

## Desempeño ambiental de los recursos naturales en comunidades rurales, Estado de México

Recibido: 21 de septiembre de 2010. Aceptado en versión final: 7 de junio de 2011.

María Estela Orozco Hernández\*

Ricardo Farfán Escalera\*

Dulce Leonor Gutiérrez Sánchez\*

**Resumen.** Esta investigación analiza las condiciones ambientales de los recursos naturales en relación con el uso y manejo en dieciséis comunidades rurales de San Felipe del Progreso, Estado de México. A través de la información documental, estadística y cartográfica se llevó a cabo la caracterización social y biofísica de la zona en estudio, y los datos recogidos de la experiencia de los pobladores alimen-

taron el sistema de evaluación presión-estado-respuesta y la matriz causa-efecto que sintetiza el desempeño ambiental comunitario.

**Palabras clave:** Desempeño ambiental, recursos naturales y comunidades rurales.

## Environmental performance of natural resources in rural communities, State of Mexico

**Abstract.** This research examines the environmental conditions of natural resources in relation to the use and management modes in sixteen rural communities of San Felipe del Progreso, State of Mexico. Through documentary information, statistics and mapping was carried out social and biophysical characterization of the study area, and data collected from the experience of the residents, fed the

evaluation system pressure-state-response and cause-effect matrix that synthesizes the Community's environmental performance.

**Key words:** Environmental performance, natural resources and rural communities.

---

\*Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, Mariano Matamoros Sur s/n casi esq. Paseo Toluca, 50130, Toluca, Estado de México. E-mail: eorozcoh61@hotmail.com, ricfar\_es@yahoo.com.mx; la\_leo46@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los modos de aprovechamiento del suelo, el agua y la vegetación están articulados por un conjunto de actividades, estrategias e instrumentos, cuyo nivel de organización social determinará la conservación y la capacidad de los recursos naturales para el desarrollo de la población (Villanueva, 2008:79). Lo anterior cobra relevancia en la perspectiva del desarrollo rural de largo plazo y en el marco de dos planteamientos centrales. Uno sostiene que se encuentran en riesgo los medios de subsistencia de las comunidades rurales debido a que la capacidad productiva de los recursos básicos está mermando cualitativa y cuantitativamente, este hecho se atribuye al desarrollo de las actividades agrícola, pecuaria y forestal; el segundo planteamiento afirma que las formas de aprovechamiento que garantizan la conservación de los recursos naturales, son aquellas en las que las comunidades han desarrollado normas de regulación basadas en los usos y costumbres. Ambos señalamientos de manera implícita o explícita atribuyen al factor humano el papel de variable independiente o causa del estado de deterioro y conservación de los recursos naturales.

Algunas experiencias destacan la presencia de factores internos y externos causantes del estado de los recursos naturales y medio ambientales. Los factores internos atribuidos a los pobladores destacan las prácticas inadecuadas en el uso y aprovechamiento de la tierra, los problemas sociorganizacionales y el uso excesivo de agroquímicos, y los factores externos identifican el incremento social de la población y la tala ilegal de la cubierta vegetal. Los efectos se expresan en la disminución del agua de lluvia, en la escasez de plantas útiles, en la infertilidad de los suelos, en la pérdida de biodiversidad, el aumento de plagas, la deforestación, el incremento de la temperatura, incendios y erosión del suelo (Gerritsen *et al.*, 2003).

En la experiencia opuesta los factores que han permitido establecer sinergias ambientales, sociales y económicas, y mantener los beneficios en un nivel estable, son de naturaleza interna: el conocimiento tradicional, la solidez de la identidad cultural, la organización social, el uso no destructivo de los recursos naturales y las buenas prácticas de manejo. El

uso de los recursos naturales asociado a las buenas prácticas de manejo se expresan en la regulación de los ciclos ecológicos, el balance positivo entre la biomasa extraída y la producida, mantenimiento de la productividad de las tierras, regeneración de suelos deteriorados y conservación de la diversidad biológica (Larson y Sarukhán, 2003).

La experiencia en las comunidades forestales muestra que no necesariamente los rasgos culturales que promuevan la organización se encuentran presentes, en varios de los casos, el objetivo que define el aprovechamiento del bosque es la obtención de beneficios tangibles en el corto plazo, y en esa medida los miembros de las comunidades racionalizan los factores de la producción y se sujetan a las reglas que impone la legislación ambiental para el aprovechamiento y cuidado del bosque (Barton y Merino, 2004). En el extremo se ubica la mayoría de las comunidades rurales, aquellas que presentan condiciones de carencia social y medio ambiental, en cuyo caso la racionalidad en el uso y manejo de los recursos naturales estará determinada por la satisfacción de las necesidades básicas de las economías de subsistencia, lo cual a menudo lleva a sus miembros a la elección de estrategias de uso y manejo de los recursos naturales que no son ambientalmente favorables y tienden a degradar la base del desarrollo comunitario.

La vertiente del desarrollo comunitario, no agota la diversidad de formas de vida del medio rural, pero permite focalizar a gran parte de las comunidades indígenas. Sus actividades están ligadas a una determinada dotación de recursos productivos como son: la tierra, el agua; el nivel escolar, las formas de organización y las redes familiares.

El sector indígena representa el 10% de la población nacional, participa en 22.9% de los ejidos y comunidades del país y son dueños de 28% de los bosques y la mitad de las selvas que existen en la propiedad social. Los municipios que habitan son considerados captadores de agua, dado que producen importantes volúmenes como resultado de altas precipitaciones. Sin embargo, no corresponde la riqueza de los recursos con las condiciones de vida de su población (Robles y Concheiro, 2004).

Los esfuerzos para proveer de herramientas analíticas para estudiar el comportamiento ambiental,

derivado de las actividades humanas, destaca los trabajos que a través de criterios e indicadores de sustentabilidad comparan los sistemas productivos y formas de manejo de los recursos naturales en el ámbito local (Massera y López, 2000) y aquellos que aplican metodologías participativas para generar indicadores cualitativos para evaluar la dimensión social de la sustentabilidad y establecer pautas de desarrollo comunitario (Bocco *et al.*, 2000; González *et al.*, 2006).

La lectura de los trabajos permite identificar que la variación en las capacidades de los recursos naturales disponibles, es función de las limitaciones y/o potencialidades impuestas por las condiciones geoecológicas y los usos a los que son destinados. Por tanto, el desempeño ambiental será el resultado de la interacción de las condiciones geoecológicas y los modos de uso de los recursos naturales en el ámbito comunitario.

El mantenimiento de la biodiversidad y los recursos naturales es una función ecológica del sistema medio ambiental, por ello es necesario evaluar la *integridad y la capacidad* de los recursos naturales frente a las acciones de uso y manejo (Rusch y Sarasola, 1999).

El sistema de evaluación presión-estado-respuesta (SPER) se constituye en el antecedente más representativo de la evaluación del desempeño ambiental y herramienta que permite clasificar la información de los recursos naturales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Este sistema se basa en el conjunto de interrelaciones entre las actividades humanas que ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando la cantidad y calidad de los recursos naturales disponibles y definiendo sus condiciones particulares (E). El estado de salud de los recursos naturales y el medio ambiente, propiciará respuestas diferenciadas (R) de parte de distintos sectores sociales e institucionales de acuerdo con sus intereses y ámbito de competencia; estas acciones afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas (INE, 2000). El SPER considera las actividades humanas como factores de presión indirecta, y la generación de contaminantes, desechos y el uso de los recursos son factores de presión directa que inciden en el estado del medioambiente.

En los procesos de evaluación y toma de decisiones se utilizan los indicadores ambientales para identificar sintéticamente las fuerzas que contribuyen hacia el mejoramiento o la degradación de los recursos naturales (SEMARNAT, 2000). Más allá del carácter cuantitativo o cualitativo de los indicadores ambientales, éstos deben comprenderse como criterios dotados de un significado social, cargados de una urgencia política y necesidad creciente de contar con información que facilite la formación de una opinión a la hora de formular políticas ambientales y tomar decisiones en la asignación de recursos económicos y materiales (Manteiga, 2000). La finalidad del trabajo es caracterizar a través del sistema de presión-estado-respuesta y la matriz causa efecto, el desempeño ambiental y su relación con las prácticas de uso de los recursos naturales en el conjunto de dieciséis comunidades rurales seleccionadas.

## METODOLOGÍA

El procedimiento de esta investigación consta de tres etapas, la revisión de literatura, el análisis de la información estadística y cartográfica disponible, a través de ella se caracterizó el entorno biofísico y social de la zona en estudio, complementado con la información obtenida en recorridos de campo previos.

La tercera etapa constituye propiamente la estimación de la muestra, el diseño de la lista de chequeo, la recolección de los datos en las comunidades y aplicación de entrevistas no estructuradas a los líderes de opinión. Los datos recogidos de la experiencia de los pobladores, alimentaron el sistema de evaluación presión-estado-respuesta y la matriz causa-efecto que sintetiza el desempeño ambiental comunitario.

### Diseño del estudio de campo

El instrumento de recogida de datos está constituido por una lista de chequeo, es una técnica de identificación simple que permitió aproximarnos a las causas a través de la identificación de los efectos ambientales.

El diseño del instrumento de campo contempla una serie de variables y criterios formulados

a manera de preguntas cerradas que valoran la respuesta afirmativa (Si = 3) y negativa (No = 1) y aportan información sobre las causas, consecuen-

cias y acciones que los entrevistados realizan en el aprovechamiento de los recursos agua, suelo y bosque (Tabla 1).

