



Comunidades y recursos naturales

Gestión del desarrollo rural

MARÍA ESTELA OROZCO HERNÁNDEZ

COMUNIDADES Y RECURSOS NATURALES.
GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL

PARTICIPANTES

María Estela Orozco Hernández	Lourdes Sánchez Sánchez
Nancy González Hernández	Ana María Pérez García
Luis Brunett Pérez	Tonathu Romero Contreras
Dulce Leonor Gutiérrez Sánchez	Felipe Carlos Viesca González
Vicente Peña Manjarrez	Adriana Guadalupe Guerrero Peñuelas
Jesús Puente	Marivel Hernández Tellez
Ricardo Farfán Escalera	Ranulfo Pérez Garcés
Ofelia Márquez	Citali González Maya
Salvador Adame Martínez	Alejandro Alvarado Granados
Jorge Aníbal Vilchis Martínez	Ma. Eugenia Valdez Pérez
Omar Ernesto Terán Varela	Edna Saray Nava Zarza
Noé Antonio Aguirre González	Raquel Martínez Loperena
Enrique Espinosa-Ayala	Patricia Míreles Lezama
Noé Zuñiga González	Luz María Ramírez Montes de Oca
María Eufemia Gómez Medina	Julieta G. Estrada Flores
Rosalía Virginia Ocampo Velásquez	Octavio A. Castelán Ortega
	Elizabeth Díaz Cuenca

CUERPOS ACADÉMICOS

Estudios Territoriales y Ambientales

Estudios multidisciplinarios sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad territorial

Producción Animal Campesina

Gestión Integrada del Agua

Desarrollo ambiental y procesos de configuración territorial

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Dr. en C. Eduardo Gasca Pliego

Rector

Dra. Georgina María Arredondo Ayala

Secretaria de Difusión Cultural

Dra. en E. P. María Isabel Rojas Ortiz

Directora de Divulgación Cultural

COMUNIDADES Y RECURSOS NATURALES. GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL

María Estela Orozco Hernández



"2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heriberto Enríquez"
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

1ª edición 2013

© María Estela Orozco Hernández
COMUNIDADES Y RECURSOS NATURALES.
GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL

© Derechos reservados
Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario 100 Ote.
Toluca, Estado de México
[http:// www.uaemex.mx/](http://www.uaemex.mx/)

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra
–incluyendo el diseño tipográfico y de portada– sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico,
sin el consentimiento por escrito de la Universidad Autónoma del Estado de México.

ISBN 978-607-422-428-3

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

INTRODUCCIÓN

La complejidad intrínseca del proceso de transformación que busca mejorar las condiciones de vida de diversos sectores de la población rural resalta la incorporación de la dimensión ambiental en el análisis de la disponibilidad, utilización y deterioro de los recursos naturales, y la importancia de los esfuerzos orientados al descubrimiento de las interacciones que las comunidades establecen con su medioambiente interno y externo; así como el estudio de los factores que potencian o limitan el despliegue de las capacidades propias para garantizar la supervivencia y la generación de beneficios sostenibles en mediano y largo plazo.

En este contexto se ubica el proyecto de investigación Metodología mixta para la valoración de las prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales del Estado de México y el Seminario de Cuerpos Académicos realizado en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) en junio de 2010, ambos auspiciados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

La obra está integrada por la contribución de investigadores de orígenes disciplinarios variados, mismos que forman parte de cuerpos académicos que cultivan líneas de investigación afines. Destacan las perspectivas territorial, ambiental, social, cultural y productiva que exponen la importancia de mantener la disponibilidad de los recursos naturales en el tiempo, a fin de usarlos y conservarlos como soporte básico del desarrollo regional y comunitario.

Los objetivos y resultados de las investigaciones muestran la aplicación de enfoques y procedimientos metodológicos para el estudio de los problemas ambientales inherentes al ámbito rural, el estudio de las especificidades que caracterizan las dinámicas de relación que tienen las comunidades rurales con su

medioambiente a través de las prácticas de manejo de los recursos naturales y el papel que desempeñan los actores sociales en el proceso; así como el diseño de propuestas de intervención por medio de programas y proyectos que establecen las estrategias para elevar los beneficios sociales y evitar el deterioro de los recursos naturales disponibles.

Todos estos aspectos son sustanciales en la previsión, ejecución y seguimiento del proceso de gestión-decisión en el uso, defensa y protección de los recursos naturales y en la mejora de los modos de vida rural.

PRIMERA PARTE

Perspectivas metodológicas

ENFOQUES PARA EL ESTUDIO AMBIENTAL EN COMUNIDADES RURALES

María Estela Orozco Hernández¹

INTRODUCCIÓN

El procedimiento reflexivo, sistemático y crítico de la investigación requiere de una base teórica mínima, sin la cual se corre el riesgo de perderse. Avanzar de lo abstracto a lo concreto implica poner de relieve lo esencial y hacer posible su análisis considerando anteriores y nuevas posturas teóricas y metodológicas. Su pertinencia está dada por la contribución de ideas, conceptos y bases teóricas que permitan diseñar un enfoque de investigación integrado para estudiar los modos en los que las comunidades rurales aprovechan los recursos naturales. En este horizonte se ubica la comprensión de los enfoques metodológicos: inductivo-deductivo, interdisciplinario y sistémico, y las perspectivas empíricas: territorial, desarrollo rural y cultural, así como las aportaciones particulares de la ecología del paisaje, la geografía cultural, la ecología cultural y la agro-ecología.

¹Doctora en Geografía y profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional UAEM, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales SEP/UAEMÉX-C28. Correo electrónico: eorozcoh61@hotmail.com.

ENFOQUE INDUCTIVO-DEDUCTIVO

La variedad de textos analizados dotan de mayor o menor importancia a los macro y micro fundamentos teóricos y empíricos. Situación que expresa dos formas de abordar la realidad que se estudia. Las investigaciones basadas en la reflexión de las ideas y las sostenidas en los hechos difieren en su forma de comprender y explicar los fenómenos ambientales (tabla 1).

En el primer caso se busca comprobar deductivamente proposiciones o hipótesis causales entre variables, recopilar datos susceptibles de análisis estadísticos o cuantitativos que se interpretan desde un contexto general; en el segundo caso se busca comprender deductivamente los fenómenos sociales y ambientales desde la conducta del actor, sus motivaciones y creencias; los datos descriptivos obtenidos en campo se interpretan desde un contexto particular. La capacidad analítica de la investigación deductiva-cuantitativa e inductiva-cualitativa se identifica atendiendo a cuatro criterios:

La *inducción-deducción* hace referencia al lugar de la teoría en la investigación, la *generación-verificación* ubica el lugar de la evidencia en este proceso y define la replicabilidad de los resultados, la *construcción-enumeración* se refiere a los modos para formular las unidades de análisis y la *subjetividad-objetividad* califica el tipo de datos que se obtienen y analizan.

La investigación cuantitativa se basa en procesos de tipo deductivo, verificativo, enunciativo y objetivo, y la investigación cualitativa en procesos de tipo inductivo, generativo, constructivo y subjetivo. No obstante que presentan diferencias de fondo y diseño, las cuatro dimensiones analíticas han de interpretarse con un carácter relativo; cualquiera de ellas puede combinarse con las otras tres.

Las fuentes de información de la investigación cuantitativa serían los datos estandarizados, que se recopilan por medio de muestreos con validez estadística, censos y toda aquella información que ha sido normalizada; en la cualitativa las fuentes de información serían las personas, los contextos, el comportamiento y los significados (Salas, 1994).

Tabla 1

PROPIEDADES ANALÍTICAS DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA

<i>Dimensiones</i>	<i>Investigación cuantitativa</i>	<i>Investigación cualitativa</i>
Inducción-deducción	<p>Deducción Utiliza un sistema teórico, desarrolla definiciones operacionales de las proposiciones y conceptos de la teoría y las aplica empíricamente en algún conjunto de datos. Busca encontrar datos que ratifiquen una teoría.</p>	<p>Inducción Comienza con la recogida de los datos. A partir de las relaciones descubiertas construye proposiciones y categorías teóricas. Busca una teoría explicativa que justifique los datos mediante el estudio de fenómenos semejantes o diferentes.</p>
Generación-verificación	<p>Verificación Intenta determinar la medida en que se cumple una proposición y probar empíricamente que una hipótesis es aplicable a varios conjuntos de datos. Establece generalizaciones con relación al universo de poblaciones al que es aplicable.</p>	<p>Generación A partir de los datos que se ordenan y clasifican, se generan constructos y proposiciones a partir de fuentes de evidencia (observación, entrevista, documentos escritos, etcétera). Busca la transferibilidad y no la generalización.</p>
Construcción-Enumeración	<p>Enumeración Es un proceso en el que las unidades de análisis, previamente definidas son sometidas a un cómputo o enumeración sistemático.</p>	<p>Construcción Se orienta al descubrimiento de constructos que pueden obtenerse del estudio del comportamiento. Es un proceso de abstracción en el que las unidades de análisis se revelan en el transcurso de la observación y descripción.</p>
Subjetividad-Objetividad	<p>Objetividad Aplica categorías conceptuales y relaciones explicativas aportadas por observadores externos al análisis de poblaciones concretas. Determina la medida en que la conducta de los participantes corresponde con las categorías y relaciones explicativas aportadas por los observadores externos.</p>	<p>Subjetividad Mediante estrategias adecuadas, se busca obtener y analizar datos de tipo subjetivo. Su propósito es reconstruir las categorías específicas que los participantes emplean en la concepción de sus experiencias y en sus concepciones.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Quecedo *et al.*, 2007: 7 y 8.

La utilidad metodológica de combinar técnicas cualitativas y cuantitativas abre la posibilidad de abordar una multiplicidad de variables para el análisis de procesos en contextos sociales e históricos distintos, incrementa la fiabilidad y validez del diseño de investigación, refuerza la validez de los resultados y prueba hipótesis con solidez estadística (Cárdenas *et al.*, 2003: 64).

ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO

En la investigación interdisciplinaria, entendida como las acciones de búsqueda, generación y aplicación del conocimiento, el sujeto cognoscente desarrolla la capacidad para formularse interrogantes sobre su objeto de estudio desde varias disciplinas y no exclusivamente a la imagen del equipo de investigación integrado con representantes de varias disciplinas (Lindón, 1998).

El ejercicio de la interdisciplinariedad enfrenta la dificultad de construir un lenguaje común entre perspectivas independientes. Esta limitante es atribuible, no sólo a la especialización científica, sino también a la defensa de un objeto de estudio propio y básicamente al soslayo con el que se trata la reflexión teórico-metodológica, lo cual impide la creación y el sustentamiento de procedimientos instrumentales para el abordaje de investigaciones complejas. La interdisciplinariedad es un buen ejemplo de la filosofía moderna o relacional –*la ciencia es cambiante, con múltiples caminos y sin verdades absolutas*–. Su adopción permitirá analizar el objeto científico de nuestro interés en una dimensión más amplia, la ambiental.

No obstante que las ciencias sociales han sido reticentes a incorporar la dimensión ambiental en sus paradigmas teóricos, sus objetos de conocimiento y sus métodos de análisis (Aranda, 2004), desde mediados del siglo XX, se reconoce el surgimiento de un aparato conceptual renovado que busca la integración de las ciencias de la naturaleza con las ciencias sociales que pretende superar el análisis parcelario y avanzar en la construcción de enfoques integrales de investigación (Instituto Nacional de Ecología [INE], 2000).

La iniciativa se enfrenta a resistencias no menos importantes derivadas de la competencia entre las ciencias convencionales, lo cual restringe la comprensión del saber ambiental como una necesidad emergente; sin embargo la continua modificación del objeto de estudio y las fronteras de la ciencia perfila una tendencia lenta, pero segura a que varias de las ciencias convencionales se desdibujen, dividan o se reúnan con otras para dar cuerpo a un conjunto de ciencias ambientales que se conviertan en la base de las decisiones políticas, en la medida que den información sobre el bien común y sobre cómo influyen las decisiones privadas o públicas en él (Neira, 1999: 165).

En el estudio de las relaciones causa-efecto en la interacción naturaleza-sociedad (Follari, 1999) es fundamental identificar los mecanismos de comunicación que permitan la constitución de perspectivas disciplinarias particulares. En este contexto emergen formas interdisciplinarias para abordar la realidad, cuyo enfoque resulta de la integración del estudio sintético de la naturaleza (la ecología) con diferentes enfoques dedicados a estudiar el universo social.

La ecología aporta los principios para el estudio de las interacciones de los seres vivos con su medioambiente y estimula el estudio de los aspectos funcionales de dichas interacciones; las diversas ciencias sociales desde su perspectiva disciplinaria aportarán los conceptos necesarios para comprender el comportamiento social e individual en relación con su entorno físico y el aprovechamiento de ecosistemas y recursos naturales.

El entrecruzamiento disciplinar es un campo idóneo para las investigaciones que tienen como objetivo entender cómo trabaja el ambiente natural, cómo se regeneran los recursos naturales, cómo esta capacidad regeneradora se ve afectada por la intervención humana (Enkerlin *et al.*, 1997: 100), y cómo los efectos traducidos en problemas ambientales se relacionan con el aprovechamiento de los recursos naturales y con las posibilidades de desarrollo rural. La búsqueda de formas de vinculación entre los distintos campos del saber está orientando las investigaciones interdisciplinarias hacia el estudio de los sistemas complejos (Morin 1984; García 1994) cuyas implicaciones territoriales, sociales, económicas, naturales, políticas, culturales y técnicas se abordan desde un enfoque sistémico.

ENFOQUE SISTÉMICO

La investigación moderna de los sistemas se constituye en la base para abordar las complejidades y dinámicas de los sistemas físicos, biológicos y socioculturales; al mismo tiempo es un instrumento útil para plantear estrategias de investigación para describir, interpretar y resolver los problemas ambientales.

La teoría general de los sistemas (TGS) se ha convertido en el nuevo paradigma del pensamiento científico, reorienta la visión del mundo, contiene principios generales y desempeña un importante papel en la ciencia contemporánea (Bertalanffy, 1998: VII-XVIII). Este argumento ubica a la teoría general de sistemas como una metateoría a la par de la filosofía. Su aportación estriba en responder a las preguntas relacionadas con la estructura, el proceso, la conducta, la interacción y las funciones de sistemas sin una definición concreta; en tanto que la aplicación de los principios sistémicos generales a problemas y campos específicos de investigación definirá el enfoque sistémico (Gigch, 2001: 7).

La noción de sistema como conjunto interactivo lo identifica, por un lado, como un método de investigación, y, por el otro lado, como un sistema que existe objetivamente. En el primer caso, el investigador con base en un objetivo construye un sistema teórico-cognitivo o imagen abstracta de objetos reales; el valor metodológico del sistema estará dado por la representación de un conjunto de variables que definen las características de un sistema real. En la construcción de un *sistema teórico* se utiliza el método lógico, pues le son necesarios ejemplos y datos provenientes de la experiencia de un campo de conocimiento particular; la demarcación entre lo teórico y empírico se presenta en el análisis del sistema real (Martínez, 1996: 101-106).

Un sistema real es el objeto de investigación sometido a observación y estudio y su organización se presenta como resultado de la complejidad de la estructura y de la forma de movimiento interno y externo que lo definen como un sistema abierto, jerarquizado e implicado en procesos complejos de intercambio con los sistemas circundantes y con su entorno. Las herramientas para el estudio de un sistema real se encuentran en la identificación del orden y la interdependencia de

sus atributos o partes, su dinámica, su equilibrio y las tendencias de cambio. La distribución y la integración son dos procesos fundamentales para definir el estado de equilibrio del sistema, lo cual implica el mantenimiento de fronteras con su ambiente y las relaciones entre las partes y el todo, el control de las variaciones del entorno y el control de las tendencias de cambio del sistema se presentan desde su interior (Ritzer, 2001: 544).

El sistema organizado en jerarquías cambiará su estructura y funciones a lo largo de las crisis y en la interacción con el medio evolucionará en diferentes etapas (Blank y Cerejido, 1997: 130-131). La jerarquía del sistema depende de los grados de complejidad de la estructura interna y de las formas de movimiento de la realidad. En su análisis la concepción dialéctica, el conocimiento teórico de la estructura y el sistema evitará los extremos del formalismo matemático de una parte y el ontologismo metafísico de otra (Kosik, 1976: 53).

El enfoque sistémico se aplica en la medida que se analizan los fenómenos y procesos que regulan la estructura y funcionamiento de los sistemas complejos, en los que confluyen múltiples procesos (medio físico-biológico, de la producción, de la tecnología, demográficos y de organización social): esta totalidad sólo es analizable desde un abordaje interdisciplinario. La contribución del enfoque sistémico y la interdisciplinariedad se objetiva en su incidencia en la reivindicación de los estudios integrales y en su repercusión en el debate moderno del desarrollo sostenible, el cual reorienta el enfoque científico hacia la complementariedad potencial del crecimiento socioeconómico y el ambiente (Bermejo, 2000: 69-72).

PERSPECTIVA TERRITORIAL

El rasgo sobresaliente de la última parte del siglo XX es la emergencia de la dimensión espacial como un referente fundamental de la economía y la política nacional y mundial. Los enfoques espaciales que se originaron inicialmente en la geografía ponen énfasis en lo territorial, ya sea en términos de factores físicos o de procesos económicos y tecnológicos; el territorio no es un factor circunstancial,

sino un elemento explicativo esencial de los procesos de crecimiento económico. Los aportes de la geografía indican que el desarrollo territorial trasciende el campo económico para entrar en las dimensiones social, cultural, política y ambiental (Moncayo, 2001).

El interés por los espacios y territorios se explica por la toma de conciencia sobre la finitud del planeta y por el desarrollo de las comunicaciones y los mercados, mismos que permiten conectar cada rincón de la tierra. Estos procesos de interconexión presentan tendencias a veces contradictorias dependiendo de la escala de acción (localidad, región subnacional, un país, una región supranacional o el mundo entero) y de las relaciones entre ellos (Montañés, 2001).

Al territorio se le conceptúa de muy diversas formas: es componente activo que condiciona e interviene en las relaciones sociales de producción, toma cuerpo en cada lugar y desempeña funciones variadas, es sostén de las actividades e interacciones humanas, es un recurso natural, es un medio de producción; con un importante papel en la explicación de los procesos sociales, cualquier transformación social tiene su correlato en la adecuación de la estructura espacial, sin la cual no es factible el mantenimiento del sistema social (Sánchez, 1988: 6-7, 25).

