. Pendientes menores a 45°, con cobertura arbolada.	1
III. Conservación de especies	
3.1. Presencia de especies amenazadas y en peligro de extinción incluida en la NOM-ECOL 059; o que se han sobre-explotado localmente, tales como <i>Ocotea disyunta</i> , <i>Fagus mexicana</i> , <i>Oreomunnea mexicana</i> , <i>Acer skutchii</i> , <i>Taxus globosa</i> , <i>Tillandsia imperialis</i> , <i>Magnolia schiedeana</i> , <i>Abies hickelii</i> , una zapotacea local, <i>Juglans pyriformis</i> , <i>Ostrya virginiana</i> , <i>Symplocos coccinea</i> , y <i>Podocarpus matudae</i> .	3
3.2. Fragmento arbolado importante como corredor biológico, mejorando significativamente la conectividad del paisaje forestal (entre fragmentos).	2
3.3. Ausencia de especies amenazadas o endémicas	1
IV. Restauración forestal	
Cobertura arbolada	
4.1. Cobertura arbolada de 80-100% de la parcela o fracción	3
4.2. Cobertura arbolada de 60-80% de la parcela o fracción	2
4.3. Cobertura arbolada de 50-60% de la parcela o fracción	1
Composición de especies	
4.4. Composición de especies de bosque nativo superior al 80% (según altitud donde se ubica)	3

Crterios a considerar	Valor de prelación
4.4. Composición de especies de bosque nativo superior al 80% (según altitud donde se ubica)	3
4.5. Composición de especies de bosque nativo del 50 al 80% (según altitud donde se ubica)	1
Estructura	
4.6. Estructura de la vegetación correspondiente a un bosque maduro (edad mayor a 50 años) o joven (30-50 años), sotobosque (estratos) bien desarrollado, regeneración natural, palmas y helechos arborescentes. Alto valor en biomasa acumulada.	3
4.7. Acahual arbóreo (latizal), con alta de regeneración natural de especies maderables, palmas y helechos arborescentes.	2
4.8 Acahual arbóreo con especies maderables, escasa o nula regeneración natural, sotobosque perturbado.	1
V. Beneficio social	
5.1. El principal ingreso del dueño(a) del área/parcela proviene de la actividad agrícola-pecuaria o forestal, por lo que la conservación es un compromiso económico para su ingreso familiar.	3
5.2. El dueño(a) no extrae productos del área, pero se interesa por mantener los servicios hidrológicos y de biodiversidad que provee su terreno.	1
VI. Estabilidad ambiental	
6.1 Bajo grado de amenaza por perturbación antropogénica (lejanía de asentamientos urbanos, caminos, y frontera agropecuaria)	2
6.2. Amenazado por perturbación antropogénica (cercanía a asentamientos urbanos, caminos, y frontera agropecuaria)	1
VII. Sanidad ambiental	
7.1. Parcelas sin aplicación, sin colindancias, o depósito de tóxicos u otro tipo de desechos biológicos-caseros-industriales (insecticidas, herbicidas, fungicidas, basureros, descargas residuales domésticas, granjas, establos, etc.).	2
7.2. Parcelas con presencia de (o colindancia con) depósitos de basura, desechos, descargas de algún tipo, en suelo del bosque o en arroyos, o cultivo de papa con uso de agroquímicos.	3



Barranca del Pixquiac y Xocoyolapan. Foto: García Aguilar

Xalapa desde San Pedro Buenavista. Foto: Tairin Toledo



El bosque mesófilo de montaña. Foto: Luisa Paré





Una de las cascadas en el río Xocoyolapan. Foto: Martín Boege Paré



Diversión en la cascada del Capote, río Xocoyolapan. Foto: Martín Boege Paré

Caja de agua en el bosque del ejido Los Pescados. Foto: García Aguilar



Caja de agua en el bosque. Foto: García Aguilar





Manantial en caja de agua. Foto: P. Gerez



Horno de carbón de encino. Foto: C. García Aguilar

Presas en el río Xocoyolapan. Foto: Luisa Paré



Presas Xocoyolapan. Foto: Luisa Paré





Campesino recordando los viejos bosques . Foto: P. Gerez



Madera ilegal labrada con motosierra dentro del bosque. Foto: P. Gerez

Bosque y potreros en la zona media de la subcuenca del Pixquiac.  
Foto: García Aguilar



Cultivo de alcatraces de color, en el ejido San Pedro Buenavista. Foto: García Aguilar





Mujeres en el taller participativo del ejido Los Pescados. Foto: García Aguilar



Niños del ejido Los Pescados, zona alta de la subcuenca del Pixquiác. Foto: García Aguilar

Plantón campesino en el ayuntamiento de Xalapa. Foto: Luisa Paré



Venta de cafetales para expansión de la mancha urbana. Foto: Luisa Paré





Protección de los bosques por campesinos. Foto: P. Gerez



Nebina en la barranca del Pixquiac. Foto: Luisa Paré

Cofre de Perote nevado. Foto: Luisa Paré



Cofre de Perote. Foto: Isabel García Coll-



*Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiác, Veracruz*, coordinado por Luisa Paré y Patricia Gerez, se terminó de imprimir durante el mes de abril de 2012 en la Imprenta de Juan Pablos, S.A., Za. Cerrada de Belisario Domínguez 19, Col. del Carmen, Del. Coyoacán, México 04100, D.F.

Se tiraron 1 000 ejemplares