Tabla 1. Variables e indicadores de la lista de chequeo

Criterios ambientales de bosque				
DEGRADACIÓN	Ampliación de la superficie de cultivo.	Extracción de tierra Recolección de leña	Aprovechamiento forestal para madera en rollo. Erosión del terreno	Pérdida de la superficie forestal Degradación de las cubiertas del suelo.
BIODIVERSIDAD	Disminución de plantas comestibles, medicinales.	Disminución de animales silvestres	Bosque abierto	Caza de animales silvestres y recolección de plantas.
CONSERVACIÓN	Reforestación	Aclareo y desbroce	Uso de madera muerta.	Recolección de leña. Otras actividades de conservación.
Criterios ambientales de suelo				
ACTIVIDAD BIOLÓGICA	PROFUNDIDAD	MATERIA ORGÁNICA	PH	DRENAJE
Ausencia de lombrices	Suelos superficiales	Suelos negros amarillos o grises	Salinidad	Encharcamiento
TEXTURA	DETERIORO	PRODUCTIVIDAD	CONSERVACIÓN	
Pedregosos, difícil de cultivar	Erosión intensa Cárcavas Acarreo de suelo	Bajo rendimiento Crecimiento lento de las plantas. Plantas amarillentas Malezas nocivas. Usa fertilizantes y otros agroquímicos	Uso de estiércol  Terrazas	Otras actividades de conservación.
Criterios ambientales de agua				
CALIDAD	DISPONIBILIDAD	DISTRIBUCIÓN	CONSERVACIÓN	
Contaminación. El agua sucia de las casas se vierte en ríos y arroyos. El agua usada para riego se vierte en los ríos y arroyos. El agua que utiliza la comunidad para beber es de buena calidad.	Es suficiente el agua para consumo en la comunidad.  Es suficiente el agua para riego.	Con frecuencia falta agua para riego.  Tienen conflictos por la distribución del agua.	Recupera el agua de lluvia.	Otras actividades de conservación.

Fuente: elaboración propia.

El diseño del estudio de campo es no experimental con una sola observación, el universo lo conformaron 4 282 ejidatarios distribuidos en dieciséis comunidades rurales del municipio de San Felipe del Progreso (Tabla 2). Las comunidades de Santa Ana Niché Centro y Estutempan no registran ejidatarios, en razón de que éstos se incluyen en el dato global de Santa Ana Niché Ejido y San Antonio Mextepec, respectivamente (GEM-DAG, 1960; INEGI, 1991).

El informante adecuado se definió a partir del criterio de poseer tierras en aprovechamiento agropecuario, forestal o ambos. En el cálculo de la muestra se aplicó la fórmula siguiente:

$$n = o^2 * p * q * N / E^2 * (N - 1) + o^2 * p * q.$$

$n$  = Muestra;  $N$  = Universo;  $p$  = característica a investigar, cuando no se conoce se determina en

50%,  $q$  = 50% es el complemento del universo;  $E$  = error muestral;  $o$  = nivel de confianza, intervalos o sigmas. Nivel de confianza 2 = 95.5% o Nivel de confianza 3 = 97.9%. Nivel de confianza elegido: 95.5 % y un error muestral del 10% (Sierra, 1995: 195).

$$n = \frac{2^2 \times 50 \times 50 \times 4282}{4 \times 2500 \times 4282} = \frac{42820000}{10^2 \times (4282-1) + 2^2 \times 50 \times 50} = \frac{42820000}{(100 \times 4281) + 4 \times 50 \times 50}$$

$$\frac{42820000}{428100 + 10,000} = \frac{42820000}{438100} = 98$$

$$428100 + 10,000 = 438100$$

La determinación de la relación cuantitativa del universo y la muestra, a través del cálculo del coeficiente de elevación y la fracción de muestreo,

Tabla 2. Características de la muestra

Clave de la localidad	Localidad/comunidad	Núm. de Ejidatarios	Cuestionarios-Estimados*	Cuestionarios aplicados	% respecto al universo	% respecto a la muestra
0076	San Antonio Mextepec	210	5	4	0.093	4.0
0031	Estutempan	0	0	4	0.093	4.0
0107	Santa Ana Niché Ejido	282	6	6	0.140	6.1
0108	Santa Ana Niché Centro	0	0	6	0.140	6.1
0035	Fresno Niché	344	8	6	0.140	6.1
0249	Ejido San Agustín Mextepec	216	5	6	0.140	6.1
0081	San Jerónimo Bonchete	257	6	6	0.140	6.1
0083	San Jerónimo Mavati	250	6	5	0.11	5.1
0029	Ejido Emilio Portes Gil	368	8	5	0.11	5.1
0099	San Nicolás Mavati	110	3	4	0.093	4.0
0045	San Antonio de las H.	365	8	6	0.140	6.1
0089	San Juan Cote	245	6	5	0.11	5.1
0037	Guadalupe cote	200	4	5	0.11	5.1
0097	San Miguel de la labor	337	8	6	0.140	6.1
0098	San Nicolás Guadalupe	750	17	9	0.21	9.1
0008	Calvario del Carmen	348	8	5	0.11	5.1
Total	16	4282	98	88	2.019	89.3

\*Las fracciones se redondearon.

Fuente: INEGI, 1991.

permitió estimar el número de listas de chequeo que se aplicarían en cada comunidad. El coeficiente de elevación indica que la muestra estimada para este estudio está contenida cuarenta y cuatro veces en el universo ( $4282/98 = 44.0$ ) y la fracción de muestreo representa el 2.28% ( $98 \times 100 / 4282 = 2.28\%$ ). Una de las aplicaciones de la fracción de muestreo es hallar la composición por estratos de una muestra cuando se conoce la población (*Ibid.*:180), la fracción de muestreo obtenida se aplicó a cada grupo de ejidatarios por comunidad ( $\text{Núm. ejidatarios} \times 2.28\% / 100$ ). En junio del 2010, la desconfianza de los pobladores y la distancia entre las comunidades permitió aplicar 88 listas de chequeo de las 98 estimadas. La verificación del equilibrio de la muestra se realizó calculando la tasa de participación de las listas de chequeo aplicadas en cada comunidad, con respecto al universo y la muestra estimada. Tal como se muestra en las últimas columnas de la Tabla 2, la fracción de la muestra aplicada (2.019%) no varía significativamente con respecto a la fracción de la muestra estimada (2.28%).

La información se ordenó de acuerdo con la foliación consecutiva de las listas de chequeo y en correspondencia con cada comunidad. Se capturó la información de los recursos bosque, suelo y agua en tres tablas, en cuyas filas se registraron las varia-

bles sujetas a cuestionamiento y en las columnas las valoraciones que los entrevistados les otorgaron en función de su respuesta afirmativa (SI = 3) o negativa (NO = 1).

En un segundo momento se reordenó la información aplicando los parámetros del sistema de evaluación presión-estado-respuesta y se realizó la sumatoria de los puntajes de cada variable, finalmente se calculó la participación porcentual con respecto al total, los porcentajes se simplificaron equiparándolos a la unidad (1.0) para definir el peso de cada variable en relación con el puntaje total de cada factor (Tabla 3).

Una vez definido el peso, la calificación de cada variable se asignó de acuerdo con Ponce (2007) y con el conocimiento de la zona en estudio (Tabla 4).

La valoración ponderada se obtuvo al multiplicar el peso y la calificación de cada variable (Tabla 5). Este procedimiento se replicó en cada variable constitutiva de cada factor de presión, estado y respuesta.

La visión sintética del desempeño ambiental se obtuvo mediante el diseño de la matriz causa-efecto, las causas se ordenaron en las líneas y los efectos en columnas.

La valoración de la magnitud de los efectos se realizó con base en las categorías de Jaimes *et al.* (2006), quienes consideran cinco magnitudes:

Tabla 3. Sintaxis de los cálculos

	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria	Total x Factor
Subtotal	TV1	TV2	TVN	TF
Porcentajes	$TV1 \times 100 / TF$	$TV2 \times 100 / TF$	$TVN \times 100 / TF$	100
Peso de cada variable en relación con la unidad	$\% \times 1 / 100$	$\% \times 1 / 100$	$\% \times 1 / 100$	1.0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Valores de calificación

Calificación	Significado
1	Baja
2	Media
3	Superior a la media
4	Superior

Fuente: Ponce, 2007.

Tabla 5. Ponderación de los factores

Factor	Peso	Calificación (C)	Ponderado
VARIABLE	$\% \times 1 / 100$	1, 2, 3, 4	$\% \times 1 / 100 \times C$
	Sumatoria		Sumatoria

Fuente: elaboración propia.

efecto mínimo (1), efecto leve (3), efecto moderado (5), efecto elevado (7) y efecto máximo (9) y de acuerdo con la observación en campo.

## ENTORNO BIOFÍSICO Y SOCIAL

Las dieciséis comunidades rurales seleccionadas se localizan en San Felipe del Progreso (SFP), este municipio forma parte del curso medio de la región del Alto Lerma y la etnoregión Mazahua (Sandoval, 1997; Figura 1).