Las escalas de observación en el análisis de los procesos y fenómenos espaciales se constituyen en una constante metodológica que requiere romper las divisiones disciplinarias e identificar las interconexiones entre los fenómenos sociales y el territorio (Lindón, 1998: 619-638).

Esta perspectiva se corresponde con el análisis multiescala entendido no sólo como variadas magnitudes o proporciones del territorio, sino también y desde una óptica deductiva como varios niveles de aproximación científica a manera de un desplazamiento por variados ámbitos territoriales, lo cual dependerá de los objetivos de la investigación de que se trate. Los procesos sociales y ecológicos implicados en el uso y manejo de la tierra son susceptibles de analizarse en diversos niveles espaciales, el regional (conjunto de municipios, cuenca y paisaje) y el local (localidad, comunidad y parcela); su delimitación responderá a los criterios preestablecidos por cada investigador.

En su versión clásica, la región es una unidad espacial con relativa autonomía funcional, cuyo estudio histórico permite plantear la dinámica de las respuestas articuladas de los grupos humanos frente a las condiciones naturales. El análisis regional estudia las relaciones entre el hombre y su medio en un fragmento concreto de la superficie terrestre, lo cual resalta la atención concedida a la dimensión ecológica en la propuesta regional (Gómez *et al.*, 1982: 59). La región es una herramienta insustituible en el estudio de los obstáculos sociales en el desarrollo rural; resultado de las fuerzas sociales en conflicto que se disputan el control de los recursos naturales, el mercado, el financiamiento, los apoyos del Estado y el poder político. Así la apropiación del espacio regional influirá sobre el desarrollo rural y sus beneficiarios (Rello, 1986: 99).

Las potencialidades de las regiones y localidades –naturales, sociales, culturales, económicas y políticas– expresan distintos niveles y formas de aprovechamiento que responderán diferencialmente los procesos económicos nacionales y globales. La potencialidad del territorio puede ser aprovechada para la construcción de un proyecto de desarrollo nacional o bien para la territorialización del capital privado nacional y extranjero. Esta dualidad destaca el papel protagónico de las políticas públicas. Kresl (1998: 694-695) apunta que los factores de localización tradicionales (proximidad al transporte y la aglomeración) han dejado de ser decisivos. Ahora las políticas públicas son cada vez más concluyentes como factores locacionales que determinan la viabilidad de los proyectos y las relaciones con el exterior.

PERSPECTIVA DE DESARROLLO RURAL

En la década de los setenta el Banco Mundial define el desarrollo rural como una estrategia diseñada para mejorar la calidad de vida de la población rural; surgen las nociones de *desarrollo rural endógeno*, *desarrollo integrado* y *desarrollo con enfoque local* que buscan incrementar el bienestar de la población rural con base en los recursos humanos y materiales disponibles; sus metas se dirigen al

aprovechamiento de los recursos existentes, al acceso equitativo de los medios de producción y a una distribución más justa de la renta.

Destaca la perspectiva de futuro del desarrollo local. Este enfoque fue postergado y suplantado por la óptica del desarrollo sustentable, la cual señala también como prioridades, el bienestar económico, social y cultural de la población en el marco de las relaciones armónicas con la naturaleza en largo plazo. La herramienta clásica para la gestión del desarrollo ha sido la planificación y, más recientemente, la ordenación del territorio, sobre todo en países como México.

En las interpretaciones clásicas del desarrollo ya se advertía sobre el crecimiento de la población y los límites de la naturaleza; sin embargo la esfera económica soslayó por más de cien años este planteamiento del futuro. Actualmente se acepta que el desarrollo depende de asumir y operar una visión integradora de los problemas económicos, sociales y naturales, pero en la práctica sigue predominando el enfoque económico en países centrales y periféricos.

El desarrollo es una aspiración que se adopta de manera diferente en cada país; prevalece el fundamento de la redistribución del poder y de la riqueza, particularmente la propiedad de la tierra y de los recursos naturales que contiene. La experiencia demuestra que los cambios que ha de provocar el desarrollo no son necesariamente coherentes y sostenibles a largo plazo ni favorables a la autonomía nacional y al bienestar de las masas de población, por lo que en la práctica se encuentran tantos modelos de desarrollo como experiencias en el mundo (Sunkel, 1980: 25)

Con la noción del *desarrollo sostenible* (DS), en 1987 se generaliza la idea de armonizar el crecimiento económico y el equilibrio ecológico. Sin embargo el *desarrollo sostenible* se critica por su carácter antropocéntrico e inoperatividad metodológica, pues no da referencia sobre las formas de garantizar el bienestar de las generaciones futuras. Aún en estas condiciones, el desarrollo sostenible es un modelo deseable que retoma los principios del ecodesarrollo fortaleciéndolos con nuevos elementos de la economía a la vez que valida la necesidad de estrategias productivas que no degraden el ambiente.

La necesidad de elevar la calidad de vida de amplios sectores de la población requiere el impulso a la reforma del Estado para generar una estrategia socioeconómica que considere explícitamente el desarrollo local como un proceso de transformación autogestionado y en armonía con la naturaleza (Enkerlin, 1997: 510). En la óptica del desarrollo local endógeno el territorio es un actor que concede a cada comunidad la oportunidad de crecer con sus propios recursos, su saber hacer, su organización y sus valores (Martínez Piva, 2001: 688). En consecuencia los gobiernos locales y regionales son protagonistas en la definición de las líneas sustantivas de la política económica que deja de ser monopolio del gobierno central. Por lo tanto la descentralización de responsabilidades en materia de desarrollo y la planificación se conciben como la respuesta a los principales retos del ajuste estructural de las economías latinoamericanas (Alburquerque, 2001: 676).

Las localidades son ámbitos adecuados para el desarrollo en la medida que tienden a operar como lugares de construcción democrática de estrategias locales. Éstas consideran determinados aspectos que, a su vez, amplían o reducen las posibilidades de que una localidad alcance el desarrollo (Méndez y Feijóo, 2001: 719), por ello es fundamental ubicar el desarrollo local en el contexto más amplio de las políticas nacionales e internacionales.

El desarrollo rural aspira a la equidad y a la justicia social; esto tiene su fundamento en una serie de problemas a los que se enfrentan los territorios de baja inversión de capital, entre ellos, el deterioro de la agricultura, el desempleo, el despoblamiento y en general las escasas oportunidades para mejorar las condiciones de vida de la población. En el contexto de los problemas rurales emergen dinámicas locales, cuyo impulso económico se encuentra definido por la producción para el mercado nacional e internacional.

La estructura social en estos lugares se articula por una diversidad de actores que modela las relaciones sociales y productivas jerárquicas, mismas que se derivan de las instituciones y normas que regulan la organización social y el poder. Cada uno de los sujetos sociales que participan en la producción presentará racionalidades distintas. Sus motivaciones e intereses individuales definirán las estrategias para

solucionar las situaciones de conflicto tanto sociales como productivas –la libertad de decisión individual y el aislamiento de los problemas son quizás detonantes principales de la dilución de la identidad colectiva y la solidaridad–.

El desarrollo rural desde un enfoque cultural y campesino busca identificar la multiplicidad de interrelaciones en lo regional, rural y social, las cuales no tienen el mismo valor en el espacio y el tiempo (Martínez, 2000: 231).

El ámbito rural es parte integral de lo regional y se constituye en una interfase entre el ámbito urbano y las condiciones naturales del territorio. El medio rural es el espacio idóneo para explicar, desde la perspectiva ambiental, los fenómenos y procesos multidimensionales de apropiación de los recursos naturales para la gestión del desarrollo local (Orozco *et al.*, 2007).

El desarrollo debe ser un compromiso entre lo necesario, lo posible y lo deseable. Toda acción de desarrollo está en la cultura de la gente que se encuentra en proceso de cambio, ello implica que no existen sociedades inferiores y lo único que existe son limitaciones técnicas para el bienestar material de la población, el punto inicial es la voluntad o el interés personal de cambiar de situación. La opción del desarrollo saldría de la naturaleza de la sociedad en estudio, es decir, frente a una sociedad rural, el modelo de cambio debería encajar dentro de esta escala (no habría un solo modelo de desarrollo) y la capacidad de autodesarrollo (no hay desarrollo sino se parte de la voluntad de los afectados) (Palerm, 1993: 13, 364).

En la tendencia del desarrollo local, la fuerza del lugar une horizontalmente y reconstruye las bases de la convivencia social en las comunidades rurales. La eficacia de las acciones depende de la existencia del potencial y el capital sinérgico del territorio que adquiere su totalidad con las formas de interacción interna y la identidad. El espacio local es la base territorial de la convivencia cotidiana, donde la cooperación y la solidaridad se hace por la convivencia, las relaciones familiares, las emociones y sentimientos compartidos, garantizando una mayor comunicación y una solidaridad orgánica –fuerza impulsora del desarrollo–. El dinamismo del desarrollo es dependiente también de la articulación y uso de los recursos naturales y sociales locales existentes. Y, a su vez, la decisión política

sobre el modo y la capacidad de utilización económica de los recursos depende de la cultura local, de las relaciones internas y externas entre lo local y lo global (Carpio, 2000: 94).

En síntesis el desarrollo local como una estrategia diseñada para mejorar el nivel de vida de grupos específicos de población se ubica en la dimensión amplia de un proceso de transformación social que solicita el replanteamiento de las relaciones con la naturaleza; por lo tanto, el conocimiento de las comunidades y de los actores sociales es de importancia vital para entender las dinámicas de relacionamiento entre la población y su entorno económico, social, cultural, político y ambiental, y potenciar sus posibilidades para apropiarse de su proceso de desarrollo (Salas, 1994).

La ejecución de cualquier iniciativa de desarrollo debería buscar reducir la vulnerabilidad social y ambiental en las zonas pobres y para ello se debe diseñar estrategias operativas que den resultados tangibles. Estos son los puntos más importantes que se consideran en el diseño de proyectos: 1) focalizar la intervención en territorios específicos, 2) operar en diferentes grados sociales con base en motivaciones y definiendo incentivos, 3) trabajar con actores con potencial e instituciones viables, 4) promover impacto de corto plazo y efecto demostrativo y 5) desarrollar nuevas formas de oferta técnica y estrategias innovadoras de comunicación y educación. El énfasis en el capital humano y social debe ser primordial con el propósito de brindarle continuidad y sostenibilidad a las iniciativas ejecutadas y generar procesos que garantizan un verdadero aprendizaje de los actores y un empoderamiento que les permita enfrentar la vulnerabilidad de forma integral (Falck *et al.*, 2006).

PERSPECTIVA CULTURAL

En nuestro país prevalece la ausencia de estudios que aborden la cuestión regional desde el punto de vista de la relación entre la cultura y la territorialidad. Predominan los estudios que se enmarcan dentro de la noción de cultura como

estilo de vida, y aquellos que destacan la descripción y análisis de las formas materiales de la cultura (perspectiva etnográfica o de observación externa), en cambio se han desarrollado poco los estudios sobre las formas internalizadas de la cultura o identidad social. Desde esta perspectiva la *cultura* se comprende como la pauta de vida *cotidiana* que se expresa en modos de actuar, creer y percibir; en tanto que la *identidad cultural* es un sistema de referencias materiales y simbólicas en permanente construcción cotidiana que un individuo asume como propias y a partir de las que se reconoce como grupo de pertenencia (Giménez, 1999: 126).

No obstante que la cotidianidad entendida como una configuración de prácticas sociales capaces de interactuar (armónica o antagónicamente de modo jerárquico), con instancias de varios grados de mediación que permiten realizar su función como (re)productora del conjunto de relaciones sociales, ha devenido en concepto clave para la comprensión de los modos en que la experiencia social se (re)organiza en un determinado contexto socio-histórico; su carácter inmediato no permite definir claramente la relación histórica entre cultura y territorialidad.

En opinión de Ubaldo González (2004), el concepto de *estilo de vida* es aplicable a los individuos, es una práctica individual cotidiana para solucionar sus necesidades y motivaciones, entre ellas la actividad laboral, educacional, nutricional, sexual, religiosa, física, recreativa, etcétera. El estilo de vida de los individuos se nutre del modo de vida familiar y social, pero está condicionado por la personalidad; es por esta razón que debe diferenciarse del *modo de vida*, el cual es aplicable a las sociedades y grupos.

La eclosión de diversos estilos de vida se atribuye a la dinámica y a los cambios experimentados por las sociedades en cada momento histórico. En la época contemporánea se asocia a la vida cotidiana y a la formación de *subculturas*.

Si bien la cultura como estilo de vida incluye los modelos de representación y de acción que regulan el uso de tecnologías materiales, hasta las categorías abstractas que organizan el lenguaje, el pensamiento, el juicio, los gustos y la acción socialmente orientada (formas objetivas y formas subjetivas de la cultura)

(Giménez, 1999: 128), es perceptible la interpretación sincrónica del hecho cultural que difiere de la perspectiva que inserta al grupo en su historia, entendida como el cruce de experiencias particulares y colectivas que orientan la conducta social; para entender éstas conductas es necesario analizar y explicar las prácticas sociales que trascienden las acciones individuales.

Es necesario recuperar el concepto de cultura como un concepto aglutinante del conjunto de *modos de vida* creados, aprendidos y transmitidos de una generación a otra entre los miembros de una sociedad específica. No obstante que el concepto de modo de vida es criticado como válido para el estudio de las complejas sociedades postindustriales, su pertinencia se justifica en el ámbito del estudio de sociedades preindustriales o rurales para explicar las relaciones ambientales entre éstas y el uso, aprovechamiento y manejo de sus recursos naturales.

El modo de vida se conceptúa como una categoría económica y socio-histórica que incluye la vida espiritual y el conjunto de actividad vital, socializada y sistemática que realizan los hombres para la satisfacción de sus necesidades en sus distintos grados de interacción social y grupal (no individual) condicionados por la formación socioeconómica imperante. Así, la organización económico-social y el grado de desarrollo de la cultura en cada lugar y época histórica se expresan en la actividad humana colectiva como su modo de vida (González, 2004) cuyas relaciones con el entorno se materializan en el patrimonio territorial (propiedad, memoria colectiva, usos del suelo y sistemas productivos).

En la medida en que los grupos sociales descubren y tienen acceso al uso de nuevos conocimientos y tecnologías para satisfacer sus necesidades amplían su actividad y las posibilidades de transformar su modo de vida. Van construyendo la cultura material y espiritual y construyéndose a sí mismo, en un proceso lento, pero progresivo de sustitución de las relaciones económicas y de la actividad del modo de vida original.

Lo espiritual en el modo de vida contempla, entre otros aspectos, la educación formal, las relaciones humanas, la concepción del mundo, la variedad de conocimientos, la identidad cultural, el proyecto de vida, en fin, todo lo que forma parte de la vida o le da sentido, sin ser material o económico. La identidad se

reconoce con respecto al grupo propio y con referencia en las relaciones con otros grupos (diferencia y diversidad reproducida en la educación informal del hogar y formal en la escuela). Las identidades se construyen a partir de las historias en las que se está inserto y se reconstruyen permanentemente; la percepción de la identidad influye en cómo interactuamos con otros.

Estas premisas proveen un marco de referencia para comprender que las configuraciones de la identidad² funcionan como herramientas de acción: la percepción de quiénes somos y quiénes son los demás orienta la visión de cómo ejercer los derechos y responsabilidades en contextos dados (Heras, 2003: 47). La construcción de identidad que se desarrolla en espacios simbólicos (mito, ideología, filosofía o religión) o de representación que contiene relaciones de poder ponen en juego las posibilidades de hacer en determinados contextos, a pesar de que la identidad es un engarce de imágenes, pensamientos y fantasías que influye concretamente en las condiciones de vida.

Las condiciones de vida incluyen lo material y lo espiritual que conforman el contexto donde se desarrolla la vida del grupo y se integra por el modo de vida y la calidad de vida. El *nivel de vida* se refiere al soporte material y económico en que se desarrolla la actividad humana y es aplicable tanto a una sociedad, a una clase social, una comunidad, una familia o un individuo. Incluye propiedades, bienes, riquezas, capacidad de adquisición y compra, desarrollo y disponibilidad material y tecnológica del medio donde se desenvuelve, salario, ganancias, etcétera. El uso adecuado de las condiciones materiales para el bienestar social depende de la socialización y la educación de las comunidades.

² Se identifican distintas formas de identidad o *ethos* que se superponen: de locación geográfica (valle, quebrada, etcétera), de color de piel (blanco y oscuro), de origen nacional ó étnico regional (turcos, judíos, bolivianos, argentinos), de clase profesional (profesional o trabajadores). La locación geográfica no se le puede equiparar aunque tenga que ver con la identidad cultural; parece que la identidad social y profesional define un *ethos* más claro, lo cual confirma que las diferencias estructurales tienen más peso que las locacionales (Heras, 2003: 15).

Tomando por ejemplo las percepciones de grupos y de individuos, con respecto a lo que son y han sido, es posible afirmar que los aspectos identitarios orientan la lectura del pasado (Manasse y Rabey, 1992) y afectan la capacidad de re proyectar el futuro (De Frantz, 1995). Las percepciones sobre la identidad despliegan la acción social, pasada, presente y futura y determinan las posibilidades de acción; lo que se perciba ser habilitará una serie de prácticas posibles. Un análisis crítico de tales situaciones puede permitir la construcción de identidades que hagan posibles acciones o representaciones sociales. Por ejemplo, en los últimos quince años se ha dado una serie de movimiento sociales en América Latina que hacen hincapié en la identidad indígena como capital político para negociar recursos con el Estado (González, 2006).

Los modos de vida rural están articulados por los fenómenos económicos, pero también por dimensiones culturales que definen su mundo con el soporte de las construcciones sociales, espaciales y temporales. Están regidos por reglas y prescripciones formales para utilizar los recursos naturales, y las reglas y normas no formales como las costumbres; las formas de actividad concreta que integran el modo de vida de la población merecen ser estudiadas, las cuales pueden facilitar conocimientos que contribuyan a elaborar estrategias y programas para el desarrollo del bienestar social. Para actuar sobre el modo de vida de la población hay que comenzar por incidir en sus determinantes económicos, jurídicos, morales, apoyados en las instituciones sociales que expresan las actividades de la conciencia social y las diseminan.

CONVERGENCIA INTERDISCIPLINARIA: ECOLOGÍA DEL PAISAJE,
GEOGRAFÍA CULTURAL, ECOLOGÍA CULTURAL Y AGROECOLOGÍA

La convergencia de las ciencias sociales y naturales para el estudio de las complejas problemáticas sociales y ambientales tiene como antecedente la influencia de diversas perspectivas ideológicas, políticas y científicas que guiaron la búsqueda

de marcos explicativos para abordar el estudio de la sociedad en su relación con el ambiente, la historia y la cultura en los siglos XIX y XX.

Las ideas sobre la influencia de la naturaleza en la conformación de las sociedades dieron origen al *ambientalismo moderno* o *determinismo ambiental* a partir del siglo XIX (Gómez *et al.*, 1982: 38-30), el cual se convirtió en el primer paradigma socioambiental y base teórica del pensamiento occidental (Lemkow, 2002:19). El determinismo ambiental fue blanco de severas críticas al sostener que las actividades de los seres humanos, su organización social, económica y política, incluso la personalidad y características culturales, parecían determinadas por el entorno físico geográfico y biológico.

El rechazo al ambientalismo primigenio no se basó en la negación de la importancia de los estudios del medio, sino en factores políticos y en controversias metodológicas. Las posturas metodológicas contrarias, nacidas de la geografía y la antropología, insistieron en la reciprocidad de acción en sentido ecológico y en la importancia de los seres humanos en el cambio ambiental y aportaron elementos para la interpretación de la evolución social en su relación con la historia y la cultura.

El rompimiento con el pensamiento determinista se corresponde con el cambio del siglo XIX al siglo XX. El funcionalismo definió el nuevo horizonte científico, orientó la individualidad disciplinar de la sociología, y la antropología se deslindó del determinismo ambiental, de la concepción unilineal de la historia y se ocupó de las historias particulares de las sociedades; su incidencia se manifestó en la tendencia dominante a la exclusión del medioambiente en el análisis de la conducta social y en el abandono de la búsqueda de generalizaciones y teorías universales. Las rupturas más importantes en la transición del siglo XIX al XX son el declive del determinismo ambiental, la separación explícita de las ciencias naturales y sociales y la incorporación de los seres humanos como un factor activo de los cambios ambientales. Las continuidades se expresaron en la elaboración de enfoques mixtos que retomaron las ideas precedentes, analogías organicistas y biológicas, el posibilismo ambiental, el análisis regional, las pautas evolutivas de la historia y la cultura. Los planteamientos ambientales, historicistas

y culturales incidieron en los enfoques de la ecología del paisaje, la geografía cultural y la ecología cultural y, bajo la influencia de la moderna ecología, emerge el enfoque de la agroecología. La ecología del paisaje y la geografía del paisaje son derivaciones científicas de la geografía, y de la agronomía: la ecología cultural de la antropología y la agroecología los cuatro enfoques se ubican en el horizonte del siglo xx. Aportan conceptos y principios complementarios susceptibles de articularse para dar cuenta de los diversos elementos y factores de múltiple orden que ligan los procesos ambientales con la organización social y espacial en variadas escalas de análisis y grados de aproximación científica (tabla 2).

Tabla 2

SÍNTESIS DE LOS APORTES DE LOS ENFOQUES METODOLÓGICOS

<i>Enfoque</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Metodología</i>	<i>Técnicas</i>	<i>Conceptos</i>	<i>Factores</i>
Geografía cultural	Definir los patrones de distribución, agrupación y comparación paisajística	Análisis morfológico de paisajes y áreas	Cartográficas	Medioambiente, recursos naturales, capacidades técnicas y valores sociales.	Históricos, sociales y culturales
Ecología del paisaje	Analizar el funcionamiento de los procesos sociales y ecológicos implicados en los sistemas de uso de la tierra para la planeación y el ordenamiento territorial	Análisis físico-geográfico	Cartográficas y aéreo espaciales, trabajo de campo	Estructura y morfología de los paisajes culturales Variación de la superficie terrestre Uso de la tierra, actividades económicas Grado de perturbación ecológica Diversidad geográfica, variaciones ambientales, potencial ecológico, cambios de uso del suelo y vegetación	Estructurales, genéticos, históricos y evolutivos que esclarecen la estructura espacial de un territorio
Ecología cultural	Explicar los cambios culturales en sociedades preindustriales	Análisis ecológico de áreas culturales	Etnografía	Medio físico-natural, sistema interactivo: seres humanos y relaciones con el entorno Sociedad, recursos naturales, explotación del entorno energético, organización social, conducta social y cultural, tipo de tecnología, entorno social interno y externo, relaciones y cambio social	Adaptación y tipos de tecnología
Agro-ecológico	Evaluación de los agroecosistemas y aprovechamiento de recursos naturales	Análisis en finca, parcela y comunidad	Investigación participativa	Biodiversidad, condiciones económicas, sociales y técnicas del uso de la tierra, agroecosistemas, desarrollo económico social y recursos naturales	Diversidad ecológica, manejo de los agroecosistemas intercambio, y balance energéticos

Fuente: Elaboración propia.

GEOGRAFÍA CULTURAL

La tesis del medio natural que conforma la civilización es muy antigua. Recibió atención en las elaboraciones ambientales del geógrafo alemán Friedrich Ratzel y poco se atendió su aportación sobre el análisis de la difusión de la cultura, utilizado por antropólogos e ignorado por geógrafos. El objetivo de la geografía cultural no es el estudio de las influencias ambientales, si no que investiga la manera en que las diferentes sociedades por medio de tradiciones culturales e históricas se sirven del medioambiente. Esta perspectiva coloca a la sociedad como usuario del medioambiente cuyas acciones dependerán de factores históricos y sociales para crear el paisaje cultural.

La propuesta original centró su interés en las obras humanas que se inscriben en la superficie terrestre y le imprimen una morfología característica, ya que parte de la descripción genética de los rasgos de la superficie terrestre para clasificar comparadamente las regiones –agrupa áreas físicas e identifica sucesivas etapas de su desarrollo– e identifica la transformación del paisaje natural en paisaje cultural.

El esquema interpretativo de la geografía cultural considera el concepto de *área cultural* como un conjunto de formas interdependientes y diferenciadas funcionalmente de otras áreas. En la perspectiva geográfica el área cultural consiste únicamente en las expresiones del aprovechamiento humano de la tierra –concepto económico– cuya estructura estará definida por el desarrollo histórico y los recursos del área física

El enfoque geográfico pone en el centro del análisis la descripción morfológica del paisaje cultural, el cual se muestra como el resultado de la modificación de los paisajes naturales por factores culturales, históricos y sociales. No obstante que se coloca como variable dependiente al paisaje cultural y como variables independientes los factores históricos y sociales. Los factores culturales se reducen a la comparación evolutiva de las áreas y los factores sociales a las formas impuestas al paisaje natural por las actividades humanas; el paisaje natural se aprecia como un componente inactivo y sujeto a los imperativos de la transformación humana.

Aunque la geografía cultural clásica enuncia la incidencia de factores culturales, históricos y sociales como causas que definen la intervención humana y su acción modificadora del paisaje natural y plantea alcanzar un conocimiento preciso de la relación cultura y los recursos que son puestos a su disposición (Sauer, 1982: 351). Los conceptos causales no se desarrollan ampliamente, sino que se constriñen a la diferenciación de la tierra en conjuntos espaciales a través del método evolutivo –histórico– para determinar las morfologías culturales que han tenido en un área específica. Carl Sauer precursor de la geografía cultural consideró tardíamente el medioambiente y los recursos naturales como términos culturales que expresan tanto las capacidades técnicas como los valores sociales (Gómez *et al.*, 1982: 59), estos aspectos no fueron considerados en la propuesta original.

Interpretaciones recientes precisan que el paisaje edificado culturalmente es más que un fragmento físico en el que los individuos y la sociedad actúan. Incluye las acciones, las creencias, los deseos y la memoria colectiva, de tal manera que las diversas formas de observar el paisaje están asociadas a las representaciones mentales, simbólicas y a los significados que le da la memoria colectiva e individual dentro de un esquema espacial y temporal que trasciende los rasgos físicos para transformarse en rasgos culturales. En síntesis, el paisaje cultural es un contexto físico-ideológico que no es externo al ser humano, es una construcción basada en los esquemas culturales cuyos cambios se aprecian en el paisaje y los cambios en el paisaje conlleva a cambios culturales que pueden llevar a la pérdida de la coherencia territorial y a la ruptura cultural (Fay, 1999: 75).

ECOLOGÍA DEL PAISAJE

La ecología del paisaje emerge como una rama de la geografía relacionada con diversas disciplinas. Se ocupa de las variaciones espaciales del paisaje y los efectos de los procesos ecológicos, tales como la distribución y los flujos de materia y energía colocándose como una perspectiva de gran éxito dentro de la planeación de la naturaleza (Troll, 2003: 71). Los conceptos de ecología y paisaje se relacionan

con el entorno del hombre y con la variada superficie terrestre que usa para el desarrollo de sus actividades económicas, paisaje económico y culturalmente aprovechado.

El análisis del paisaje atiende la fisonomía de la superficie terrestre, la estructura de los complejos naturales y la morfología de los paisajes culturales o humanos; se constituye en un sistema integrador y el ecosistema un concepto funcional (Aguilar, 1988: 82-83). La transformación del paisaje natural se atribuye a la población y a la utilización de la tierra, así como a las actividades económicas a que su uso da lugar –el paisaje es el contexto tangible de la asociación del hombre con el hombre y del hombre con la superficie de la tierra–. En el estudio de la dinámica de los paisajes, es fundamental el análisis de las interrelaciones, combinaciones y distribución espacial de los componentes del medio natural y social. Su finalidad es identificar las condiciones naturales particulares del paisaje (diversidad geográfica), así como las variaciones ambientales producidas por la interacción de los factores bióticos y abióticos, los cuales definen el potencial ecológico de los usos de la tierra y los recursos naturales (Mateo, 1989: 64-65). La principal aplicación de la ecología del paisaje es la evaluación del impacto ambiental (grado y perturbación ecológica) de las obras y actividades humanas, la planificación y la ordenación territorial.

En la investigación paisajística se analizan las interrelaciones, combinaciones y distribuciones de los componentes del medio natural y social que conforman la estructura de un paisaje específico. Para su estudio se proponen tres niveles de aproximación: paisajes naturales, paisajes interfase y paisajes humanizados. El paisaje rural es una interfase entre los paisajes naturales y los paisajes humanizados que requiere para su funcionamiento tanto energía natural como insumos artificiales que tienden a producir cambios en el suelo, la vegetación y la fauna (D’Luna, 1995: 10). La óptica espacial aglutina los múltiples factores que definen las propiedades y las dinámica del paisaje, donde los procedimientos para su abordaje están definidos por el análisis físico-geográfico –incluye la naturaleza en la superficie terrestre y las modificaciones humanas–, el cual otorga igual peso a los componentes del paisaje a través de criterios estructurales, genéticos, históricos

y evolutivos que garantizan esclarecer la estructura espacial de un territorio dado, con propósitos de ordenamiento y manejo ecológico (Cotler y Priego, 2004: 63).

ECOLOGÍA CULTURAL

Una de las aproximaciones de mayor consistencia en el estudio de las sociedades rurales se tiene en la ecología cultural del antropólogo norteamericano Julian Steward. Su enfoque se basa en la reciprocidad de la relación cultura-medioambiente y concede un papel activo al entorno físico rechazando que solo tiene un papel pasivo en la configuración de las sociedades.

El esquema interpretativo original adoptó el concepto biológico de trama de vida, según el cual las especies vivientes, incluyendo los seres humanos, estarían involucrados en un sistema complejo de interacción mutua y con el entorno físico en el que se hallan. El concepto de adaptación al medio y la tecnología son la base de la interpretación ecológica y la explicación de los cambios culturales (teoría del cambio cultural).

La adaptación de una sociedad al medioambiente (tanto físico como biológico) es un proceso cultural que depende de la tecnología, las necesidades y las estructuras sociales, así como de las relaciones medioambientales que se mantienen con sociedades vecinas; estas relaciones son capaces de inducir el cambio en la sociedad objeto de análisis.

En la dimensión cultural los recursos naturales sostienen la economía de una comunidad rural, la cual está condicionada por ciertos tipos de tecnología de explotación y organización social. La tecnología es el factor principal que condiciona la conducta cultural y permite mantener una relación significativa con el medioambiente, y las conductas se verán afectadas por la interacción del sistema con los entornos sociales y culturales internos y externos.

El modelo original de la ecología cultural se basa en el concepto de sistema interactivo, en una parte conformado por los recursos, la flora, la fauna, el clima, las enfermedades y sus vectores, y otras características del entorno, la otra parte

se integra por el tipo de cultura, particularmente la tecnología de explotación y el proceso de adaptación, así como las características del entorno social y cultural interno y externo.

La ecología cultural propone en primer lugar examinar la interrelación de la tecnología de explotación productiva con el medioambiente, en segundo lugar le interesa analizar las pautas de conducta implicadas en la explotación de un área concreta por medio de una tecnología particular, el tercer aspecto consiste en averiguar de qué manera las pautas de conducta en la explotación afectan otros aspectos de la cultura (Steward, 1963).

La ecología cultural es una herramienta metodológica para estudiar los cambios culturales, los cuales se pueden abordar desde la perspectiva de la adaptación del hombre al ambiente; es decir la interacción que existe entre el ambiente y la tecnología, así como las relaciones que se establecen entre los miembros de una sociedad. Su método incluye el análisis de tres aspectos de la realidad: la interrelación de la tecnología (explotación y producción) y el ambiente, los patrones de comportamiento en los que la explotación de un área en particular debe ser analizada, y la determinación del grado en que los patrones de comportamiento relacionados con la explotación del ambiente afectan otros aspectos de la cultura (Abasolo Palacio *et al.*, 2001: 126)

El tiempo es un factor crucial para determinar lo que se ha modificado en un proceso de cambio. Para comprender el cambio Shapiro (1975: 348-372) propone analizar los siguientes pasos: el proceso de innovación a través de la formación de un nuevo hábito; la aceptación social, en tanto no sea aceptado socialmente sólo es un hábito individual y no un elemento de cultura; la eliminación selectiva, pues toda innovación que ha sido socialmente aceptada entra en competencia por la supervivencia; la integración en donde los hábitos compartidos que constituyen una cultura no solamente fluctúan en su grado de aceptación social, sino que también compiten para sobrevivir y tienden a adaptarse hasta que forman de nuevo un todo integrado.

En el contexto de la ecología cultural, el concepto de cultura se manifiesta en todo lo que el hombre construye y crea en sociedad, incentivado por la necesidad

que el medio le impone para dar continuidad a las sucesivas generaciones. Otro principio básico de la ecología cultural es la distinción entre el ambiente *per se* y el medioambiente efectivo. Ambiente: agregado de todas las condiciones e influencias externas que afectan la vida y desarrollo de un organismo (Herscovits, 1984:175), en este caso el hombre en su escenario natural y cultural. Por ambiente efectivo se entiende tal y como es conceptualizado, utilizado y modificado por el hombre (Kaplan y Manners, 1985: 139).

La adaptación del hombre al ambiente se define como un proceso en el cual una sociedad establece respuestas a las presiones ambientales; respuestas que a largo plazo pueden ser favorables, su éxito reproductivo, su salud y alimentación. La adaptación se considera como un proceso por el cual se logra un ajuste o respuesta al ambiente (Daltabuit *et al.*, 1988: 9). El término tecnología se refiere a las máquinas, herramientas y armamento de una cultura, incluye la forma en que están organizadas para su uso y el conocimiento que las hace funcionar. Finalmente la idea de evolución en su forma más simple implica que el estado actual de un sistema es el resultado de un cambio continuo, frecuente o regular a partir de su estado inicial.

AGROECOLOGÍA

La agroecología es una disciplina emergente que toma de la ecología el enfoque teórico para el estudio de las interacciones de los seres vivos con su medioambiente (Gliessman, 2001: 6) y de la agronomía el enfoque práctico y técnico del cultivo de la tierra. Su objetivo es generar bienes y servicios sin menoscabo de los recursos naturales base: suelo, agua, atmósfera, biodiversidad y conocimiento tradicional indígena.

El enfoque agroecológico es útil para examinar el desarrollo histórico de la agricultura en una región. Definir las bases ecológicas de las prácticas sostenibles y diseñar modelos de evaluación de los agro ecosistemas. El agroecosistema es un ecosistema modificado por el hombre que aglutina las dimensiones

ecológicas, económicas, sociales y técnicas de los diferentes usos de la tierra (policultivos, monocultivos, sistemas mixtos, sistemas agropecuarios, agroforestales, agrosilvopastorales, acuicultura, praderas, pastizales y tierras en barbecho), en cada caso la interacción con las actividades humanas es determinante.

La preocupación por la destrucción de los recursos naturales y los ecosistemas, así como la deteriorada rentabilidad de los sistemas de producción agrícola, reorienta los estudios agronómicos hacia el estudio del agroecosistema en el marco de los fines y objetivos de la agricultura sustentable. En el agroecosistema los ciclos minerales, la transformación de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas se analizan como un todo, pues interesa la optimización del agroecosistema y la maximización de la producción.

El estudio de los agroecosistemas se considera un área de interfase entre los estudios de los sistemas de producción y los estudios de los ecosistemas propiamente (Consejo Nacional de Investigadores Científicas y Técnicas [CONICET], 2006) y la biodiversidad natural funge como bisagra entre los estudios propiamente ecológicos y los agroecológicos. El análisis de los agroecosistemas busca su conexión con los recursos naturales y el desarrollo socioeconómico, ya que se requieren modelos ecológicos de uso de los recursos naturales que permitan mantener el equilibrio entre la productividad de los sistemas agroproductivos con el uso de mejores formas de producción y aprovechamiento de la tierra, para lo cual es fundamental tomar en cuenta los conocimientos de los agricultores y los fenómenos sociales, así como el ensayo de tecnologías para el uso óptimo de los recursos naturales (Hernández, 1981: 372). En estos sistemas la organización de los cultivos en el tiempo y en el espacio cambia continuamente frente a factores biológicos, culturales, socioeconómicos y medioambientales. Tales variaciones determinan el grado de heterogeneidad espacial y temporal característica de los paisajes agrícolas, y condicionan el tipo de *biodiversidad presente* y su papel en la conservación de la integridad de los ecosistemas naturales (Altieri, 1999). El énfasis ecológico en el estudio de los agroecosistemas define tres vertientes de abordaje: una que atiende las interrelaciones que se dan en un campo de cultivo (relaciones entre las plantas y su ambiente físico-biótico), la segunda aplica la

teoría de sistemas para cuantificar la energía y los materiales que en el sistema agrícola fluyen, y una tercera que considera las implicaciones sociales y se avoca al estudio de la forma en la que el agricultor se organiza para producir y como el ambiente socioeconómico influye en su actividad (Mariaca,1995: 91-92).