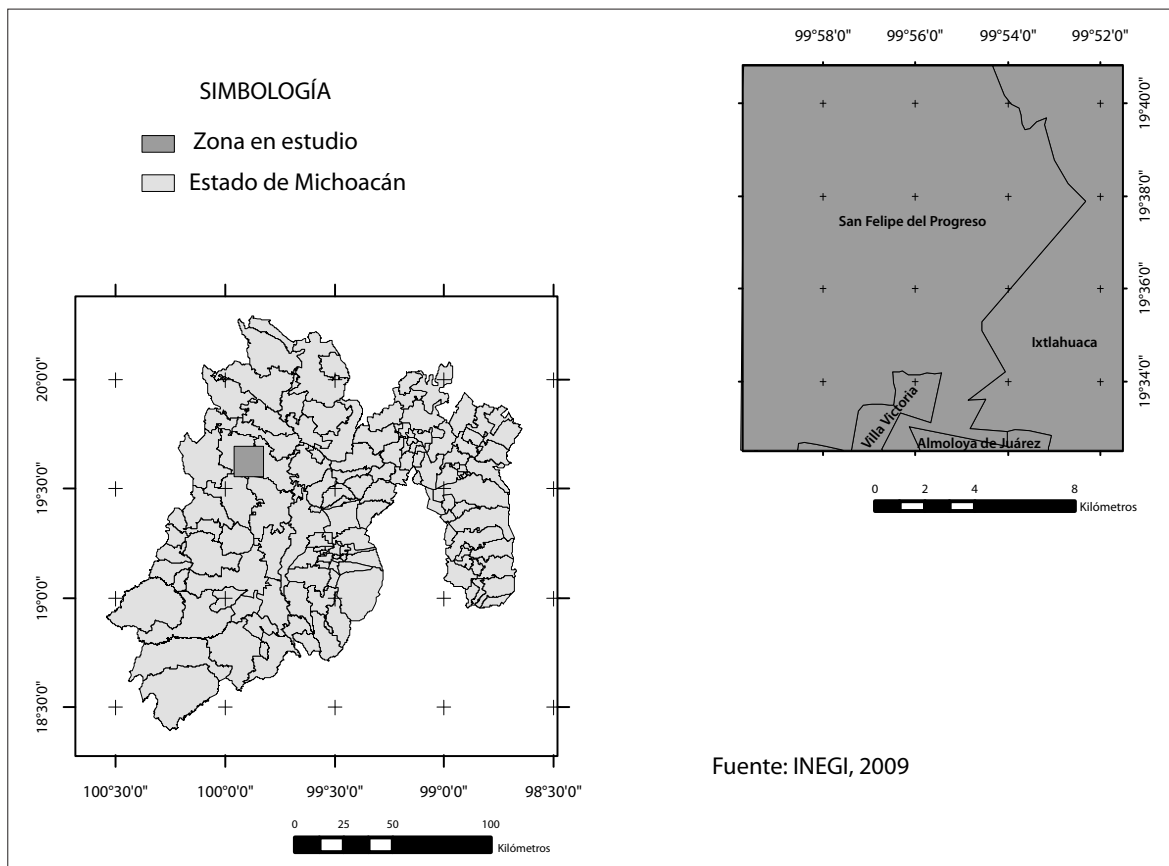
El contexto territorial de las comunidades estudiadas está definido por las características biofísicas de la provincia y subprovincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal y los valles, lagos y volcanes de Anáhuac, respectivamente (Figura 2).

Los elementos del paisaje configuran una morfología ondulada compuesta por lomeríos, llanuras y cerros. Los cerros el Tigre (2 950 msnm), Mavatí (2 980 msnm) y el Cerrito de la Labor (2 940 msnm) están considerados en el Acuerdo de Cimas y Montañas del Estado de México para la protección de la biodiversidad, animales y plantas representativas.

El material litológico de origen volcánico se distribuye al occidente del área y el aluvial en las vegas de las corrientes de agua.

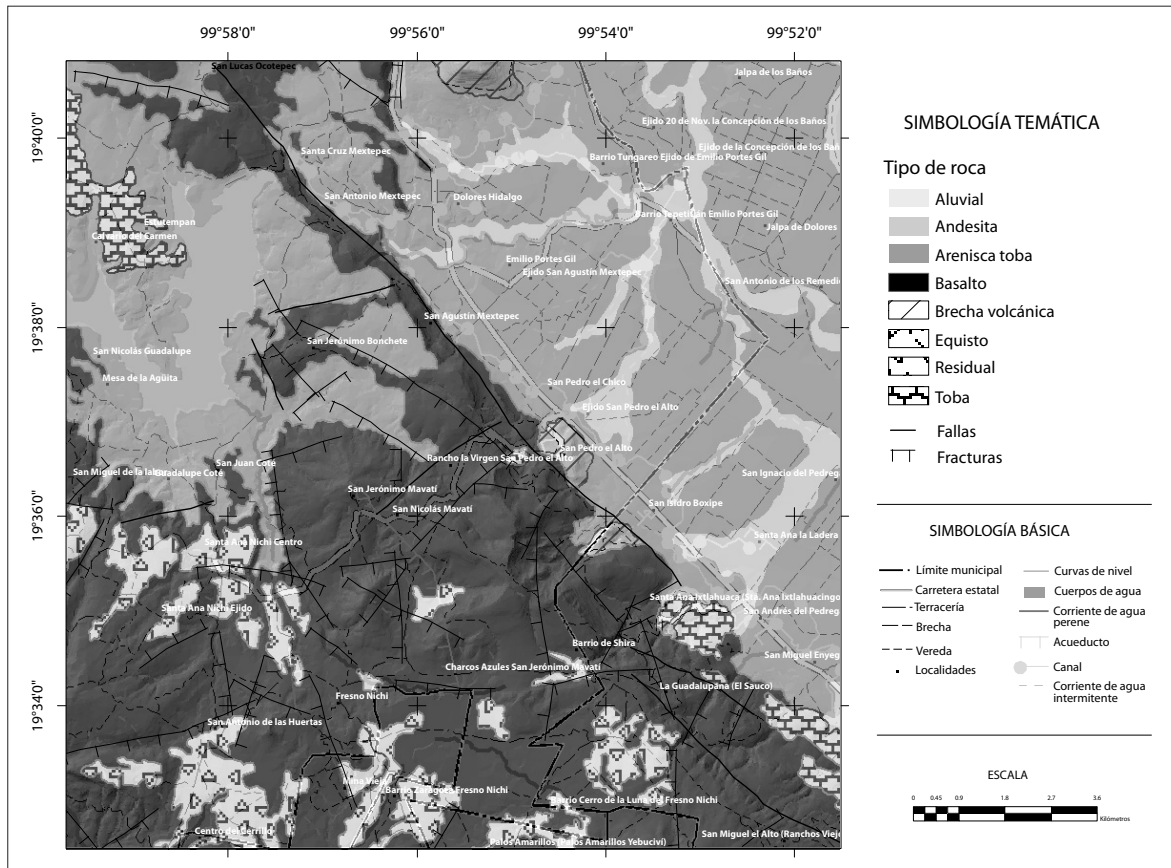
En correspondencia con la distribución del material volcánico prevalecen los suelos andosoles de vocación preferentemente forestal, los habitantes utilizan estos suelos para la agricultura de temporal (Figura 3).

La fragilidad de los suelos se aprecia en las áreas desprovistas de vegetación en las que aflora la roca



Fuente: elaborado con base en INEGI, 2009.

Figura 1. Localización del área en estudio.



Fuente: elaborada con base en INEGI, 1998.

Figura 2. Geología.

madre (litosol y regosol) y en la erosión activa que presentan los cerros y lomeríos.

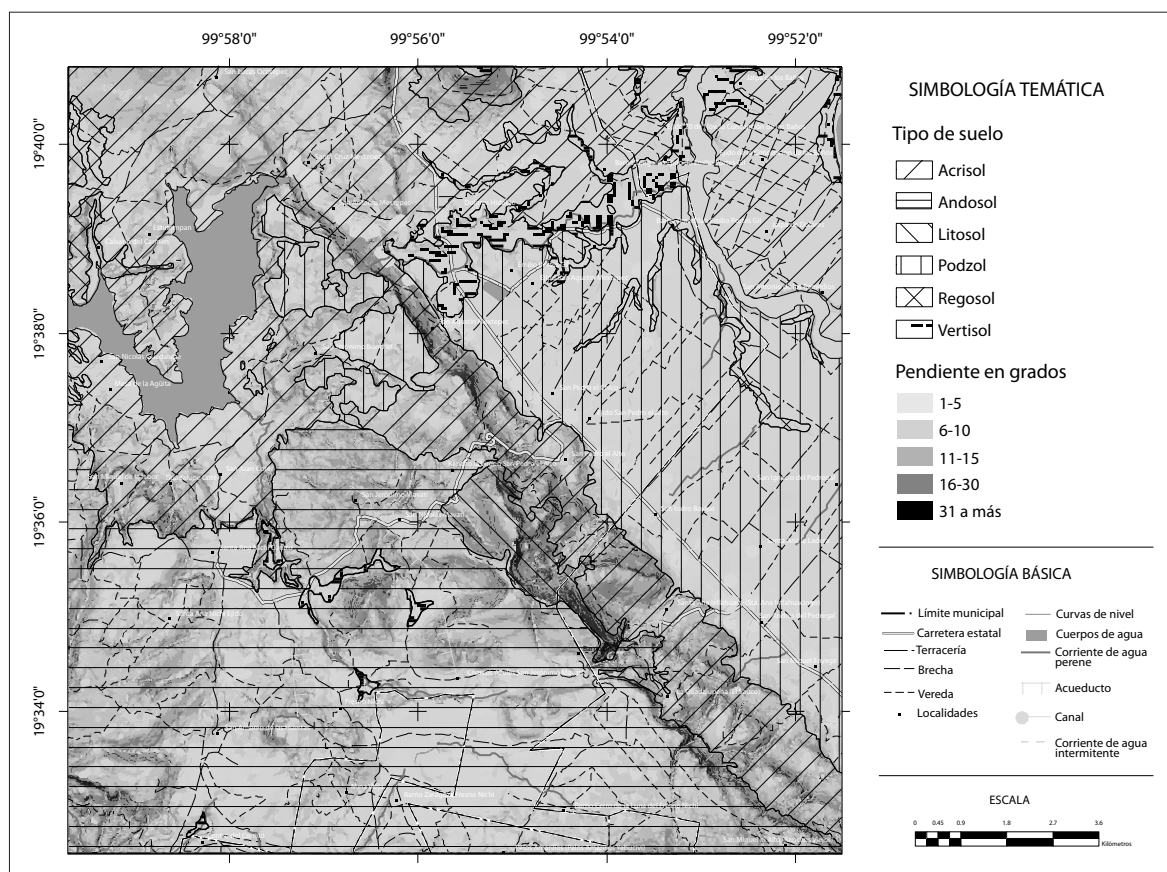
El componente hidrológico (Figura 4) se integra por los ríos San José, la Peña y arroyos temporales que alimentan la presa Tepetitlán, la presa fue construida en el periodo 1961-1964 con el propósito de controlar avenidas y el abastecimiento de agua para riego, su capacidad de almacenamiento total es de 67 623.2 millares de m<sup>3</sup>, el almacenamiento útil es de 67 367.3 millares de m<sup>3</sup> y su capacidad máxima de descarga es de 20 m<sup>3</sup>/seg, el área de la cuenca es de 373 km<sup>2</sup>, el área de riego de 9, 721 ha.