En la vertiente de manejo de los ecosistemas se analizan los procesos de interacción entre las sociedades humanas y la naturaleza (aspectos económicos, sociales y culturales). Estas investigaciones ponen énfasis en la generación de información para el diseño de estrategias sustentables de manejo de variados ecosistemas (tropicales húmedos y subhúmedos, zonas áridas y los bosques templados). La evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales a través de indicadores de sustentabilidad toma en cuenta el contexto de los productores campesinos en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad (Masera y López, 2000). Se trata de una evaluación comparativa que se basa en el análisis simultáneo del sistema de referencia y de un sistema alternativo o el análisis del mismo sistema a lo largo del tiempo. Se intenta responder a tres preguntas: ¿Qué se va a sostener?, ¿Durante cuanto tiempo?, ¿En qué escala espacial? Incorpora criterios de diagnóstico, indicadores de sustentabilidad y la experiencia campesina como un factor importante de desarrollo local. Se identifica el interés por la construcción de escenarios prospectivos en el uso de los recursos naturales, particularmente el uso de la tierra, así como crear sistemas agrícolas sustentables, impulsar el uso eficiente de energía y recursos, el empleo de métodos de producción que reestablezcan los mecanismos conducentes a la estabilidad de la comunidad y la producción local de alimentos adaptados al entorno socioeconómico y natural y la reducción de costos.

CONCLUSIONES

La discusión de cómo se debe abordar las relaciones entre el medioambiente y el desarrollo social, aunada a la crisis de las ciencias convencionales, reivindica los estudios integrales para analizar los problemas ambientales multifactoriales.

El enfoque interdisciplinario exalta las posibilidades metodológicas para combinar principios explicativos en el diseño de esquemas de análisis flexibles que incluyan diferentes escalas de estudio y perfila la tendencia hacia la complementariedad de la perspectiva deductiva para analizar los fenómenos y procesos ambientales desde un contexto general, y la perspectiva inductiva para estudiar los efectos de la conducta de los actores sociales en su entorno ambiental particular. La combinación de ambos enfoques fortalece la explicación de las causas internas y externas que promueven las dinámicas societarias que conservan o deterioran los recursos naturales.

La aplicación del enfoque sistémico parte de construir de una estructura lógica de elementos teóricos para comprender la intersección de los varios niveles de organización de la materia, los cuales se vincularán a la realidad por medio de la identificación de los procesos funcionales determinados por las dinámicas de interacción social y ambiental en el aprovechamiento de los recursos naturales.

El abordaje de problemas complejos tiene como punto de partida la reflexión sobre la convergencia interdisciplinaria de enfoques y esquemas analíticos que permitan articular coherentemente, factores de múltiple orden: naturales, culturales, sociales, económicos y políticos. Tanto la ecología cultural –interesada en analizar las sociedades no urbanas como parte de un todo coherente marcado por factores ecológicos y culturales para explicar la manera en que éstas explotan su entorno energético y la repercusión que tiene esta explotación en la organización social y la conducta cultural– como la ecología del paisaje –interesada en analizar el funcionamiento de los procesos sociales y ecológicos implicados en los sistemas de uso de la tierra, así como la agroecología preocupada por evaluar la eficiencia ambiental y económica de los agroecosistemas–, contribuyen con principios complementarios y diferentes escalas de análisis de las dimensiones natural, sociocultural, económica, política y tecnológica en el uso y manejo de los recursos naturales (agua, suelo, vegetación) en un espacio o lugar concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abasolo Palacio, Víctor *et al.* (2001), “Cambio tecnológico y agricultura en San Pedro Tlaltizapán, Estado de México”, *Ciencia ergo sum*, vol. 8, núm. 2, julio, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 125-132.
- Aguilar Robledo, Miguel (1988), *En torno a las relaciones geografía-ecología (un ensayo interpretativo)*, San Luis Potosí, Editorial Universitaria.
- Albuquerque, Francisco (2001), “Ajuste estructural e iniciativa de desarrollo local”, *Comercio exterior*, vol. 51, núm. 8, agosto, México.
- Altieri, Miguel (1999), “Dimensiones multifuncionales de la agricultura ecológica en América Latina (naturaleza y función de la biodiversidad en la agricultura)”, *Boletín agroecológico*, núm. 66, <http://www.ciedperu.org/bae/b66a.htm>, 27 julio 2006.
- Aranda Sánchez, José María (2004), “Principales desarrollos de la sociología ambiental”, *Ciencia ergo sum*, julio-octubre, núm. 2, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, pp.199-208.
- Bermejo, Roberto (2000), “Acerca de dos visiones antagónicas de la sostenibilidad”, en Iñaki Barcena *et al.*, *Desarrollo sostenible un concepto polémico*, Zaratauz, Servicio Editorial Universidad País Vasco, pp. 67-103.
- Bertalanffy, Ludwing Von (1998), *Teoría general de los sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica, p.308.
- Blank, Fanny y Marcelino Cerijido (1997), *La muerte y sus ventajas*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 30,131.
- Cárdenas, Juan Camilo *et al.* (2003), “Métodos experimentales y participativos para el análisis de la acción colectiva y la cooperación en el uso de los recursos naturales por parte de comunidades rurales”, *Cuadernos de desarrollo rural*, primer semestre, núm. 50, Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, pp. 66-93.
- Carpio Martín, José (2000), “Desarrollo local para un nuevo desarrollo rural”, *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, núm. 20, Madrid, Lerko Print, pp. 85-100.
- CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) (2006), “Sustentabilidad de la producción agropecuaria y forestal: análisis y manejo de agroecosistemas”, Argentina, <http://www.conicet.gov.ar/>, 1 de agosto de 2006.

- Cotler, Helena y Ángel Priego S. (2004), "Análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas. El caso de la cuenca Lerma-Chapala", en Helena Cotler (compiladora), *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*, INE/Semarnat, pp. 63-74.
- D'Luna, Carlos A. (1995), *Evaluación del paisaje para el ordenamiento territorial en el área de conservación "La Esperanza"*, Guanajuato, México, UNAM.
- Daltabuit, G. et al. (1988), *Cobá: Estrategias adaptativas de tres familias mayas*, México, UNAM.
- De Frantz, Anita (1995), "Coming to cultural and linguistic awakening: an african and african american educacional vision, en Jane Frederickson y Alma Flor Ada (compiladoras), *Reclaiming our voice*, Ontario, California, Estados Unidos, California Association for Bilingual Education, pp. 53-78.
- Enkerlin Hoeflich, Ernesto et al. (1997), *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*, México, International Thomson Editores.
- Falck, Mayra y Hugo Noé Pino (2006), "Desarrollo rural y manejo de cuencas desde una perspectiva de medios de vida", en E. Sánchez et al. (eds.), *Memorias del V Congreso Internacional y XI Nacional de Ciencias Ambientales* (pp. 1-9), México, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Fay Brown, Denise (1999), *El paisaje cultural y los mayas yucatecos*, México, Quivera, pp. 75-84.
- Follari, R. (1999), "La interdisciplinariedad en la educación ambiental", *Tópicos en educación ambiental*, vol. 1, núm. 2, agosto.
- García, Rolando (1994), "Interdisciplinariedad y sistemas complejos", en Enrique Leff (ed.), *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa, pp. 185-224.
- Gigch, John P. (2001), *Teoría general de sistemas*, Distrito Federal, México, Trillas.
- Giménez, Gilberto (1999), "La investigación cultural en México. Una aproximación", *Perfiles latinoamericanos*, núm. 15, diciembre, México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, pp. 119-138.
- Gliessman, Stephen (2001), "Agroecología en la búsqueda de la sostenibilidad", *Memoria de resúmenes. Tercer seminario internacional de agroecología, alternativas para la agricultura del siglo XXI*, 25, 26 y 27 de abril en el Auditorio Emiliano Zapata, México, UACH, pp. 5-6.

- Gómez Mendoza, Josefina *et al.* (1982), *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo de textos (de Humboldt a las tendencias radicales)*, Madrid, Alianza, pp. 15-500.
- González G., Jaime (2006), "Estado nacional en México, etnicidad indígena e identidad étnica: el caso de los intelectuales purhépechas", *Cuadernos interculturales*, primer semestre, año/vol.4, núm. 6, Chile, Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, pp. 55-92.
- González Pérez, Ubaldo (2004), "El modo de vida en la comunidad y la conducta cotidiana de las personas", Conferencia inaugural del Primer taller nacional de salud y calidad de vida con las organizaciones de la administración central del Estado, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, La Habana, 22 al 24 de junio de 2004.
- Heras Monner Sans, Ana Inés (2003), "El rol de los facilitadores interculturales en la comprensión de la identidad y diversidad", *Andes*, núm. 1, Salta, Argentina, Universidad Nacional de Salta, pp.1-25.
- Hernández X., Efraín (1981), *Agroecosistemas de México. Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola*, Colegio de Posgraduados, Texcoco, Universidad Autónoma Chapingo.
- Herscovits, J. (1984), *El hombre y sus obras. La ciencia de la antropología cultural*, México, Fondo de Cultura Económica.
- INE (Instituto Nacional de Ecología) (2000), *Protegiendo al ambiente. Políticas y gestión institucional. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*, México, INE, Semarnat.
- Kaplan, D. y R. Manners (1985), *Introducción crítica a la antropología antropológica*, México, Nueva Imagen.
- Kosik, Karel (1976), *La dialéctica de lo concreto: teoría y praxis*, México, Grijalbo, pp. 7-261.
- Kresl, Peter Karl (1998), "La respuesta de la economía urbana al Tratado de Libre Comercio de América del Norte: planificar para la competitividad", *Economía, sociedad y territorio*, vol.1, núm. 4, julio-diciembre, Zinacantepec, México, El Colegio Mexiquense, pp. 695-722.
- Lemkow, Louis (2002), *Sociología ambiental. Pensamiento socio ambiental y ecología social del riesgo*, núm. 177, Barcelona, España, Icaria-Antrazyt, pp. 232.

- Lindón Villoria, Alicia (1998), "Del campo de los estudios urbano-regionales y la reestructuración territorial (a modo de presentación)", *Economía, sociedad y territorio*, vol.1, núm. 4, julio-diciembre, Zinacantepec, México, El Colegio Mexiquense A. C., pp. 619-638.
- Manasse Barbará y Mario Rabey (1992), "El pasado en el conocimiento popular andino", *Revista antropología*, vol. 12., Buenos Aires, Argentina.
- Mariaca Méndez, Ramón (1995), "Agroecosistema concepto central en la agroecología: búsqueda del desarrollo de un modelo aplicativo", *Agroecología y desarrollo sustentable*, Segundo seminario internacional de agroecología, Texcoco, México, Universidad Autónoma de Chapingo, pp. 91-101.
- Martínez Pérez, Juan Froilán (1996), "Método sistémico en Marx", en Cristian E. Leriche Guzmán, *Lecturas sobre métodos y enfoques de la economía*, Biblioteca de Ciencias Sociales y Humanidades, México, UAM Azcapotzalco, pp. 99-129.
- Martínez Saldaña, Tomás (2000), "Modelos de desarrollo rural. Una visión utópica de Ángel Palerm Vich", *Ciencia ergo sum*, vol. 7, núm. 3, noviembre, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 229-234
- Martínez, Piva J. (2001), "El desarrollo local en América Latina", *Comercio exterior*, vol. 51, núm. 8, agosto, México.
- Masera, Omar y Santiago López Ridaura (2000), "Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural", Mundiprensa, Grupo interdisciplinario de tecnología Rural Apropiada (GIRA), México.
- Mateo Rodríguez, José (1989), *Apuntes de geografía de los paisajes*, Cuba, Ministerio de Educación Superior de la ciudad de la Habana.
- Méndez, Delgado E. y Lloret Feijóo M. (2001), "Procedimiento para medir el desarrollo económico local en Cuba", *Comercio exterior*, vol.51, núm. 8, agosto, México, pp. 718-725.
- Moncayo, Edgar (2001), "Evolución de los paradigmas y modelos interpretativos del desarrollo regional", *Espacio y territorios. Razón, pasión e imaginarios*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, Editorial Unibiblos, pp.67-99.
- Montañés Gómez, Gustavo (2001), "Introducción. Razón y pasión del espacio y territorio", *Espacio y territorios. Razón, pasión e imaginarios*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, Editorial Unibiblos, pp. 15-32.

- Morin, E. (1984), *Science et conscience de la complexité*, Aix-en-Provence, Librairie de l'Université.
- Neira, Hernán (1999), Ciencia y metáfora, problemas de legitimación de las ciencias ambientales”, *Revista austral de ciencias sociales*, núm. 3, Valdivia Chile, Universidad Austral de Chile, pp. 159-166.
- Orozco Hernández, María Estela y María del Rosario Canales Vega (2007), “Fundamentos para el estudio del desarrollo local rural”, en Jorge Tapia Quevedo y Mirosława Czerny (coords.), *Territorio y sociedad. La dimensión de los agentes actuantes*, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México/Universidad de Varsovia, pp. 306-327.
- Palerm, Ángel (1993), *Planificación regional y reforma agraria*, C. Viqueira Landa (comp), México, Universidad Iberoamericana, Gernika.
- Quecedo Lecanda, Rosario y Carlos Castaño Garrido (2002), “Introducción a la metodología de la investigación cualitativa”, *Revista psicodidáctica*, núm.14, Vitoria-Gazteis, Universidad del País Vasco, España, pp. 1-26.
- Rello, Fernando (1986), *El campo en la encrucijada nacional*, México, Secretaría de Educación Pública, pp. 11-181.
- Ritzer, George (2001), *Teoría sociológica clásica*, 3ª ed., Madrid, España, McGraw Hill, pp. 3-643.
- Salas, María (1994), “Conocimiento es poder si uno lo quiere entender”, Quito, Ecuador, GTZ.
- Sánchez, Joan Eugenia (1988), “Espacio y nuevas tecnologías”, Cátedra de Geografía Humana, Facultad de Geografía e Historia, *Neocrítica*, núm. 78, Barcelona, España, Universidad de Barcelona, pp. 3-63.
- Sauer, Carl (1982), “La geografía cultural”, *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias radicales)*, en Josefina Gómez Mendoza *et al.*, Madrid, España, Alianza.
- Shapiro, H. (1975), *Hombre, cultura y sociedad*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Steward, Julian H. (1963), *Theory of culture change. The methodology of multilineal evolution*, University of Illinois, Press Estados Unidos, United States of America, pp. 1-237.

- Sunkel, Osvaldo (1980), "Introducción. La interacción entre los estilos de desarrollo y el medio ambiente en la América Latina", *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*, núm. 36, Lecturas, México, Fondo de Cultura Económica.
- Troll, Carl (2003), "Ecología del paisaje", *Gaceta ecológica*, núm. 68, julio-septiembre, Distrito Federal, México, Instituto Nacional de Ecología, pp. 71-84.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN AMBIENTAL APROXIMACIONES SUCESIVAS

María Estela Orozco Hernández¹

Nancy J. González Hernández²

Dulce Leonor Gutiérrez Sánchez³

INTRODUCCIÓN

El diseño de investigación está guiado por un proceso de aproximaciones sucesivas operado a través del análisis multiescala y su utilidad radica en que permite en articular conjuntos variados de tierras de acuerdo con su estructura y organización. La coherencia de los distintos niveles de análisis se logra en la medida en que el estudio empírico se realiza dentro de una unidad territorial general de la que se desprenden fragmentos variados de tierra, sistemas y subsistemas, los cuales presentan una integridad funcional a partir de la interacción de elementos y procesos naturales en articulación con procesos y relaciones sociales. El análisis en variadas escalas territoriales y unidades de observación permite dar cuenta del peso que adquieren los factores que explican los procesos de apropiación y aprovechamiento de los recursos naturales e imponen obstáculos al desarrollo rural.

¹ Doctora en Geografía, profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional UAEM, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales, SEP/UAEMéx-C28. Correo electrónico: eorozcoh61@hotmail.com.

² Licenciada en Geografía y becaria del proyecto Conacyt 35434-S. Correo electrónico: najami_geo@yahoo.com.mx.

³ Licenciada en Ciencias Ambientales y becaria del proyecto Conacyt 54706. Correo electrónico: gtzleo@hotmail.com.

MODELO DE ANÁLISIS MULTIESCALA

La estructura teórico-cognitiva del análisis en distintos niveles de aproximación científica resulta del análisis reflexivo de los fundamentos generales, los enfoques particulares de investigación y la adopción de conceptos interdisciplinarios de las ciencias naturales y sociales.

Destacan las investigaciones que tienden a combinar planteamientos funcionalistas, estructuralistas y materialistas para explicar el cambio rural y los comportamientos ambientales individuales y colectivos, lo cual redimensiona la convergencia interdisciplinaria de la perspectiva sistémica y territorial; la primera aporta los elementos funcionales y la segunda los elementos estructurales que cohesionan la óptica deductiva-inductiva de los enfoques de la ecología del paisaje y la ecología cultural para el estudio de los problemas de aprovechamiento y manejo de los recursos naturales en las comunidades rurales. El análisis territorial-deductivo y el análisis local-inductivo tienen sus diferencias en el alcance de sus objetivos. El primero cualifica, cuantifica y evalúa las potencialidades y limitaciones de un espacio físico-natural delimitado y los cambios y transformaciones producidos por la población en los recursos disponibles. Sus resultados se interpretan desde un contexto general y son útiles para la implantación de medidas preventivas o reactivas en el diseño de políticas, programas y proyectos de intervención, en el menor de los casos busca explicar las causas que producen los problemas. En el segundo el medio natural y los recursos naturales se analizan como contexto físico de las dinámicas sociales y como causa de conflictos, en otros casos no lejos de la perspectiva institucional, y como medios y potencial para el desarrollo rural concertado y participativo. Sus resultados se basan en la interpretación de los contextos particulares en los que se desarrolla el comportamiento social y orienta las posibles explicaciones de los resultados socialmente ineficientes de la degradación de los recursos naturales. La atención concedida al ordenamiento territorial como instrumento de la política ambiental para atender los problemas generados por las actividades y procesos humanos, que trastornan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el paisaje, la economía y la sociedad, ha visto la utilidad de articular niveles de intervención variados con cierta homogeneidad

espacial y funcional. Estos atributos son inherentes a conjuntos de tierras variados: cuenca, subcuenca, microcuenca, paisaje, sistema de uso de la tierra, sistema agrario, comunidad, predio, etcétera; sus características físicas son representativas de la unidad de mayor tamaño en la que se ubican y establecen flujos de interacción entre sí y con variados sistemas y subsistemas (tabla 1).

Tabla 1
NIVELES DE APROXIMACIÓN MULTIESCALA

<i>Cuenca y microcuenca hidrográfica</i>	
<i>Delimitación física</i>	<i>Diferenciación espacial</i>
Paisajes	
Conjuntos fisico-geográficos	Diversidad geográfica y potencial ecológico
Sistemas de uso de la tierra	
Coberturas y uso del suelo	Agrícola, pecuario, forestal y otros usos, aptitud de la tierra, usos inapropiados
Sistema agrario	
Organización social que regula las formas de explotación de la tierra y los recursos naturales	Estructura agraria, propiedad de la tierra, apropiación y normatividad aplicable: derechos y restricciones de aprovechamiento.
Sistema socioambiental comunitario	
Modos de vida	Patrimonio territorial: propiedad de la tierra, medios de vida (naturales y técnicos), recursos naturales, tecnología, memoria colectiva, identidad
Uso y manejo de los recursos naturales	Prácticas tecnológicas (instrumentos de trabajo, mano de obra, intensidad del trabajo), características ecológicas de la tierra y dinámicas sociales y culturales (conflictos y negociaciones)
Prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales (agua, suelo y vegetación)	Actividades, estrategias e instrumentos organizados para aprovechar y conservar los beneficios socioeconómicos (alimentos e ingresos) y ambientales (servicios ambientales) de los recursos (agua, suelo y vegetación)
Estado de regeneración-conservación y/o estado de deterioro-pérdida de los recursos naturales	Agua, suelo y vegetación

Fuente: Elaboración propia.

Estos niveles análisis consideran distintas perspectivas para aprehender y contextualizar la realidad; la profundidad de los resultados obtenidos en cada unidad espacial es función de la escala y de la información utilizada. La escala proporciona una mayor o menor resolución tanto de la unidad espacial como del fenómeno o proceso ambiental en estudio debido a que su valor metodológico se apoya en la idea de que cuando se cambia de escala los elementos contemplados pueden ser los mismos; lo que cambia son las relaciones entre ellos y el modo en que destacan algunos de ellos en las distintas escalas, donde adquieren una importancia distinta (Valenzuela, 2006: 125).

La información para el estudio de la cuenca, el paisaje, los sistemas de uso de la tierra y el sistema agrario proviene de fuentes variadas, datos de los censos nacionales, imágenes satelitales, ortofotos, cartografía temática, reportes y estudios específicos y, de acuerdo con las necesidades de precisión y confiabilidad, puede sugerir verificaciones en campo y muestreos alternos (Vargas, 2000).

Nivel I. Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica o porción del territorio drenado por un sistema de drenaje natural, delimitada por la línea de las cumbres o divisor de aguas (parteaguas) y reconocida como la unidad fundamental de la planeación del desarrollo social, se le atribuye la categoría de unidad de manejo del ordenamiento de los recursos naturales y de las actividades económicas (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2001). En el manejo de la cuenca no sólo interesa el conocimiento, análisis y protección de los recursos hídricos, sino que también involucra la capacidad de los suelos, la vegetación, el relieve, el impacto de la población y la infraestructura civil para la producción sustentable de bienes y servicios, por lo que se constituye en la unidad lógica para la planeación y la gestión de los recursos naturales.

La complejidad de una cuenca hidrográfica aumenta en la medida que se amplía el territorio de intervención humana, debido a que es factible delimitar subcuencas y microcuencas. Una microcuenca es la unidad territorial adecuada

para tratar integralmente el problema de la producción primaria con relación al suelo y el agua. Sus ventajas son las siguientes: la microcuenca no pierde la naturaleza integral que caracteriza a la cuenca hidrográfica, esto es, la relación entre los factores físicos, biológicos y sociales es el área adecuada para analizar la dinámica de una corriente de agua; la interacción entre comunidad, sistemas de producción y predios, el tratamiento del suelo-agua en la producción y el aprovechamiento de los recursos naturales. Los criterios para la selección de una microcuenca piloto son los siguientes: área con representatividad regional, su tamaño no debe ser superior a las 5 000 hectáreas ni inferior a las 500, existencia de un problema de orden ecológico productivo, presencia de uso del suelo agrícola-pecuario-forestal y asentamientos humanos (Villanueva, 2008: 59-89).

Nivel II. Paisaje o conjuntos físico-geográficos

De acuerdo con los múltiples significados y funciones del paisaje, éste se definiría como hábitat resultado de la adaptación de las personas en el medio. Es problema al obstaculizar la vida humana, es riqueza cuando se ve como recurso y propiedad, es historia que refleja la huella de las actividades humanas en el tiempo y es lugar con sitios que se definen por identidades e identificaciones. Es también un instrumento de investigación al mostrar el impacto de las actividades humanas a través de sus efectos, es punto de partida de los estudios regionales y es útil para ordenar la acumulación de datos de un determinado territorio (Aguilar, 1987: 82; Mateo, 1989: 66).

El paisaje se identifica como un área territorialmente limitada que conforma un complejo físico-geográfico caracterizado por la transformación del medio físico-natural por las actividades económicas y el uso de la tierra. Está integrado por componentes naturales abióticos y bióticos: geológicos, geomorfológicos, climáticos hidrológicos, edáficos, florísticos y de la fauna silvestre que, al relacionarlos con la sociedad y sus actividades económicas, la perspectiva se integra en una más amplia de carácter ambiental (Bolos, 1992).

En el estudio del paisaje interesa analizar su estructura, morfología y dinámica a partir de la identificación de las interrelaciones, combinaciones y distribución espacial de los componentes del medio natural y social (D'Luna, 1995). Se aborda a través del análisis físico-geográfico para identificar los procesos ecológicos (la diversidad geográfica y el potencial ecológico) implicados en los sistemas de uso de la tierra (cubiertas y usos del suelo) y su estado de humanización.

En la transformación de los paisajes naturales juega un papel principal la intervención humana a través de la tecnología. Aún cuando se modifica la estructura, funcionamiento y las tendencias evolutivas del paisaje original, el paisaje transformado queda como parte de la naturaleza y sigue subordinando a sus leyes.

Los trabajos que concilian el estudio de la estructura del paisaje, los sistemas de uso de la tierra y la cuenca hidrográfica son aquellos que se ocupan de la delimitación morfológica del territorio a través de rasgos distintivos y visibles, el relieve, los suelos, el clima y la cobertura vegetal (Santos *et al.*, 1989: 17). El estudio en su relación con el uso del suelo permite entender las interrelaciones entre los recursos y condiciones naturales (relieve-suelo, clima-vegetación), las formas de organización de la población para apropiarse de ellos y el impacto en su permanencia y conservación (Cotler, 2004). El análisis del paisaje es un medio para evaluar los efectos de la organización espacial de los sistemas de uso de la tierra y diseñar escenarios prospectivos para su mejor aprovechamiento.

Nivel III. Sistemas de uso de la tierra

Las características de los sistemas de uso de la tierra o formas de aprovechamiento de un área específica abarcan los atributos de la biosfera –suelo, geología, hidrología, poblaciones vegetales y animales–, así como los factores sociales que condicionan su explotación y producen alteraciones ambientales; incluye la propiedad de la tierra, los conflictos generados por su apropiación y disfrute, las controversias del uso actual y el uso adecuado de la tierra y la normatividad aplicable en términos

de derechos y restricciones para el aprovechamiento de los recursos naturales (Food Organization and Agricultores [FAO], 1992).

Un aspecto inherente a los sistemas de uso de la tierra es el estudio de las cubiertas y usos del suelo. Cubierta del suelo se refiere a la naturaleza o forma física de la superficie del terreno que puede ser identificada visualmente en campo o a través de medios de percepción remota.

Algunas cubiertas llevan implícito un uso (cultivos/uso agrícola), aunque no siempre hay una relación directa bosque/uso silvícola, conservación o recreación, y el uso del suelo expresa el aprovechamiento o los fines económicos de las cubiertas del suelo (Ramírez, 2001: 39). Un estudio de cobertura y uso del suelo supone analizar y clasificar los diferentes tipos de cobertura y uso asociado que el hombre practica en una zona o región determinada; su importancia radica en que a escala global, regional y local destacan los cambios en el uso del terreno lo que está transformando la cobertura a un paso acelerado. La principal aplicación de estos estudios es la evaluación del impacto ambiental de las actividades humanas, la ordenación y la planificación territorial (López *et al.*, 2001: 56).

El interés por conservar y proteger los bosques y las selvas como aspectos estratégicos de la sostenibilidad ambiental ha llevado a desarrollar estudios sobre la pérdida de la cubierta forestal y la deforestación. La importancia que ha adquirido el monitoreo y cuantificación de estos fenómenos para la consecución de apoyos económicos nacionales e internacionales minimiza el interés por analizar las causas del aprovechamiento de las cubiertas forestales con fines económicos en cuyo caso están involucrados distintos agentes sociales que participan en los procesos de deterioro del bosque y de las áreas naturales, lo cual repercute negativamente en las condiciones de vida de las poblaciones marginadas.

Nivel IV. Sistema agrario

Las sociedades rurales y la explotación de la tierra forman una totalidad e integran las dimensiones técnica, económica, social y las relaciones con el medio en el seno

de unidades de análisis pertinentes. Tal es el punto de vista de las investigaciones que se basan en las nociones de sistema agrario y sistema de producción (Link, 1994:14).

Las diversas formas de organización agraria definen las relaciones sociales y productivas para aprovechamiento de los recursos naturales (suelo, agua y vegetación) y la distribución de los beneficios. La organización agraria destaca la presencia de individuos y grupos socialmente integrados, la propiedad de la tierra, la normatividad aplicable en términos de los derechos y restricciones para el aprovechamiento de los recursos naturales y los mecanismos formales e informales de apropiación de los mismos.

El sistema agrario refleja en su configuración social y espacial evidencias de adaptaciones y transformaciones producidas por la interacción de factores internos y externos, mismos que le otorgan características particularidades en ámbitos geográficos concretos. La confrontación de fuerzas internas y externas explica la permanencia del sistema, siempre y cuando predominen los efectos positivos y, en caso de predominar los negativos, el sistema estaría en riesgo de desaparecer. Para explicar por qué permanece el sistema agrario, así como los cambios o transformaciones en una dimensión espacio-temporal, es necesario identificar los impulsos internos que promueven la organización espacial y la dinámica económica-social e identificar los impulsos externos que moldean, configuran, transforman o cambian el sistema.

Nivel V. Sistema socioambiental comunitario

El sistema socioambiental comunitario se visualiza como un sistema-entorno que presenta un orden definido, funciones interdependientes y una ubicación espacio-temporal; en el cual se produce y reproduce la vida social y los procesos de adaptación, apropiación, negociación y conflicto para aprovechar los recursos naturales disponibles. Las relaciones internas y externas vistas como flujos o estrategias articuladoras de los miembros de las comunidades rurales al sistema

socioambiental en que se hallan explicarán los procesos sociales y dinámicas de transformación particulares.

El modo de vida se constituye en el eje vertebral del sistema socioambiental de las comunidades rurales. Se ubica en el contexto de un sistema económico dominante, incluye la vida espiritual y el conjunto de actividades productivas que realizan los miembros de las comunidades rurales para la satisfacción de sus necesidades en sus distintos grados de interacción social.

La explicación de como interactúan los modos de vida y el entorno socioambiental se encuentra en las contradicciones de las relaciones económicas, jurídicas, morales, en las dinámicas sociales de apropiación, conflicto y negociación para usar los recursos naturales (agua, suelo y vegetación) y en la adaptación al medio a través de distintos tipos de tecnología, así como su incidencia en la transformación del mismo y en la valoración de los beneficios ambientales (prácticas socioambientales y conservación) y socioeconómicos (ingresos y condiciones de vida) de los sistemas de producción en un espacio o lugar concreto.

La relación del modo de vida y el entorno socioambiental se establece a partir del *patrimonio territorial*; la consideración parte de que en el contexto sociopolítico actual la distribución efectiva de las capacidades productivas de los recursos naturales va más allá de la condición jurídica de la tierra. El patrimonio territorial integra los derechos sobre la tierra, la memoria individual y colectiva, las prácticas socioambientales, las prácticas productivas y las condiciones de vida de un grupo social.

En la dimensión política, afectiva e identitaria, el patrimonio territorial se refiere a una porción delimitada de superficie de la tierra que pertenece a alguien y la pertenencia incluye los derechos que un grupo social tiene para utilizar la tierra de su propiedad y los lazos subjetivos de identidad que los individuos y las colectividades mantienen con respecto al territorio. Este factor cultural puede explicar las formas y los ritmos de transformación de un territorio dado (Montañez, 2001: 20) o bien la resistencia de las comunidades rurales en la conservación de su cultura, sus recursos naturales y su autonomía (Larson y Sarukhán, 2003).

El patrimonio territorial es una construcción social producto de las diversas formas de apropiación de los recursos naturales y la distribución de los beneficios (Ortega, 1998); también es la expresión material de las políticas de desarrollo y los procesos de transformación tecnológica (Troitiño, 1998).

El dominio selectivo y jerárquico que una colectividad tiene sobre su territorio se expresa en las territorialidades: prácticas sociales, manifestaciones simbólicas y materiales, y cuya función es garantizar la apropiación y la permanencia de un territorio concreto. Las territorialidades están definidas por los procesos de adaptación, apropiación y conflicto derivados de las relaciones entre los miembros de las comunidades y su entorno natural, a la vez, los intereses y conflictos expresarán diferentes niveles de dominio territorial y producirán nuevas formas territoriales que desempeñarán funciones variadas (Montañez, 2001: 20).

El estudio de las territorialidades en el aprovechamiento de los recursos naturales requiere conocer las estrategias de los diversos agentes sociales teniendo en cuenta que perseguir objetivos económicos se acompaña de otros objetivos de naturaleza no económica tales como la sociabilidad, la aprobación, el estatus social y el poder (Del Canto, 2000: 82). Las interacciones culturales y las territorialidades se sintetizan en los modos de vida, los cuales se expresarán de muy distintas formas de acuerdo con las condiciones materiales y las identidades que se conservan o recrean de acuerdo con las percepciones e intereses de los distintos actores sociales.

Los procesos asociativos en el uso de los recursos naturales se integran por el conjunto de prácticas tecnológicas (instrumentos de trabajo, mano de obra, intensidad del trabajo) que los productores realizan sobre los ecosistemas. Estas prácticas dependen de las características ecológicas de la tierra y de las dinámicas sociales y culturales en las que los productores se encuentran insertos (Toledo *et al.*, 1987: 95-96).

El manejo integra el conjunto de actividades, estrategias e instrumentos organizados para aprovechar y conservar la capacidad de los recursos naturales para el desarrollo de la población, incluye las potencialidades o limitaciones que el medio natural brinda para el desarrollo de los procesos productivos, el conjunto

de medios de producción o tecnológicos que permiten articular las formas de organización social con las prácticas de manejo de los recursos (suelo, agua y vegetación), así como los conflictos y negociaciones para acceder a dichos recursos.

Las varias vías, por las cuales los productores usan la diversidad natural para la producción, incorporan la diversidad de sistemas de producción y la variación que resulta de la interacción entre los recursos naturales, el medio biótico y abiótico y las prácticas de manejo de la tierra. Tomando en cuenta que el objetivo de todo sistema de producción es producir bienes que satisfagan las necesidades sociales, es conveniente estratificarlos para definir su orientación, limitaciones y potencialidades. Las prácticas socioambientales para el aprovechamiento de los recursos naturales serán el resultado de una combinación indisociable de las características ecológicas de una localización específica, los factores históricos, sociales, culturales, económicos y jurídicos que conforman los modos de vida rural.