En las inmediaciones de la presa se extienden los suelos planosoles, presentan una capa superficial de arcilla fácilmente erosionable, son suelos antiguos que han sufrido un lavado continuo por los escurrimientos. Los suelos que tienen una aptitud agrícola de moderada a baja poseen una capa su-

perficial oscura, suave y rica en materia orgánica, se localizan en los valles y están cubiertos por pastizales y matorrales. En general domina la superficie agrícola de bajo rendimiento y susceptible a la erosión como consecuencia de la agricultura extensiva de temporal (Figura 5).

Las condiciones ecológicas están definidas por altitudes de 2 540 a 3 040 msnmm y climas templado subhúmedo y semifrío subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura y precipitación media anual oscila entre 12 y 18° C y 842.2 mm, respectivamente; julio es el mes más lluvioso (150 y 160 mm anuales) y el periodo de sequía prolongada se presenta de diciembre a abril; en esta época se registran lluvias de 10 mm.

Las principales asociaciones vegetales están conformadas por el bosque de oyamel, bosque de pino-oyamel, bosque de pino, bosque de encino



Fuente: elaborada con base en INEGI, 1998.

Figura 3. Suelos y pendiente.

y bosque de cedro. El bosque de pino se localiza en un rango de altitud de 2 700-3 200 msnm, la temperatura oscila entre 10 y 18° C y los suelos son ácidos y medianamente profundos en un clima semifrío.

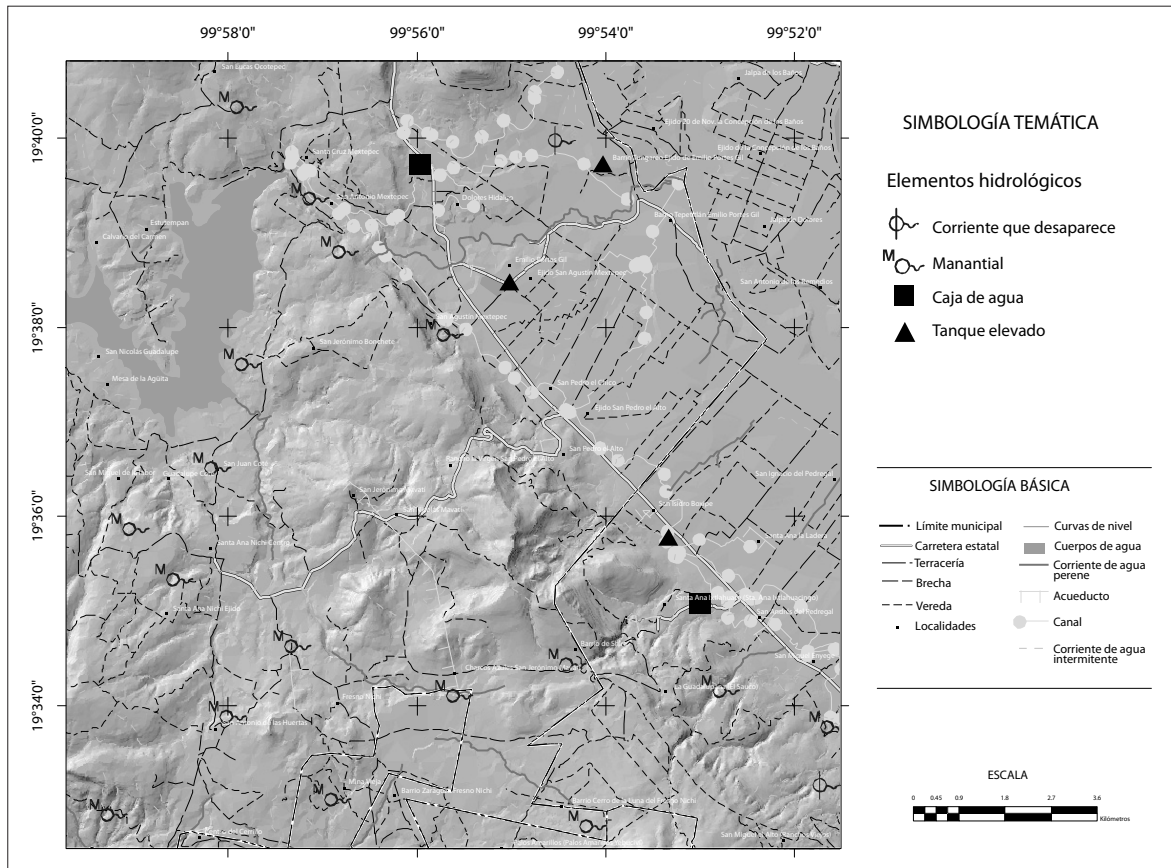
El bosque de cedro se distribuye en pequeños manchones que coexisten con bosque de oyamel y pino-encino, se encuentra en cañadas y suelos profundos con climas húmedos y frescos, en altitudes que varían de 2 700 a 3 200 msnm.

El bosque de encino es la asociación vegetal más extendida, convive con los pinos y se desarrolla en valles, laderas, elevaciones y barrancas en suelos de acidez moderada (PH 5.5 a 6.5) con abundante materia orgánica.

El área en la que se localizan las comunidades rurales se ubica en la porción central del municipio y éstas están relativamente comunicadas a la

cabecera municipal. La población total asciende a 39 214 habitantes y el 34% habla lengua mazahua. En la comunidad de Fresno Nichi se localiza el Centro Ceremonial Mazahua, el cual fue creado por la gestión de organizaciones indígenas en 1976 (GEM-PDUSFP, 2004).

La carta E14A27 Ixtlahuaca de Rayón, editada y publicada por el INEGI en 1998, resalta el patrón de distribución de las comunidades en estudio, el uso del suelo agrícola de temporal, los manchones de bosque templado, las áreas desprovistas de vegetación y múltiples caseríos dispersos. Las comunidades conforman asentamientos que surgieron a partir de ranchos o haciendas que se disolvieron en los años posteriores a la revolución, su morfología distingue un pequeño centro, seguido de una zona de primer crecimiento conformada por una o dos calles y ocupada por construcciones recientes, la



Fuente: elaborada con base en INEGI, 1998.

Figura 4. Hidrología.

tercera zona de crecimiento se difunde en lotes amplios y parcelas de cultivo (Figura 6).

El sistema de propiedad comunal y ejidal es un factor que ha promovido los asentamientos irregulares, los terrenos de labor se subdividen entre los miembros y vecindados de las comunidades y se convierten en áreas de asentamientos precarios carentes de servicios e infraestructura.