ESTUDIO REGIONAL: CUENCA ALTA DEL RÍO LERMA

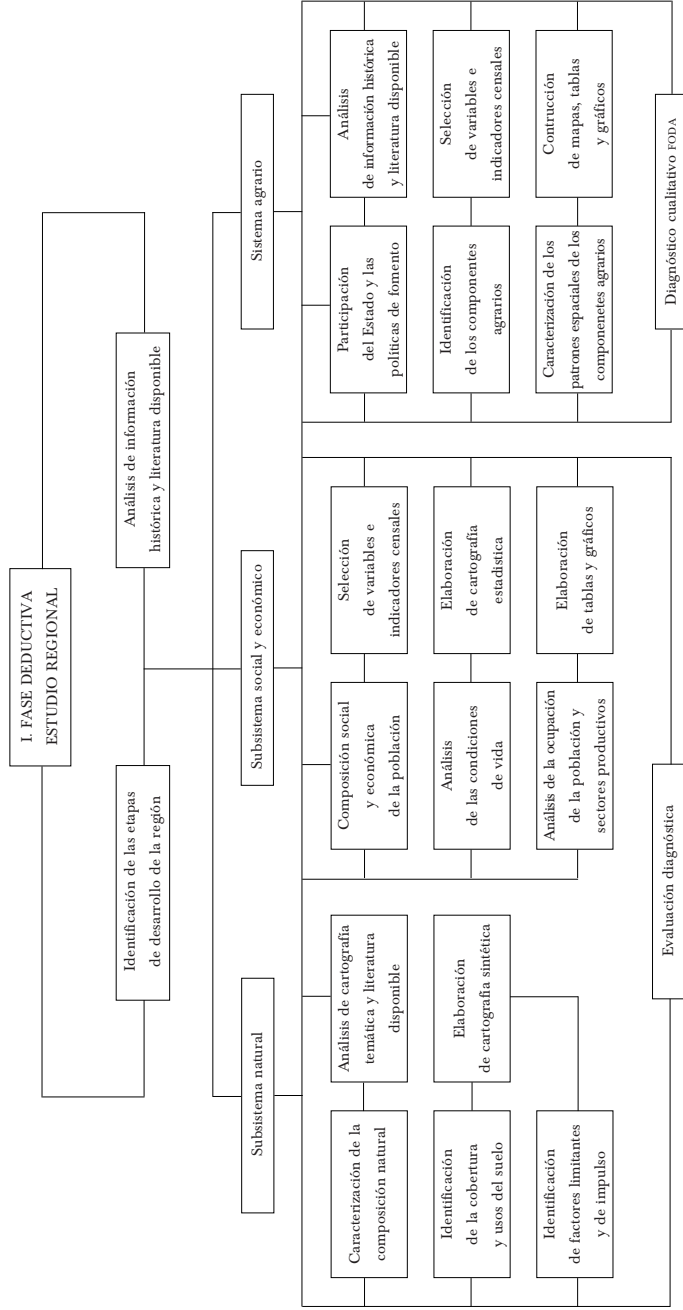
La unidad espacial adoptada para el estudio de las problemas ambientales derivadas del uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales es la Cuenca Alta del Río Lerma (CARL). Esta porción del territorio del Estado de México forma parte del sistema hidrológico Lerma-Chapala-Santiago y ocupa un área de 5 354 km² o 534 942 hectáreas, el cauce del río Lerma recorre 179 km y tiene su origen en la laguna de Almoloya del Río. La configuración morfológica de la cuenca la define un control hidrológico tectónico que la divide en curso alto, curso medio y curso bajo. El objetivo del estudio fue analizar la organización espacial del sistema agrario ejidal a través de un procedimiento deductivo-inductivo basado en el procesamiento de información estadística, cartográfica, histórica y el trabajo de campo. La secuencia para definir los nexos entre las condiciones regionales y la estructura agraria de las unidades de producción social se expone mediante

fases metodológicas y actividades que estructuran dos grandes categorías temáticas: subsistemas natural, social y económico y la estructura agraria de las unidades de producción social (figura 1).

Fases metodológicas

- a) Subsistemas natural, social y económico
 1. Identificación de las etapas de desarrollo de la región por medio del análisis de información histórica.
 2. Caracterización de la composición natural a través de cartografía temática (Escala 1:250 000 y 1:50 000) y literatura disponible.
 3. Identificación de la cobertura y usos del suelo, los factores limitantes y de impulso de los usos del suelo (agrícola, pecuario y forestal), estado actual y potencial.
 4. Análisis de la composición social y económica de la población a través de indicadores de las condiciones de vida, los sectores productivos y la ocupación de la población.
 5. Evaluación diagnóstica de los subsistemas natural, social y económico.
- b) Subsistema agrario
 1. Análisis de la información histórica sobre la dotación de tierras ejidales, la participación de los gobiernos nacional y estatal y las políticas de fomento agropecuario.
 2. Análisis de la información estadística de los censos agrícola, ganadero y ejidal, la cual se organizó en función de las categorías económicas de tierra, trabajo y capital.
 3. Caracterización de los patrones espaciales de las variables sociales, económicas y territoriales del sistema agrario ejidal a través de la construcción de tasas e indicadores, gráficas, tablas y mapas.
 4. Caracterización de las fortalezas, oportunidades, debilidades y adversidades de la estructura agraria.

Figura 1
 MODELO METODOLÓGICO REGIONAL



Fuente: Elaboración propia.

c) Estudio en campo

Con la finalidad de identificar los factores internos y externos que han configurado el estado actual del sistema agrario ejidal en la CARL y explican su permanencia, transformación o deterioro en los últimos veinticinco años, se analizaron ejidos y parcelas seleccionadas para obtener la proyección regional a partir de una muestra de ejidos determinada estadísticamente (figura 2).

Fases metodológicas

1. Identificación de las dimensiones de investigación que se pretende medir: innovaciones tecnológicas en los sistemas de cultivo, diversificación de la mano de obra, transformación de la forma de vida y organización social y mercado de tierras y cambio de uso del suelo.
2. Diseño del instrumento de recolección de información y definición de las características del informante adecuado.
3. El cuestionario se integró por catorce apartados: Clave de cuestionario, fecha de aplicación, municipio y localidad; Nombre del ejido e informante adecuado; Datos del entrevistado; Composición de la familia; Nivel de instrucción; Lengua indígena; Religión; Ocupación; Ocupación exterior; Destino de la tierra; Sistemas de cultivo; Actividad pecuaria; Ingresos y Conocimiento del entorno institucional y problemática ambiental. El informante adecuado es el ejidatario que cultive la tierra.
4. Prueba del instrumento de recolección de la información. Se aplicaron 33 cuestionarios en el ejido de San Mateo Otzacatipan, Toluca. Se tuvo dificultad en las preguntas abiertas, relacionadas con la adquisición de la tierra, incorporación de tecnología e ingresos. Se eliminaron las preguntas abiertas y se codificó cada pregunta y respuesta para reducir el tiempo de aplicación.

5. Establecimiento de los criterios para la elección de la unidad de observación. Se consideraron 413 ejidos reportados en la CARL e identificados por medio del listado de ejidos y comunidades agrarias utilizado en el VII Censo Agropecuario (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [INEGI], 1994). La selección se ejecutó mediante un procedimiento al azar simple² y se tomaron en cuenta los siguientes criterios de selección: Legal: Ejidos de derecho reconocidos oficialmente. Temporal: fecha de la primera dotación. Territorial: localización geográfica en zonas de montaña, lomeríos y valles. Se excluyeron los ejidos absorbidos por la mancha urbana e incluyeron ejidos en transición en los que se realizaba actividad agrícola. Socioeconómico: los ejidos deben contar con tierra cultivable y desarrollar actividad agrícola.
6. Naturaleza del muestreo. Diseño no experimental³ en una sola observación y un enfoque seccional a un solo grupo: los ejidos como unidad de observación grupal y la unidad de producción ejidal como unidad individual. Se aplicó la siguiente fórmula en el *cálculo de la muestra grupal*:

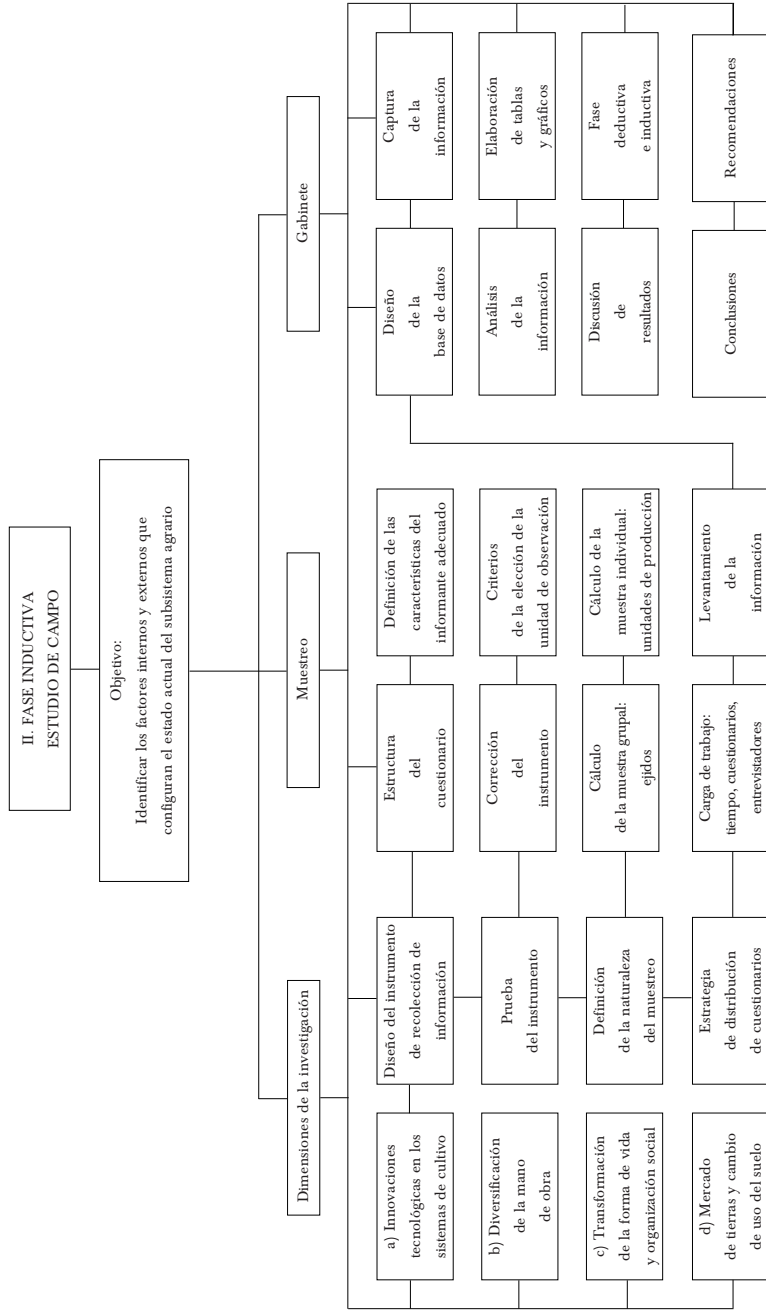
$$n = o^2 * p * q * N / E^2 * (N - 1) + o^2 * p * q.$$

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%. El cálculo de la muestra grupal se realizó estratificada, el universo base (413 ejidos) se distribuyó en los tres cursos o áreas en las que se divide la CARL: curso alto 139 ejidos; curso medio 223 y curso bajo 51. Nivel de confianza elegido: 95.5% y un error muestral de 10% (Sierra, 1995: 195).

² Consistió en sacar por medio de un sorteo una serie de ejidos hasta completar el tamaño de la muestra fijada por municipio y por curso. Se decidió que fuera con reemplazo para que los ejidos tuvieran la misma probabilidad de salir en extracciones sucesivas.

³ Los diseños no experimentales se basan en la observación de la realidad sin manipulación de variables. Permite observar diversidad de variables en la unidad de observación seleccionada (Sierra, 1995: 142).

Figura 2
MODELO DE CAMPO



Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de la fórmula por estrato

$$\begin{aligned} \text{Curso alto: } N &= \frac{2^2 * 50 * 50 * 139}{10^2 * (139 - 1) + 2^2 * 50 * 50} = \frac{4 * 347\,500}{100 * 138 + 4 * 50 * 50} \\ &= \frac{1\,390\,000}{13\,800 + 10\,000} = \frac{1\,390\,000}{23\,800} = 58.4 \text{ ejidos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Curso medio: } N &= \frac{2^2 * 50 * 50 * 223}{10^2 * (223 - 1) + 2^2 * 50 * 50} = \frac{4 * 557\,500}{100 * 222 + 4 * 50 * 50} \\ &= \frac{2\,230\,000}{22\,200 + 10\,000} = \frac{2\,230\,000}{32\,200} = 69.2 \text{ ejidos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Curso bajo: } N &= \frac{2^2 * 50 * 50 * 51}{10^2 * (51 - 1) + 2^2 * 50 * 50} = \frac{4 * 127\,500}{100 * 50 + 4 * 50 * 50} \\ &= \frac{510\,000}{5\,000 + 10\,000} = \frac{510\,000}{15\,000} = 34 \text{ ejidos} \end{aligned}$$

Tabla 2
MUESTRA GRUPAL

<i>Cursos</i>	<i>Total de ejidos muestra</i>	<i>Error %</i>	<i>Fracción del universo %</i>
Alto	58	10	41.7
Medio	69	10	30.9
Bajo	34	10	66.6
Total	161		38.9

Fuente: Cálculos propios a partir de Sierra (1995:195).

7. Cálculo de la muestra individual: la base son las unidades de producción ejidal que utilizan tecnología y representaron 88.0% del total de unidades de producción de la cuenca en estudio (tabla 3).

Tabla 3
MUESTRA EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN EJIDAL

<i>Cursos</i>	<i>Universo: total de unidades de producción ejidal que usan tecnología</i>	<i>Error %</i>	<i>Total de cuestionarios</i>	<i>Fracción del universo</i>
Alto	31 713	8.0	155	0.40
Medio	35 974	8.0	156	0.43
Bajo	10 003	10	99	0.9
Total	77 690		410	0.52

Fuente: Cálculos propios a partir Sierra (1995:195).

Se asignó una confiabilidad de 95.5% y un error de 8.0% en los cursos alto y medio y 10% para el bajo, este último contiene sólo un tercio de las unidades de producción. La síntesis de la muestra grupal e individual se resume en la tabla 4.

Tabla 4
RESUMEN DE LA MUESTRA TOTAL

<i>Cursos</i>	<i>Universo: total de unidades de producción ejidal que usan tecnología</i>	<i>Error muestral %</i>	<i>Total de cuestionarios</i>	<i>Fracción del universo</i>	<i>Universo de ejidos</i>	<i>Error muestral</i>	<i>Total de ejidos</i>	<i>Fracción del universo</i>
Alto	31 713	8.0	155	0.40	139	10	58	41.7
Medio	35 974	8.0	156	0.43	223	10	69	30.9
Bajo	10 003	10	99	0.9	51	10	34	66.6
Total	77 690		410	0.52	413		161	38.9

La fracción de la muestra se calcula, en el caso de los cuestionarios, en función del total de unidades de producción ejidal que utilizan tecnología (77690) y la fracción de ejidos sobre la base de 413 ejidos que contiene la cuenca globalmente y por curso.

La aplicación del instrumento se realizó en el periodo 2001-2002. Finalmente se capturó la base de datos y se elaboraron tablas consolidadas y gráficas para el análisis.⁴

ESTUDIO DE UNIDADES AMBIENTALES Y DESARROLLO LOCAL

En este nivel interesa mostrar que las condiciones ambientales se constituyen en un factor de desarrollo productivo que afecta las condiciones sociales y económicas de la población rural (figura 3). Se eligió el área conformada por los cursos medio y bajo ubicados al norte de la CARL. Los criterios de elección son los siguientes: presencia de localidades y población rural, cobertura y uso del suelo agrícola, pecuario y forestal y presencia de población indígena.

Fases metodológicas

a) Caracterización de las unidades de paisaje: En la determinación de la estructura del paisaje se analizaron los elementos diferenciadores e indicadores; los primeros expresan los contrastes en el territorio, el relieve, la geología y el clima; los segundos son la resultante de la asociación de condiciones climáticas y morfológicas, el suelo, la biota y el agua (D'Luna, 1995). La escala de representación cartográfica (1:250 000, 1:450 000) se eligió de acuerdo con la dimensión del área de estudio y se elaboró

⁴ María Estela Orozco Hernández *et al.* (2009), *La otra imagen del alto Lerma. Paradigma ejidal en la globalización*, Toluca, México, UAEM. María Estela Orozco Hernández, María Teresa Sánchez Salazar (2006), "Transformación social y territorial del sistema agrario ejidal en la región del alto Lerma", *Economía, sociedad y territorio*, núm. 22, vol. VII, septiembre-diciembre, Zinacantepec, México, El Colegio Mexiquense.

la cartografía temática: geología, edafología, climas y uso del suelo para luego superponerla y elaborar los mapas geomorfológico y de pendientes. Con base en los componentes diferenciadores y la interpretación de la cartografía temática se delimitaron las unidades de paisaje cuyas características se registraron en una matriz con los siguientes componentes: geología, geomorfología, edafología, usos del suelo (agricultura de temporal, agricultura de riego, bosque, pastizal y erosión).

b) Uso de la tierra y caracterización socioeconómica en ejidos seleccionados: A partir del uso de la tierra se establece la relación entre las unidades de paisaje y las características socioeconómicas de 54 ejidos seleccionados (tabla 5).

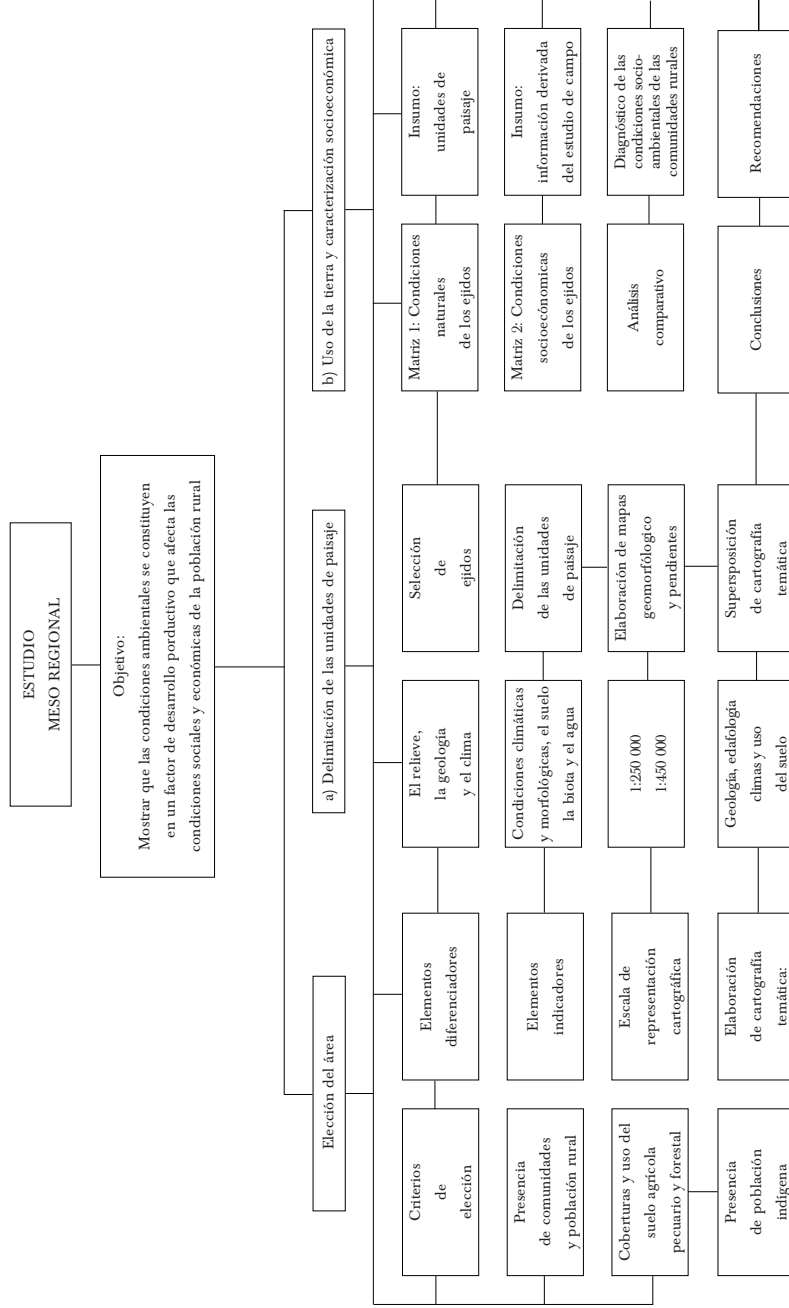
Tabla 5

NÚMERO DE EJIDOS SELECCIONADOS EN LOS CURSOS MEDIO Y BAJO CUENCA ALTA RÍO LERMA

<i>Cursos</i>	<i>Número de ejidos muestra</i>	<i>Número de ejidos seleccionados</i>	<i>%</i>
Medio	69	32	46
Bajo	34	22	65
Total	103	54	52

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3
MODELO MESO REGIONAL



Fuente: Elaboración propia.