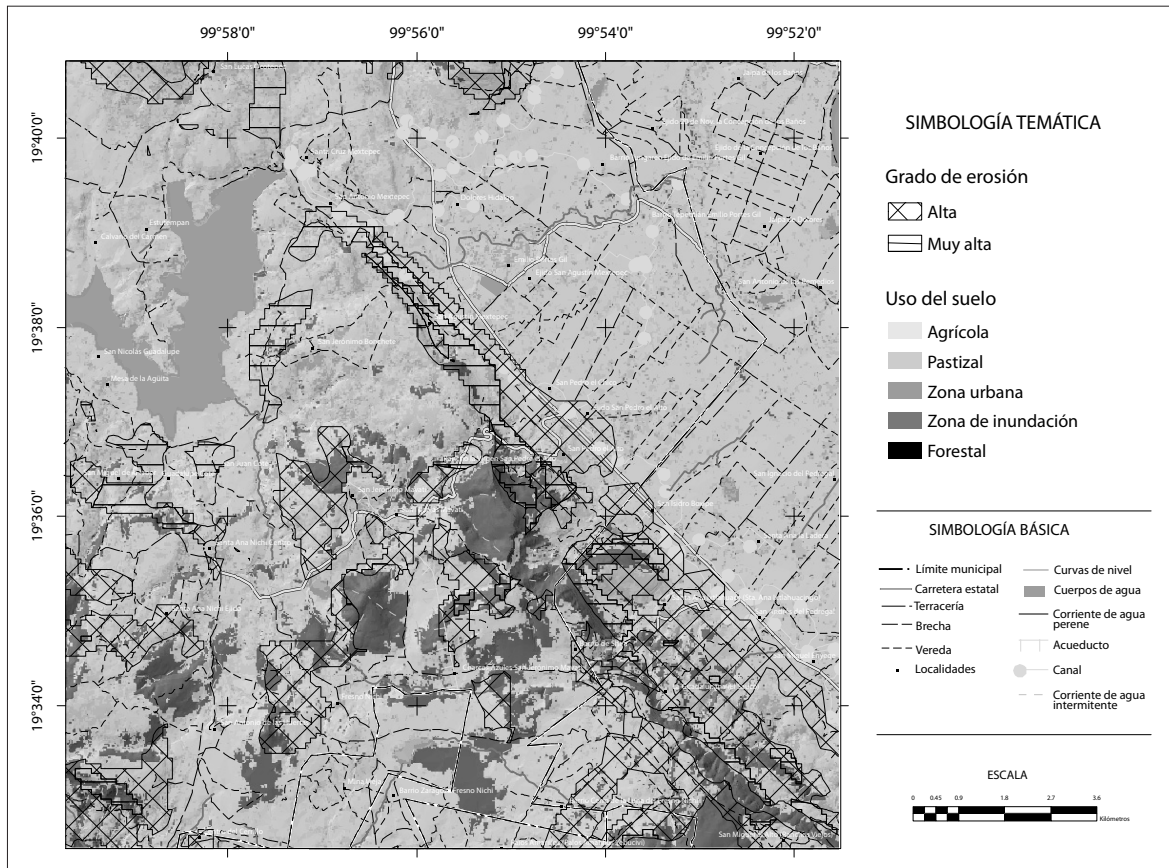
La mayoría de las comunidades presenta índices de rezago social e índices de marginalidad en grado alto y muy alto (Tabla 6). Los indicadores sociales que repercuten significativamente en el grado de marginación son: el analfabetismo, la población sin primaria completa, la participación de las viviendas sin agua entubada, las viviendas sin drenaje, el hacinamiento y el ingreso.

Algunas de las problemáticas principales son: la disponibilidad de agua potable entubada al in-

terior de la vivienda y el drenaje. La introducción de agua potable ha sido difícil por la dispersión de las comunidades y el incesante fenómeno de los asentamientos irregulares, las familias abastecen sus necesidades de agua, de manantiales, arroyos y pozos excavados por ellos.

La distribución de los servicios en las viviendas particulares habitadas (6 657) indica que la dotación de energía eléctrica tiene la mayor cobertura (88%), seguida por las viviendas con escusado (57%) y agua entubada al interior de la vivienda (46%). El drenaje cubre sólo las necesidades del 18% de las viviendas y sus modalidades incluyen en pocos casos la conexión a una red pública, es común la fosa séptica y la descarga de aguas residuales en barrancas o corrientes de agua (Figura 7).

Aunque la ocupación en el sector primario es significativa, la población ocupada por sector



Fuente: elaborada con base en INIFAP, 2003.

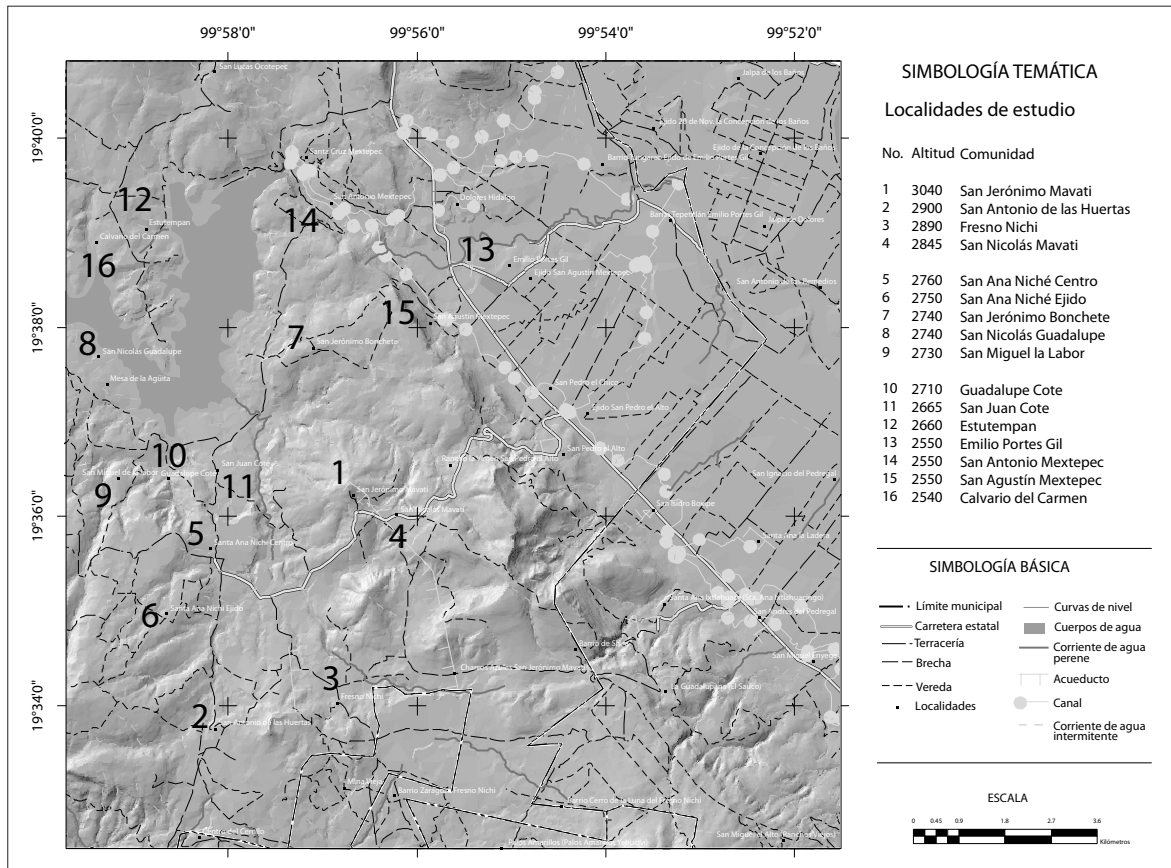
Figura 5. Problemática del uso del suelo y erosión.

económico define una estructura laboral terciaria y secundaria. La actividad industrial se circunscribe a la elaboración de productos artesanales, prendas de vestir, bordados sobre tela, objetos de plata y muebles rústicos y la explotación del tezontle (Figura 8). La producción agrícola de maíz se destina en su mayoría al autoconsumo, se complementa con la cría y engorda de ganado bovino, ovino, porcino, caprino, aves de corral y colmenas.

La ocupación terciaria y secundaria se explica en el contexto de las relaciones laborales que establecen las comunidades rurales con el mercado de trabajo en el Distrito Federal, San Felipe del Progreso y la ciudad de Toluca. El 25% de los informantes indicó que alguno de los miembros de la familia trabaja en el sector de la construcción, desempeñándose como albañil, y que las mujeres se contratan en el servicio doméstico, y que ambos aportan un

mínimo de 50 a 100 pesos diarios o bien de 250 a 500 pesos a la semana. La estructura del ingreso expresa la participación de la población ocupada que recibe un salario y dos salarios mínimos (sm). La tendencia hacia el incremento del sector de población que percibe no más de dos salarios mínimos, cuestiona la satisfacción de las necesidades básicas de las familias (Figura 9).

Estos indicadores muestran una situación de rezago y deficiencia en los aspectos que determinan el desarrollo humano. Sobresale una economía basada en la agricultura de subsistencia, marginación de la población indígena, atomización de la propiedad social, carencia de servicios básicos, explotación irracional de los recursos naturales y la degradación progresiva del medio ambiente, lo cual obliga a los miembros de las comunidades a buscar el sustento fuera de su lugar de origen.



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Patrón de distribución de las comunidades rurales.

## FACTORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Las características de algún fenómeno experimental se representan en arreglos lógicos entre los conceptos, en este sentido, se puede defender formalmente un modelo lógico como una abstracción de la realidad que sirve para ordenar y simplificar una apreciación de la misma, mientras continúa representando sus características esenciales (Namakforoosh, 2002:55). En esta línea las causas, los efectos y las respuestas que caracterizan el estado ambiental de los recursos naturales en las comunidades estudiadas se presentan a través de tres modelos de presión-estado-respuesta. El sistema de bosque muestra que los principales factores de presión, son: la caza y colecta de plantas comestibles, la recolección de leña, la tala ilegal, la extracción de tierra, el incremento de la

superficie de cultivo y menos el corte de madera en rollo (Figura 10).

Los factores de presión inciden en el estado que presenta el ecosistema forestal y explican la disminución de las plantas comestibles, la cubierta vegetal y los animales silvestres, así como la pérdida y fragmentación del bosque y la erosión.

Las tierras cubiertas de bosque en su mayoría corresponden a tierras de uso común, cuyo aprovechamiento está sujeto a las disposiciones y restricciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003), la extracción de leña se restringe a los aprovechamientos regulados para uso exclusivamente doméstico, paralelo a esta situación los programas federales están induciendo en grupos muy reducidos la práctica de la reforestación y las estufas ahorradoras de leña.

Tabla 6. Índice y grado de marginación

Clave de la localidad	Localidad/comunidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación
0076	San Antonio Mextepec	1 386	0.47346	Alto
0107	Santa Ana Niché Ejido	1 440	- 0.17536	Alto
0108	Santa Ana Niché Centro	1413	-0.492284196	Alto
0035	Fresno Niché	2191	-0.404930658	Alto
0249	Ejido San Agustín Mextepec	4 163	- 0.04792	Alto
0081	San Jerónimo Bonchete	2 074	0.35895	Alto
0083	San Jerónimo Mavatí	825	0.01458	Alto
0029	Ejido Emilio Portes Gil	2 955	- 0.85748	Medio
0099	San Nicolás Mavati	1052	- 0.02701	Alto
0045	San Antonio de las Huertas	3 392	0.150402072	Alto
0089	San Juan Cote	2081	0.489687546	Alto
0037	Guadalupe cote	1462	0.787029751	Muy alto
0097	San Miguel de la labor	4839	0.794843418	Muy alto
0098	San Nicolás Guadalupe	5455	0.487461481	Alto
0008	Calvario del Carmen	3925	1.210425504	Muy alto
0031	Estutempan	561	0.601020733	Alto
Total	16	39 214		

Fuente: CONAPO, 2006.

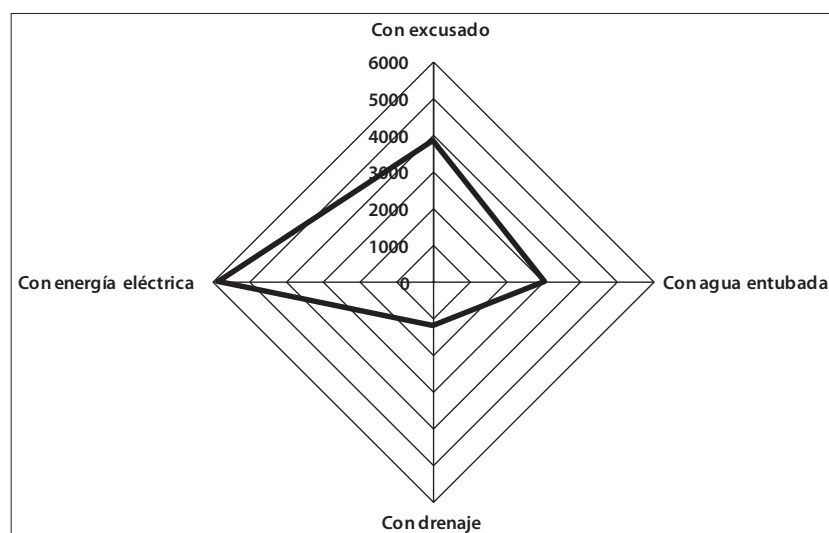


Figura 7. Servicios en la vivienda.  
Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2007.

Aunque se realizan labores de reforestación y se reporta el uso de madera muerta, las respuestas son limitadas, es bastante más significativa la recolección-extracción de leña y el insignificante apoyo técnico y financiero por parte de las autoridades, comparado con la presión que ejercen los pobladores en la biodiversidad y el bosque.

El sistema suelo destaca la presión del uso agrícola y pecuario, y la dificultad para labrar la tierra, en este caso se identificaron dos grupos de factores de estado.

Uno corresponde a las propiedades de los suelos: salinidad, pedregosidad, drenaje deficiente, bajo contenido de materia orgánica, baja actividad biológica y profundidad, y el segundo grupo da cuenta del lento crecimiento de los cultivos, malezas nocivas, deficiencias nutritivas y bajo rendimiento (Figura 11).

La respuesta para mejorar los sistemas de manejo de las tierras de uso agrícola se limitan al uso de

estiércol y a la reducción en el uso de agroquímicos, esto último se debe en parte al elevado costo que actualmente implica su consumo. Aun en estas condiciones los agroquímicos son un factor causal de la contaminación del agua y el suelo.

Las comunidades de Emilio Portes Gil, San Agustín Mextepec, San Miguel de la Labor, San Nicolás Guadalupe, San Antonio de las Huertas y Calvario del Carmen, deben cumplir con los parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 (SEMARNAP, 1996), esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas o bienes nacionales, las demás comunidades no están obligadas a cumplir con la norma por tener menos de 2 500 habitantes.

No obstante que la observancia de la norma oficial es función del Ayuntamiento a través de la Dirección de Obras Públicas, e implica la elabora-

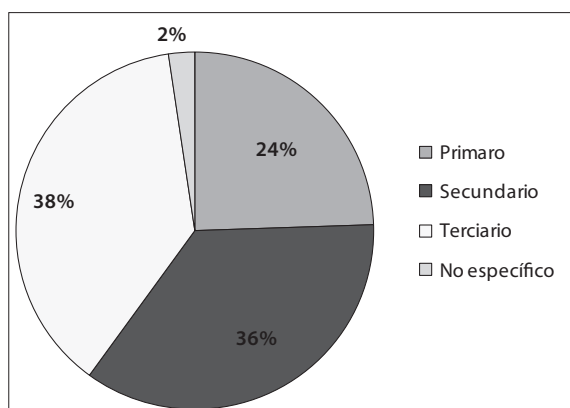


Figura 8. Población ocupada por sector económico. Fuente: INEGI, 2000. Elaboración propia.

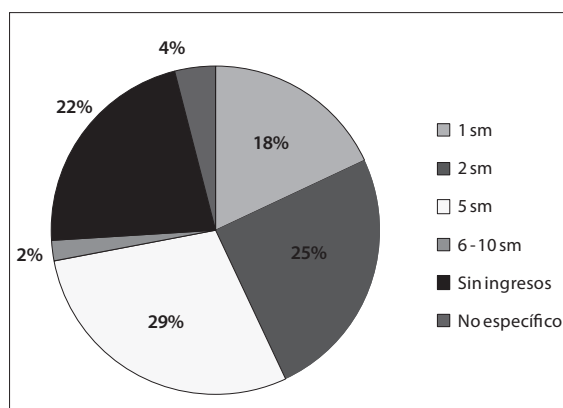


Figura 9. Segmentación del ingreso. Fuente: INEGI, 2000. Elaboración propia.

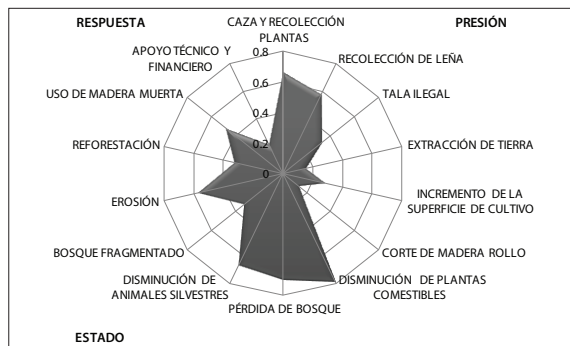


Figura 10. Sistema presión-estado-respuesta en bosque. Fuente: elaboración propia.

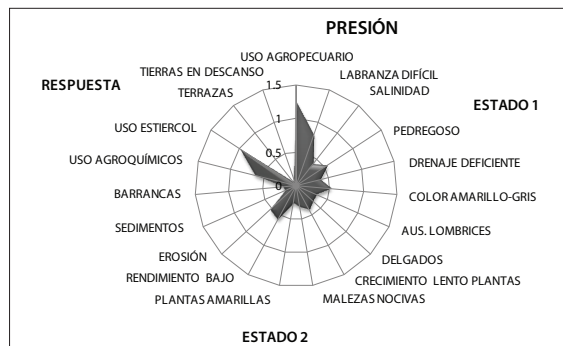


Figura 11. Sistema presión-estado-respuesta en suelo. Fuente: elaboración propia.

ción de un programa de acciones y obras que deberán ejecutarse para cumplir con el tratamiento de las aguas residuales y presentarlo ante la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Ecología. El sistema de evaluación de agua destaca la contaminación producida por la evacuación y vertido de aguas negras de uso doméstico y uso agropecuario en corrientes superficiales y barrancas (Figura 12).

Las descargas residuales y la proliferación de tiraderos de basura a cielo abierto se realizan sin control produciendo la contaminación del agua de las corrientes superficiales y depósitos de almacenamiento. La contaminación por residuos de productos agroquímicos y plaguicidas, queda en los campos agrícolas, cuerpos de agua, tiraderos clandestinos entre otros, poniendo en riesgo la salud de la población y el deterioro del ambiente.

Los pobladores identifican el problema de la contaminación del agua y sus causas, sin embargo, la preocupación principal es la distribución del vital líquido. A juicio de los habitantes el agua para consumo humano es buena, la mayoría la obtiene de los “ojos de agua” o manantiales, existe una distribución equitativa y suficiente para uso doméstico e insuficiente para riego, no saben o no aceptan hasta qué punto la contaminación superficial del suelo y agua está repercutiendo en las fuentes de agua subterránea. La conflictividad por el recurso agua no es significativa y practican la recuperación de agua de lluvia en función de la carencia o insuficiencia de los recursos hídricos.