Los ejidos fueron elegidos de acuerdo con su distribución en las unidades de paisaje definidas. Con base en la información se elabora una primera matriz en la que se caracterizan las condiciones naturales de los ejidos; los parámetros son nombre del ejido, número de unidad de paisaje, geología, geomorfología, climas, suelos, uso del suelo, precipitación, pendientes y limitantes para el cultivo de la tierra. Posteriormente se elabora una segunda matriz que registra las características socioeconómicas de los ejidos a partir de la información obtenida en 90 cuestionarios aplicados en el muestreo de campo realizado en el periodo 2001-2002.

En la matriz se expresan los promedios y tasas de las variables consideradas: población total (%), hombres y mujeres, número de integrantes por familia, escolaridad (%), superficie (ha), superficie sembrada de maíz (ha), otros cultivos, tecnología utilizada, ocupación principal, ocupación fuera del ejido, lugar de trabajo fuera del ejido, cantidad que aporta de gasto(\$), inversión en los cultivos (\$), ingreso por ventas de cosechas (\$), ingreso por otras actividades(\$). El análisis comparativo de las matrices y el mapa de unidades de paisaje aporta una aproximación a la situación prevaleciente a nivel local y de las posibilidades de desarrollo de las comunidades rurales.⁵

ESTUDIO DEL SISTEMA AMBIENTAL COMUNITARIO

Este nivel requiere nuevamente del análisis reflexivo, que favorece la conexión de los referentes teóricos y las evidencias empíricas que se indagarán en comunidades rurales seleccionadas localizadas en la CARL. A partir de los antecedentes, las perspectivas y enfoques teóricos analizados en el capítulo precedente, se definieron los planteamientos principales para el estudio del sistema ambiental en comunidades rurales del Estado de México (figura 4).

⁵ Jazmín González Hernández y María Estela Orozco Hernández (2006), "Desarrollo local en unidades ambientales de la región del alto Lerma, Estado de México", *Quivera*, enero-junio, núm. 1, año/vol. 8, Toluca, México, UAEM, pp.191-212.

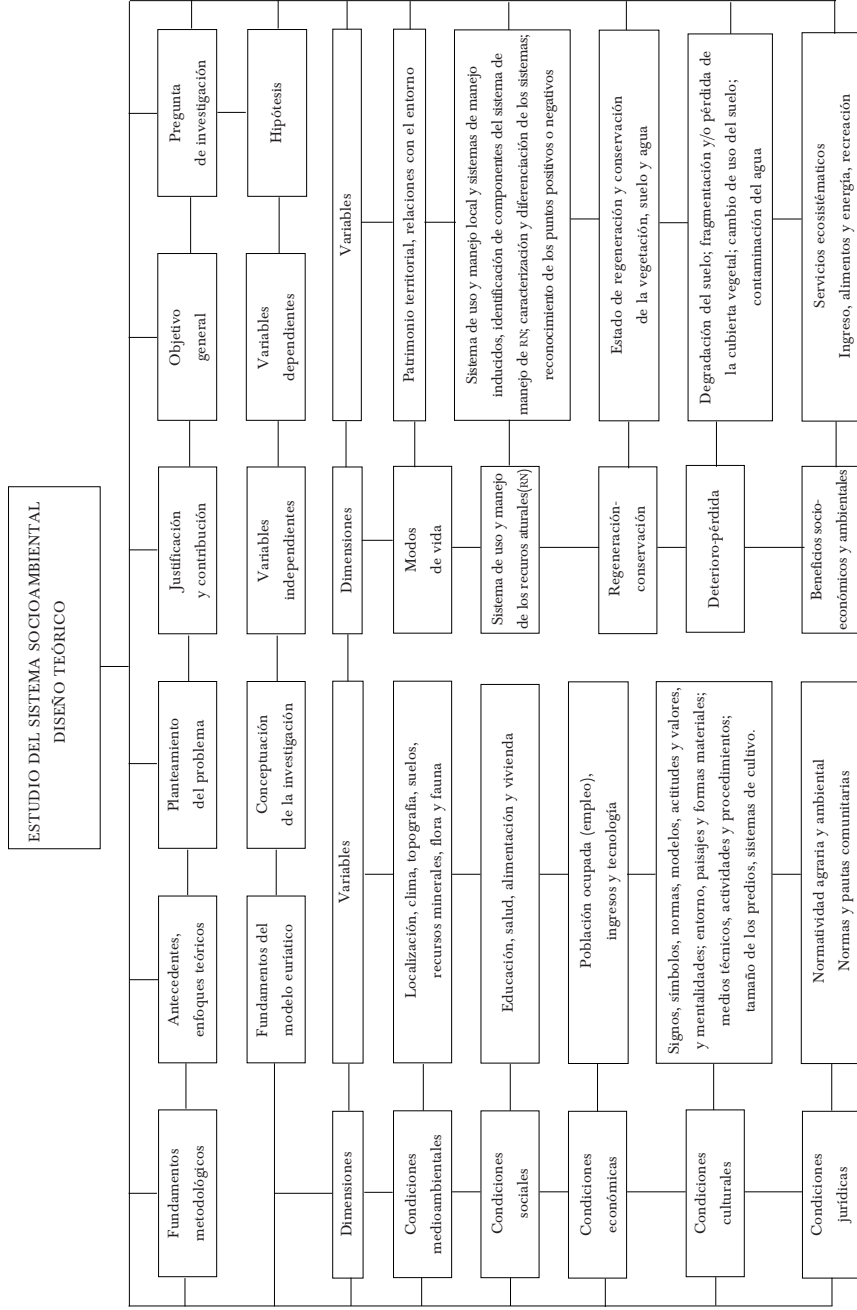
Fases metodológicas del diseño teórico

Planteamiento del problema

En el Estado de México y sus regiones los recursos naturales agua, suelo y vegetación presentan niveles elevados de perturbación y deterioro. La situación se atribuye a los factores naturales, en el menor de los casos, y en la mayoría a la intervención social en el aprovechamiento de los recursos naturales.

El uso de los recursos naturales en la entidad se relaciona directamente con el patrón de ocupación del suelo agrícola y forestal y con la orientación agrícola y agropecuaria de la tierra parcelada. La tenencia de la tierra presenta equilibrio entre la superficie de propiedad social y privada, ambas tienen en común el reducido tamaño promedio de los predios (2-4 hectáreas). La pulverización de la tierra conlleva a la fragmentación de los recursos naturales disponibles, y los mecanismos de apropiación de los recursos agrícolas son la renta de la tierra y la venta de agua.

Figura 4
FASE DEDUCTIVA



Fuente: Elaboración propia.

En las áreas agrícolas de riego, el uso intenso del agua agudiza la desarticulación de los espacios de menor potencial productivo en los que se cultiva maíz de temporal; al mismo tiempo genera nuevas formas de representación social que determinan el acceso a los recursos hídricos. Los recursos forestales se encuentran distribuidos principalmente en núcleos agrarios de propiedad social que acusan problemas severos de deterioro y perturbación atribuibles tanto a los habitantes de las comunidades como a la intervención de agentes externos (INEGI, 2003).

No obstante los limitados recursos naturales con los que cuentan, las comunidades rurales localizadas marginalmente, respecto a los mercados y a los servicios de comunicación, se adaptan a circunstancias cambiantes e incluso adversas porque aprovechan los recursos naturales disponibles como la fuente más accesible de alimento, agua, energía, vivienda e ingreso.

Algunas experiencias confirman que las comunidades rurales, especialmente las indígenas, implantan una serie de estrategias que están revitalizando las formas de organización para la defensa, concertación-negociación, uso, manejo y conservación de sus recursos naturales. En el fondo de esta dinámica subyacen nuevas normas y exigencias de orden sociopolítico que inciden en la organización productiva para el aprovechamiento de los recursos naturales por parte de las comunidades rurales (López y Vázquez, 2006: 4-7).

La relación entre la acción colectiva y el ambiente se expresa en dos aspectos contrapuestos: el primero consiste en la oposición de los actores sociales al interés de las autoridades gubernamentales y a la iniciativa privada por desarrollar proyectos de intervención y en el segundo aspecto sobresale el interés por la conservación de las formas de organización y de vida de los grupos sociales poseedores de los recursos naturales.

Se entiende que la fuerza de cohesión para la defensa de lo propio se encuentra inmersa en circunstancias que tienden a vencer o a fortalecer las reivindicaciones locales. Entonces la acción colectiva no sólo se manifiesta como una estrategia de defensa, sino también como una forma de organización social y productiva que responde a los objetivos particulares de las comunidades, a la valoración

endógena de los recursos naturales y la solidez social y cultural. Los mecanismos comunitarios de derecho de acceso a los recursos naturales y el goce de los beneficios o perjuicios que implica su aprovechamiento producen, por un lado, cambios socioculturales y económicos y, por el otro lado, afectaciones no siempre positivas en el medioambiente.

En este marco la acción colectiva y la organización comunitaria para el aprovechamiento de los recursos naturales se puede ver como una resultante de unir la intervención institucional y la incorporación de los sistemas normativos indígenas. Sin embargo no hay que perder de vista que su dinámica acusa una doble lógica: se tiene la necesidad de elevar la productividad y eficiencia de las empresas comunitarias y se producen conflictos por la sustitución de los valores de uso, por lo valores de cambio que se recrudescen a medida que se trastocan los arreglos e instituciones locales.

El sistema hegemónico transforma el sistema de valores y normas culturales de producción y consumo gradual y rápidamente ocasionando el desmembramiento de un estilo de vida en particular (Nahmad, 1999). Frente a la importancia renovada del manejo de los recursos comunitarios, la reforma al artículo 27 constitucional, cuya repercusión se manifiesta en cambios en el sistema ejidal, destaca la reducción del control estatal sobre los núcleos agrarios. La modificación de la legislación agraria establece los fundamentos que permiten que ejidos y comunidades agrarias ejerzan mayor autonomía en sus asuntos internos, establezcan sus propias regulaciones para la gestión de los derechos de propiedad al interior de los territorios ejidales o comunales y puedan crear nuevos organismos para la resolución de los problemas (Ibarra, 1996).

Justificación

En el contexto sociopolítico actual las comunidades rurales y sus recursos naturales se insertan como realidades distintas y distantes en la lógica del desarrollo capitalista. Sin embargo el papel que desempeñan en los ciclos de renovación y conservación

de los bienes naturales, así como el deterioro de su forma de vida, están reorientando la intervención no solo de los gobiernos, sino también las investigaciones hacia la consideración de los sistemas normativos locales relacionados con el acceso, uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. A partir de lo anterior se identifican dos argumentos que son base de la investigación: el primero 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 agrícolas, pecuarias y forestales y a la intervención de agentes externos. El segundo precisa 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. Bajo esta forma de organización los actores sociales se predisponen no solo a mediar su interacción respecto a la naturaleza, sino a implantar un proceso sociopolítico que beneficie a la colectividad y le permita una convivencia perdurable (López *et al.*, 2001: 9).

Contribución

Generar una serie de afirmaciones acerca de las prácticas sociales y ambientales, para el uso y manejo de los recursos naturales por parte de la población que habita las comunidades rurales, que permitan tomar en cuenta las prioridades locales para la evaluación de proyectos alternativos de desarrollo rural y fortalezcan el contenido de las políticas para la reducción de la pobreza.

Objetivo general

Analizar las condiciones naturales, socioculturales, económicas y políticas que definen la implantación de prácticas sociales y ambientales en el uso de los recursos naturales agua, suelo y vegetación en comunidades rurales seleccionadas.

Pregunta de investigación

¿Qué condiciones ambientales, sociales, culturales, económicas y políticas son las que determinan o limitan la implementación de prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales del Estado de México?

Hipótesis

La implementación de prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales del Estado de México se constituye en un fenómeno multifactorial que responde a la determinación de las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales aglutinadas en los modos de vida rural y mediadas por las instituciones formales e informales que regulan y orientan la organización social y productiva; la interrelación de lo anterior incide en el aprovechamiento de los beneficios socioeconómicos y ambientales, en la existencia de procesos de regeneración-conservación y procesos de deterioro-pérdida de los recursos agua, suelo y vegetación.

Elementos para que la hipótesis sea verificada

El carácter de la hipótesis que se plantea en la investigación la define como de correlación múltiple al considerar dos o más variables independientes o causas, las cuales son identificables a partir de la desagregación de los elementos estructurales utilizados cuando se construye (tabla 6).

Cuanto mayor sea la implementación de prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales en las comunidades rurales seleccionadas tanto mayor será la favorable interrelación de las condiciones ambientales, sociales,

culturales, económicas y políticas en el aprovechamiento y conservación de los beneficios socioeconómicos y medioambientales de los recursos naturales suelo, agua y vegetación.⁶

Tabla 6
ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA HIPÓTESIS

<i>Unidades de análisis</i>	<i>Comunidades rurales seleccionadas</i>		<i>Consecuencias</i>
Variables Dependientes Independientes	Implementación de practicas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales (VD*)	Condiciones ambientales, sociales, culturales, económicas y políticas (VI*)	Beneficios socioeconómicos y medio- ambientales
Elementos lógicos	Cuanto mayor	Tanto mayor	Luego entonces

Fuente: Elaboración propia.

*VD: variable dependiente

*VI: variable independiente

⁶ Si la hipótesis se comprueba se estará en posibilidades de hacer predicciones. Si en X comunidad se implementan prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales, existe X probabilidad de que se de la interrelación favorable de las condiciones ambientales, sociales, culturales, económicas y jurídicas para aprovechar y conservar los beneficios socioeconómicos y ambientales de los recursos naturales disponibles, suelo, agua y vegetación.

Si en X comunidad rural no se implementan prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales, existe X probabilidad de que se carezca de una favorable interrelación de las condiciones ambientales, sociales, culturales, económicas y jurídicas, para aprovechar y conservar los beneficios socioeconómicos y ambientales de los recursos naturales disponibles, suelo, agua y vegetación.

UNIDAD DE OBSERVACIÓN

La comunidad rural es la unidad de observación para analizar las interacciones socioculturales, económicas, naturales, políticas y técnicas que hacen posible la apropiación y aprovechamiento de los recursos naturales. Por comunidad rural se entenderá aquel núcleo de población ubicado espacialmente en áreas rurales y caracterizado de acuerdo con sus instituciones, prácticas sociales y ambientales para el uso y manejo de los recursos naturales agua, suelo y vegetación e incluye comunidades agrarias, ejidos y propiedad privada (Orozco, 2007). Otros aspectos constitutivos de las comunidades rurales son las posibilidades o limitaciones que el medio natural brinda para el desarrollo de los procesos productivos, el factor tecnológico o conjunto de medios de producción que permiten articular las formas de organización social con las prácticas de manejo de los recursos (suelo, agua y vegetación), así como los conflictos y negociaciones para acceder a dichos recursos.

VARIABLE DEPENDIENTE O TEMA DE ESTUDIO

Hace referencia a la implementación de las prácticas socioambientales en el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales seleccionadas. Se refiere al conjunto de acciones, actividades, estrategias que realizan los pobladores para el aprovechamiento y conservación de los beneficios socioeconómicos (alimentos e ingresos) y ambientales (servicios ambientales) que aportan los recursos agua, suelo y vegetación y partir de las cuales establecen las relaciones con el entorno (figura 6).

Las prácticas socioambientales se realizan con el fin de resolver o prevenir problemas de alteración y deterioro de los recursos naturales disponibles en contextos sociales, culturales y políticos favorables y desfavorables. Su análisis supone tener en cuenta las condiciones sociales, históricas y materiales en las que se realizan y el modo en que los individuos o grupos se las apropian; proceso en el cual los factores cognitivos y simbólicos desempeñan un papel determinante

(Abric, 2001: 238). Se debe tomar en cuenta la organización social y política, el conocimiento local, las representaciones, las estrategias, los obstáculos que enfrentan los miembros de las comunidades y el problema que se intenta resolver por medio de su implementación. Es importante diferenciar las prácticas socioambientales producidas y aprendidas en las comunidades rurales de aquellas que han sido introducidas externamente.

Las prácticas socioambientales colocadas en situaciones reales ordenan situaciones, significados, procedimientos, procesos y objetos que reflejan su función procedimental de forma sistémica en las dimensiones social y cultural (Camacho, 2006: 142) y establecen posibilidades de cambio que inciden en las comunidades de manera positiva.

En ausencia de prácticas socioambientales, las acciones que los miembros de las comunidades ejercen sobre la naturaleza determinarán cambios significativos en su composición, estructura y funciones con lo cual se tiende a erosionar la base material de su reproducción social.

VARIABLES INDEPENDIENTES O CAUSAS⁷

Están definidas por las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales que conforman los modos de vida rural y la mediación que ejercen las instituciones formales e informales, donde su interrelación explicará las formas de aprovechamiento de los beneficios socioeconómicos y ambientales y las afectaciones positivas y negativas en los recursos naturales agua, suelo y vegetación, así como el debilitamiento y fortalecimiento de los sistemas sociales y productivos (figura 5).

⁷ Estas variables tienen como función aportar explicaciones al problema de estudio y son el objeto de la metodología.