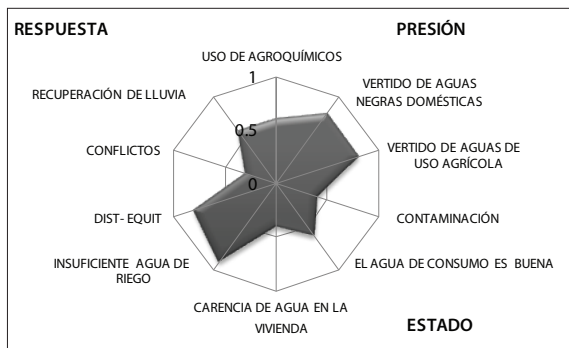


Figura 12. Sistema presión-estado-respuesta agua. Fuente: elaboración propia.

## BALANCE DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

La función ecológica de un ecosistema refiere los aspectos relativos al ciclo de nutrientes y flujo de energía, y los componentes biofísicos al marco físico ambiental, la biomasa y la diversidad biótica (Benítez *et al.*, 1998). Los beneficios en términos de mejores recursos de suelo, agua y biomasa varían entre los pueblos según las condiciones climáticas, agrícolas, topográficas y los tipos de suelo (Pagiola *et al.*, 2003; Tabla 7).

Las condiciones geoecológicas representadas por el conjunto de factores biofísicos (estructurales) y ecológicos (funcionales) establecen los límites de los recursos naturales, definen la diversidad geográfica y el potencial natural del área. En tanto, el soporte de las actividades humanas, los modos de aprovechamiento de los recursos suelo, agua y vegetación incidirán en su estado de conservación o deterioro.

El balance sintetiza las variables independientes o causas que inciden en las variables dependientes o efectos que se producen en el sistema ambiental comunitario. El sistema causa-efecto ordenado jerárquicamente confirma que la principal causa del estado ambiental de los recursos naturales en las comunidades rurales son las actividades humanas. El carácter extensivo de la superficie de cultivo y la ampliación progresiva de la frontera agrícola, son factores asociados que tienen una influencia directa a través de las prácticas culturales: preparación de la tierra para la siembra, quemadas inducidas (roza-tumba y quema) y manejo de agroquímicos. La presión que ejerce el avance de la superficie de cultivo y la tala ilegal del bosque explica la naturaleza regional de los procesos de reducción y pérdida de la cubierta forestal, el aumento de la erosión y la alteración del flujo hidrológico.

La pérdida de la cubierta forestal lleva al exterminio de la reserva genética, inherente a los ecosistemas autóctonos y merma el potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas para el bienestar humano y lleva a la pérdida del hábitat en general (Velásquez *et al.*, 2002).

Las alteraciones suman la merma de la biodiversidad inducida principalmente por las necesidades de los pobladores, ejercida por medio de la caza

Tabla 7. Matriz causa-efecto del deterioro ambiental

C/E	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5	EF6	EF7	EF8	SUBTOTAL	%
C1	7	7	9	7	3	1	1	1	36	13.6
C2	9	9	9	5	1	1	1	1	36	13.6
C3	9	9	1	1	1	1	1	1	24	9.1
C4	5	5	1	5	1	1	1	1	20	7.6
C5	1	1	7	1	5	7	9	1	32	12.1
C6	1	1	5	1	3	3	9	7	30	11.4
C7	1	1	1	1	1	1	7	1	14	5.3
C8	1	1	1	1	1	1	9	9	24	9.1
C9	1	1	1	1	3	3	1	7	18	6.8
C10	3	3	1	3	3	3	5	9	30	11.4
SUBTOTAL	38	38	36	26	22	22	44	38	264	100.0
	14.4	14.4	13.6	9.8	8.3	8.3	16.7	14.4	264	100.0

CAUSAS	EFFECTOS
C1. INCREMENTO DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO C2. TALA ILEGAL C3. CAZA Y RECOLECCIÓN DE PLANTAS C4. RECOLECCIÓN DE LEÑA C5. SUELOS CON RESTRICCIONES C6. USO DE AGROQUÍMICOS C7. VERTIDO DE AGUAS NEGRAS DOMÉSTICAS C8. VERTIDO DE AGUAS DE USO AGRÍCOLA C9. INSUFICIENTE AGUA PARA RIEGO C10. AUSENCIA DE APOYO TÉCNICO Y FINANCIERO	EF1. DISMINUCIÓN DE PLANTAS COMESTIBLES. EF2. DISMINUCIÓN DE ANIMALES SILVESTRES EF3. EROSIÓN EF4. PÉRDIDA DE BOSQUE EF5. BOSQUE FRAGMENTADO EF6. CRECIMIENTO LENTO Y RAQUÍTICO DE LOS CULTIVOS EF7. RENDIMIENTO BAJO DE LA TIERRA EF8. CONTAMINACIÓN DE AGUA Y SUELO

Fuente: elaboración propia.

de animales silvestres y la recolección de plantas comestibles (Figura 13), la extinción de flora y la fauna local parece ser irreversible.

En el ámbito micro local la recolección y extracción de leña en variados estratos vegetales, así como el pastoreo de ganado menor, ha dado lugar a significativas áreas desprovistas de vegetación en las partes altas, lo cual acelera la erosión y el arrastre de sedimentos hacia la planicie.

La ausencia de retención de suelo, producido por la deforestación, ocasiona erosión hídrica, reducción de la captura de agua, sedimentación de ríos, lagos, presas y lagunas, así como el riesgo de inun-

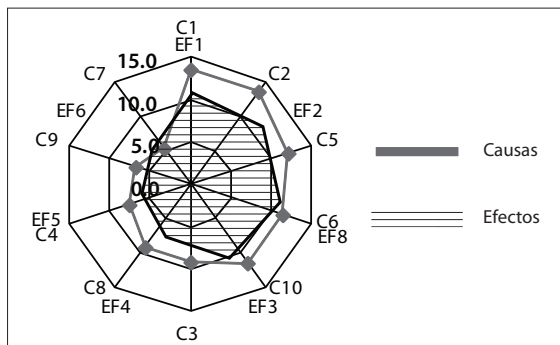


Figura 13. Sistema causa-efecto de desempeño ambiental. Fuente: elaboración propia.

daciones, y la disminución de los usos consuntivos y la falta de tratamiento de las aguas residuales afectan al final de cada cuenca (Álvarez, 2006).

El arrastre de sedimentos por las corrientes de agua, altamente erosivas y torrenciales se depositan en la presa Tepetitlán acelerando su asolvamiento. En época de secas estos sedimentos combinados con otro tipo de partículas suspendidas, movidas por el viento, son causa de enfermedades respiratorias.

La relación pérdida-conservación del bosque acusa un deterioro congénito evidenciado por la presencia de manchones aislados de bosque en las elevaciones pronunciadas, la situación solo es explicable por el avance histórico de la frontera agropecuaria y la tala inmoderada de árboles.

La fragilidad y vulnerabilidad del bosque no sólo se explica por la correlación de los factores de presión o causas relacionadas con las prácticas de manejo de la tierra, inciden también factores de orden jurídico-social. Los derechos de propiedad comunal de la superficie boscosa y de acuerdo con la normatividad agraria y ambiental vigente, implican que el uso comunitario de los diversos estratos vegetales está sujeto a las obligaciones de cuidado y conservación, sin embargo, en la práctica su uso se desarrolla en condiciones de libre acceso, lo que favorece la merma de la biodiversidad, la extracción de leña y la tala ilegal.

El efecto de las regulaciones y restricciones para que las comunidades utilicen sus recursos patrimoniales ha sido contraproducente, lejos de frenar el deterioro de los recursos básicos y medioambientales, han agudizado el problema, lo cual confirma la ausencia de estrategias regionales que coadyuven para lograr el equilibrio entre la productividad, la conservación y la equidad.

El sistema edáfico presenta serias deficiencias físicas y nutritivas, aspectos que afectan significativamente el crecimiento de los cultivos principales: maíz, haba y avena, y su rendimiento. En las áreas agrícolas de riego el problema principal es la salinidad y la tendencia hacia la acidificación de la capa arable. En este contexto, el uso de agroquímicos presenta una doble connotación, es respuesta al bajo rendimiento de los cultivos y causa de la contaminación de los cuerpos de agua.

En las limitaciones del suelo para producir alimentos y en la poca atención en la contaminación del agua, los pobladores identifican con mayor énfasis la ausencia del apoyo técnico y financiero por parte de las autoridades, pocos de los entrevistados están beneficiados por los programas federales: Oportunidades y Procampo, entre otros.

El vertido de aguas de desecho agrícola y doméstico resalta el deterioro de la calidad del agua y el impacto ambiental que recibe la menor atención. La prioridad de producir alimentos, la presión que ejerce el aumento de la población y el número de viviendas habitadas, así como la carencia de drenaje le confiere a la contaminación de agua un carácter irreversible.

Ante el deterioro de los recursos productivos y ambientales no es difícil acotar la necesidad de implementar estrategias sustentables ecológicamente viables, económicamente factibles y socialmente deseables. Sin embargo, en la perspectiva institucional prevalece la proyección de las soluciones por medio de la transferencia de la tecnología: saneamiento de los cuerpos de agua, implantación de tecnologías para la potabilización y tratamiento de aguas residuales, promoción de apoyos económicos para la reconversión productiva, asesoría técnica permanente, impulso a silvicultura y viveros. Las estrategias para superar las limitaciones e introducir los servicios y el equipamiento sanitario básico para frenar el deterioro de los recursos naturales, no parecen metas viables en el corto plazo, debido a la fuerte dependencia del componente económico requerido para llevar a cabo los proyectos.

## CONCLUSIONES

Los factores identificados en este estudio no ofrecen una medida exacta del desempeño ambiental, aportan una visión sintética construida a partir de la perspectiva de los pobladores, su importancia explicativa radica en su vinculación al contexto (s).

El contexto socioeconómico, cultural y geológico particular condiciona las características de los modos de uso y manejo de los recursos naturales, éstos fungen como mecanismos mediadores o interfase de las interacciones sinérgicas y/o disfun-

cionales entre el sistema social y el sistema natural.

Las causas y los factores de presión conforman complejos sistemas perturbadores que están alterando progresivamente el equilibrio dinámico de los recursos naturales y medioambientales comunitarios, contribuyendo así a su deterioro.

El sistema presión-estado-respuesta y la matriz causa-efecto sintetizan el carácter congénito del estado de deterioro ambiental que guardan los recursos naturales, agua, suelo y bosque en las comunidades rurales estudiadas, y confirman que los modos de uso y aprovechamiento utilizados por agentes locales y extra locales se constituyen en la variable independiente o factor de presión más significativo en términos de su repercusión en el deterioro y merma de los recursos naturales.

Los aspectos que escapan al conocimiento sensible de los pobladores se refieren a la percepción sobre las consecuencias sistémicas de la pérdida de la cubierta forestal asociadas a la afectación del ciclo hidrológico en la fase inicial de captación de agua lluvia, en la disminución del volumen de escurrimiento y la recarga de los mantos freáticos.

En las comunidades rurales la apropiación y aprovechamiento de la naturaleza responde a una racionalidad de subsistencia, en esa medida la satisfacción de las necesidades básicas: alimento, agua y energía, ha llevado a los pobladores a la implementación de prácticas de uso y manejo inadecuadas, aspectos que rebasan la capacidad de carga del ambiente y son muestra de una racionalidad ecológica ausente, lo cual repercute negativamente en el sistema social y medio ambiental, mermando progresivamente las posibilidades de un desarrollo comunitario sostenible.

La vida en comunidad depende en grado superlativo de los recursos naturales, sin embargo, se corroboró que la conciencia de la previsión del futuro está ausente; lo más importante para los miembros de estas *comunidades en riesgo* es la satisfacción de sus necesidades inmediatas: la situación proyecta un escenario desfavorable y sujeto a ciclos cada vez más lentos en la regeneración de los recursos naturales.

En la mayoría de las comunidades rurales la reminiscencia de los rasgos culturales se expresa en la lengua indígena, la identidad y la cosmovisión indígena está siendo suplantada por la intromisión

de valores propios de la vida urbana llevados a lo local por el trabajo migratorio, lo cual ha modificado no sólo la convivencia familiar, sino también los modos de vida y los procesos de apropiación y aprovechamiento de los recursos naturales.

La débil economía doméstica, la marginación social, las limitadas oportunidades de empleo y la propiedad de la tierra destacan la ausencia de los factores sociales en el sistema de evaluación presión-estado-respuesta, esta deficiencia es superable por medio del trabajo de campo, y en nuestra opinión el sistema analítico lógico utilizado en este estudio es susceptible de enriquecerse y replicarse en distintas áreas.

## AGRADECIMIENTOS

Se contó con el apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de México y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del proyecto CONACYT 2008 54706.

## REFERENCIAS

- Álvarez Icaza, P. (2006), "Dinámicas colectivas en la apropiación de las aguas subterráneas en México", *Manejo de recursos de uso común*, Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 1-70.
- Barton Bray, D. y L. Merino Pérez (2004), *La experiencia de las comunidades forestales en México*, INE-SEMARNAT, México.
- Benítez Díaz, H., E. Vega López, A. Peña Jiménez y S. Ávila Foucat (eds.; 1998), *Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/SEMARNAP-Instituto Nacional de Ecología, WWF, México, pp. 1-199.
- Bocco, G., A. Velázquez y A. Torres (2000), "Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México", *Interciencia*, marzo-abril, año/vol. 25, núm. 002, Asociación Interciencia, Caracas, Venezuela, pp. 64-70.
- CONAPO (2006), *Índices de marginación, 2005*, México: población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación por localidad, 2005, México, pp. 9-307 [[http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/marg\\_local05/IM2005-MEX.xls](http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/marg_local05/IM2005-MEX.xls)], consultado 26 de agosto de 2009.

- DOF (2003), *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Centro de Documentación, Información y Análisis, Diario Oficial de la Federación, 25 de febrero, México.
- Gerritsen, P., M. Montero y P. Figueroa (2003). “El mundo en un espejo. Percepciones campesinas de los cambios ambientales en el occidente de México”, *Economía, Sociedad y Territorio*, julio-diciembre, año/vol. VI, núm. 014, El Colegio Mexiquense, Toluca, Estado de México, pp. 253-278.
- GEM-PDUSFP (2004), *Plan municipal de desarrollo urbano de San Felipe del Progreso*, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano [http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/san-felipe-del-progreso].
- GEM-DAG (1960), *Dotaciones de Tierras Ejidales comprendidas de 1919 a 1968*, Gobierno del Estado de México, Dirección de Agricultura y Ganadería-Departamento de Divulgación, Toluca, Estado de México.
- González Maya, C. (2010), *Diagnóstico ambiental participativo en la comunidad rural de Agua Blanca dentro del Parque Nacional Nevado de Toluca*, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, p. 141.
- González Esquivel, C. E., H. Ríos Granados, L. Brunett Pérez, S. Zamorano Camiro y C. I. Villa Méndez (2006), “¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del valle de Toluca, México”, *Convergencia*, enero-abril, año/vol. 13, núm. 040, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, pp. 107-139.
- Hyde, W. F. (2001), “Deforestación y aprovechamiento forestal”, *Gaceta Ecológica*, enero-marzo, núm. 059, Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 1-36.
- INE (2000), *Protegiendo al ambiente. Políticas y gestión institucional. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*, INE, SEMARNAT, México.
- INEGI (1998), Carta E14A27 Ixtlahuaca de Rayón, tercera edición, 1998, primera impresión, escala 1:50 000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (1991), *Documento de trabajo inédito: Resultados preliminares del VII Censo Agropecuario*, Coordinación Censal Estatal, Toluca, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (2000), *Tabulados Básicos Nacionales y por Entidad Federativa. Base de datos y Tabulados de la Muestra Censal. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (2007), *II Conteo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2005 (ITER)*, Estado de México [http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/default.asp?c=7317: 22 febrero de 2008].
- INIFAP (2003), *Sistema de información de uso actual del suelo del Estado de México SIUSEMEX*, versión 2.0, SAGARPA, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de Toluca, Toluca, Estado de México.
- Jaimes, E. J., J. G. Mendoza, Y. T. Ramos y N. M. Pineda (2006), “Metodología multifactorial y participativa para evaluar el deterioro agroecológico de dos subcuencas en el Estado de Trujillo, Venezuela”, *Inter-ciencia*, octubre, año/vol. 31, núm. 010, Asociación interciencia, Caracas, Venezuela, pp. 720-727.
- Larson, J. y J. Sarukhán (2003), “Cuando los bienes comunes son menos trágicos: dominios eminentes y privilegios comerciales en la valoración patrimonial del México rural. La fortuna de los bienes comunes en el México Rural”, *Gaceta Ecológica*, núm. 67, INE-SEMARNAT, México, pp. 7-27.
- Manteiga, L. (2000), *Los Indicadores Ambientales como Instrumento para el Desarrollo de la Política Ambiental y su Integración en otras Políticas. TERRA centro para la política ambiental* [www.terracentro.org/Terraweb/Doc-es/San%20Lugar%20indicadores.PDF].
- Masera, O. y S. López Ridauro (2000), *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México Rural*, Mundi Prensa, Grupo Interdisciplinario de Tecnología rural apropiada (GIRA), México.
- Namakforoosh, M. N. (2002), *Metodología de la Investigación*, Limusa, Grupo Noriega Editores, México.
- OECD (1988), *Towards sustainable development: environmental indicators*, OECD, Paris. *Of biophysical resources*. Paul Chapman Publishing Ltd. U.K.
- Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell-Mills (eds.; 2003), *La venta de servicios ambientales forestales*, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, México, pp. 7-464.
- Ponce Talancón, H. (2007), “La Matriz FODA. Alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones”, *Enseñanza de la Investigación en Psicología*, enero-junio, año/vol. 12, núm. 01, Universidad Veracruzana, Xalapa, México, pp. 113-130.
- Robles Berlanga, H. M. y L. Concheiro Bórquez (2004), “Características básicas de ejidos y comunidades con población indígena”, *Entre las fábulas y la realidad, los ejidos y las comunidades con población indígena*, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, UAM-Xochimilco, México.

- Rusch, V. y M. Sarasola (1999), "Empleo de criterios e indicadores en el manejo forestal sustentable biodiversidad", en *Segundas Jornadas Iberoamericanas sobre Biodiversidad*, San Luis Argentina, 7-11/6/1999, vol. 2.
- Sandoval, E. (1997), *Población y cultura en la etnoregión mazahua (jañtjo)*, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.
- SEMARNAP (1996), NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Diario Oficial de la Federación, 24 de junio, México.
- SEMARNAT (2000), *Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental*, Reporte 2000, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Gestión e Información Ambiental, México.
- Sierra Bravo, R. (1995), *Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios*, décima edición, Paraninfo, Madrid, pp. 1-70.
- Velázquez, A., J. F. Mass, J. R. Díaz Gallegos, R. Mayorga Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio Prieto (2002), "Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México", *Gaceta Ecológica*, núm. 062, Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 21-37.
- Villanueva Manzo, J. (2008), *Microcuencas*, Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Estado de México.