Condiciones medioambientales

Conjunto de factores biofísicos que establecen los límites de los recursos naturales y definen la diversidad geográfica y el potencial ecológico.

Condiciones sociales

Se integran por el conjunto de factores que caracterizan la accesibilidad a los bienes y servicios básicos y necesarios para vivir, educación, salud, alimentación y vivienda.

Condiciones económicas

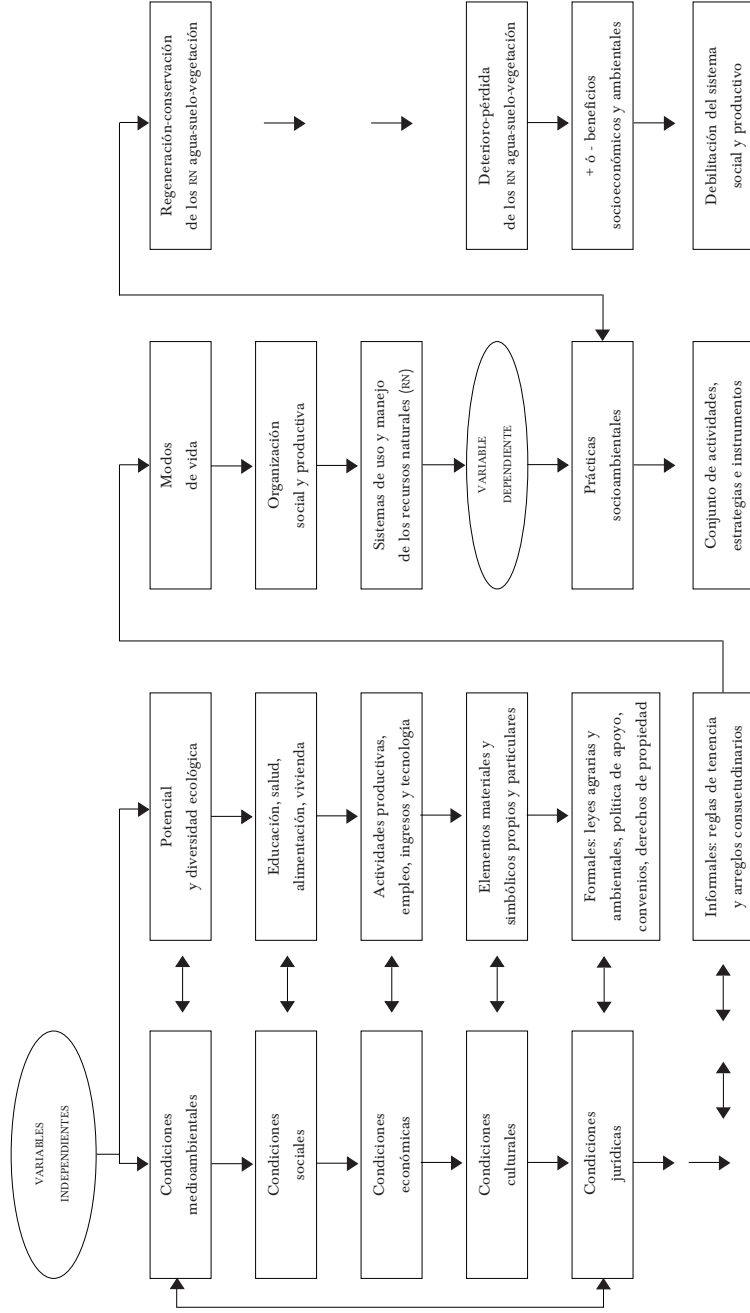
Se refiere a los factores que definen la base productiva de la comunidad; incluye las actividades productivas que realizan sus miembros para la satisfacción de sus necesidades básicas y los beneficios obtenidos, el empleo, los ingresos y la tecnología.

Condiciones culturales

Conjunto de factores materiales y simbólicos que los miembros de una comunidad asumen como propios y a partir de las que se reconocen como grupo de pertenencia (Giménez, 1999: 126). La cultura incluye un estado subjetivado y un estado objetivado; ambos estados permiten que los actores sociales construyan, entre otras cosas, su identidad colectiva y se apropien de su territorio (Giménez y Gendrau, 2001:113).

Figura 5

MODELO HEURÍSTICO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

Condiciones jurídicas

Se conforman por el conjunto de instancias formales e informales que regulan y orientan las conductas sociales y económicas, así como las formas en las que se usan y manejan los recursos naturales (Rivera, 1997: 461). Incluye las leyes agrarias y ambientales, políticas de apoyo, convenios, derechos de propiedad (formales) y las reglas de tenencia y arreglos consuetudinarios (informales).

Modos de vida

Categoría económica y socio-histórica que integra la vida espiritual y la organización económico-social y cultural para la satisfacción de necesidades del grupo o comunidad (González Pérez, 2004). Las relaciones con el entorno se materializan en el patrimonio territorial (propiedad, memoria colectiva, identidad, usos del suelo y sistemas productivos).

Sistemas de uso y manejo de los recursos naturales (RN)

Refiere a los modos de aprovechamiento del suelo, el agua y la vegetación, los cuales están articulados por un conjunto de actividades, estrategias e instrumentos cuyo nivel de organización social determinará la conservación la capacidad de los recursos naturales para el desarrollo de la población o su deterioro.

CONSECUENCIAS

Regeneración-conservación

Sintetiza las afectaciones positivas resultado de la implementación ordenada de actividades, estrategias e instrumentos para el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales en áreas específicas.

Deterioro-pérdida

Resume las afectaciones negativas resultado de la presión que ejerce el aprovechamiento de los recursos agua, suelo y vegetación por parte de actores sociales variados (ejidatarios, comuneros, industriales, el gobierno en todos sus niveles y los traficantes ilegales). Se expresa en la degradación del suelo, erosión, cárcavas, fragmentación y pérdida de la cubierta vegetal, deforestación, incendios, cambio de uso del suelo, despilfarro del agua, sobreexplotación de agua y contaminación.

Beneficios socioeconómicos y ambientales

Son aquellos bienes tangibles e intangibles que obtiene la comunidad rural como resultado del aprovechamiento de los recursos naturales y que en su ausencia-presencia definen la tendencia al debilitamiento y fortalecimiento de los sistemas sociales y productivos en mediano y largo plazo.

DIMENSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

A través del modelo heurístico se identificaron diez dimensiones de investigación que responden a los elementos de la pregunta de investigación y la hipótesis (tabla 7): ¿Qué condiciones ambientales, sociales, culturales, económicas y políticas son las que determinan o limitan la implementación de prácticas socioambientales, en el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales del Estado de México?

Tabla 7

ANÁLISIS-SÍNTESIS DE LAS DIMENSIONES DE INVESTIGACIÓN

<i>Dimensiones de investigación</i>	<i>Definición operativa</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores/índices</i>
Condiciones medioambientales	Conjunto de factores biofísicos que establecen los límites de los recursos naturales y definen la diversidad geográfica y el potencial ecológico	Localización, clima, topografía, suelos, recursos minerales, flora y fauna	Distribución y condiciones biofísicas de los recursos naturales: agua, suelo y vegetación
Condiciones sociales	Se integran por el conjunto de factores que caracterizan la accesibilidad a los bienes y servicios básicos necesarios para vivir	Educación, salud, alimentación y vivienda	Índice de marginación Grado de marginación
Condiciones económicas	Se refiere a los factores que definen la base productiva de la comunidad; incluye las actividades productivas que realizan sus miembros para la satisfacción de sus necesidades básicas y los beneficios obtenidos	Población ocupada (empleo), ingresos y tecnología	Tasa de ocupación por sector productivo Tasa de desocupación por sector productivo Ingreso promedio Origen del ingreso Sistemas de cultivo y usos de la tierra Implementos de trabajo, maquinaria y equipo
Condiciones culturales	La cultura incluye un estado subjetivado y un estado objetivado. Ambos estados permiten que los actores sociales construyan, entre otras cosas, su identidad colectiva y se apropien de su territorio	Signos, símbolos, normas, modelos, actitudes y valores y mentalidades El entorno, paisajes y formas materiales Medios técnicos en el conjunto de actividades y procedimientos Tamaño de los predios, sistemas de cultivo	Representaciones y valoraciones de la naturaleza: agua, suelo, bosque Representaciones y valoraciones de la familia y sus integrantes Distribución de los elementos materiales en la comunidad Lenguaje comunitario y familiar, dieta Ciclo anual: cultivos y cría de animales Implementos de trabajo tradicional Distribución de las tareas

Continuación...

<i>Dimensiones de investigación</i>	<i>Definición operativa</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores/índices</i>
Condiciones jurídicas	Se conforman por el conjunto de instancias formales e informales que regulan y orientan las conductas sociales y económicas, y las formas en las que se usan y manejan los recursos naturales	Normatividad agraria y ambiental Normas y pautas comunitarias	Leyes agrarias y ambientales, políticas de apoyo, convenios, derechos de propiedad (formales) Reglas de tenencia y arreglos consuetudinarios (informales) Programas de fomento productivo y ambiental
Modos de vida	Categoría económica y socio-histórica que integra la vida espiritual y la organización económico-social y cultural para la satisfacción de necesidades del grupo o comunidad	Patrimonio territorial, relaciones con el entorno	Propiedad, memoria colectiva, identidad, usos del suelo y sistemas productivos
Sistemas de uso y manejo de los recursos naturales (RN)	Modos de aprovechamiento del suelo, el agua y la vegetación, los cuales están articulados por un conjunto de actividades, estrategias e instrumentos cuyo nivel de organización social determinará la conservación la capacidad de los recursos naturales para el desarrollo de la población o su deterioro (Villanueva, 2008: 79)	Sistemas de uso y manejo local y sistemas de manejo inducidos Identificación de componentes del sistema de manejo de RN Caracterización y diferenciación de los sistemas Reconocimiento de los puntos positivos o negativos	Utilización del suelo, aprovisionamiento de agua Uso de productos maderables y no maderables Ciclo de aprovechamiento: caza y recolección: (medicinales, alimento, energía) Procedimientos mercantiles y no mercantiles para el uso de la tierra
Regeneración-conservación	Afectaciones positivas resultado de la implementación ordenada de actividades, estrategias e instrumentos para el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales en áreas específicas	Estado de regeneración y conservación de la vegetación, suelo y agua	Cobertura forestal, áreas reforestadas Características del agua: usos Usos adecuados del suelo, aptitud Prácticas de uso y conservación

Continuación...

<i>Dimensiones de investigación</i>	<i>Definición operativa</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores/índices</i>
Deterioro-pérdida	Afectaciones negativas resultado de la presión que ejerce el aprovechamiento de los recursos agua, suelo y vegetación por parte de actores sociales variados (ejidatarios, comuneros, industriales, el gobierno en todos sus niveles y los traficantes ilegales)	Degradación del suelo Fragmentación pérdida de la cubierta vegetal, Cambio de uso del suelo Contaminación del agua	Erosión, cárcavas, Deforestación, incendios, Tierras de cultivo en abandono Despilfarro del agua, sobreexplotación de agua
Beneficios socioeconómicos y ambientales	Bienes tangibles e intangibles que obtiene la comunidad rural como resultado del aprovechamiento de los recursos naturales, y que en su ausencia-presencia definen la tendencia al debilitamiento fortalecimiento de los sistemas sociales y productivos en el mediano y largo plazo	Servicios ecosistémicos Ingreso, alimentos y energía, recreación	

Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

El diseño está guiado por las dimensiones de investigación, las variables independientes y la identificación de los indicadores (figura 6), con base en ellos se diseñó una lista de chequeo, técnica de identificación simple que permite aproximarnos a las consecuencias a través de la identificación de los efectos (tabla 8) y una serie de preguntas cerradas y respuestas de opción múltiple.

El proceso empírico para medir las dimensiones y variables parte de la construcción de observables a través del diseño del instrumento de recolección de datos integrado de 8 apartados.

Tabla 8
COMPONENTES DEL INSTRUMENTO DE CAMPO

I. Datos generales	V. Condiciones económicas
II. Derechos sobre la tierra	VI. Condiciones culturales
III. Composición del grupo familiar	VII. Condiciones jurídicas
IV. Condiciones sociales	VIII. Condiciones medio ambientales

Fuente: Elaboración propia.

Prueba del instrumento de recolección de información

El instrumento de recolección de información se aplicó en las comunidades Santa Ana Niché y San Agustín Mextepec. Las comunidades se localizan aproximadamente a 30 km de la cabecera municipal. Santa Ana es el ejido más antiguo de San Felipe del Progreso que fue declarado como tal el 10 de febrero de 1917, y la resolución presidencial de San Agustín se emitió el 15 de septiembre de 1932.

Ambas comunidades son consideradas de alta marginación y difieren en su monto de población, 1 440 para Santa Ana y 4 163 habitantes para San Agustín, (INEGI, 2007).

En San Agustín 36% y Santa Ana 17% de la población es hablante de la lengua indígena.

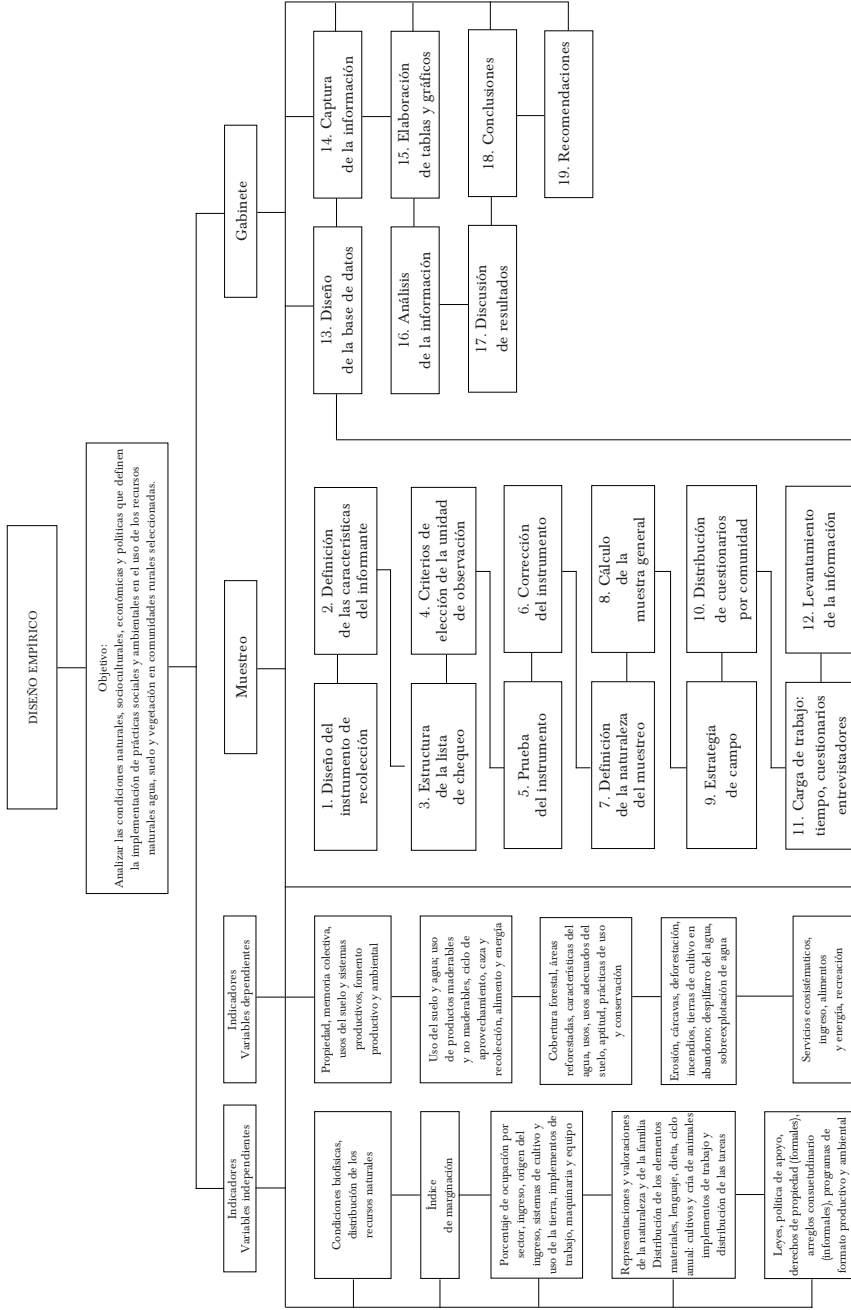
En San Agustín se desarrolla agricultura de riego y el área de monte presenta serios problemas de deforestación; en Santa Ana también se practica la agricultura de temporal y la superficie forestal (bosque de oyamel, pino y cedro) y presenta cierto grado de conservación, en sus inmediaciones se localiza el parque municipal Centro Ceremonial Mazahua que cubre una superficie de 19.50 ha, protegido por el decreto estatal para el manejo, conservación y aprovechamiento de las cimas de montañas, lomeríos y cerros del estado.

Los resultados de la prueba exhibieron la amplitud del instrumento de recolección de la información; sin embargo dado el carácter multifactorial de las variables o causas sujetas a medición se optó por replantear algunas preguntas y mantener la estructura.

Criterios para la elección del área de estudio y las unidades de observación

El área de estudio se ubica en el municipio de San Felipe del Progreso, el cual forma parte del curso medio de la Región del Alto Lerma y la etno-región mazahua integrada por los municipios rurales más pobres del Estado de México (Sandoval, 1997).

Figura 6
FASE INDUCTIVA



Fuente: Elaboración propia.

En virtud de que la población urbana difiere de la población rural por su distribución, densidad, modo de vida, estructura y crecimiento en el estudio se consideraron 16 comunidades rurales que comparten las características de precariedad y pobreza de la región indígena en la que se ubican; la mayoría presenta índices de rezago social e índices de marginalidad en grado alto y muy alto (tabla 9) y albergan un monto de población menor a los 5 000 habitantes. El instrumento se aplicó a los informantes que cumplieran con el criterio de poseer tierras en aprovechamiento agropecuario, forestal o ambos (ejidatario o comunero con parcela y derecho al uso de tierras de uso comunitario).

Tabla 9
COMUNIDADES RURALES SELECCIONADAS

<i>Clave de la localidad</i>	<i>Localidad/comunidad</i>	<i>Resolución</i>	<i>Número Ejidatarios</i>	<i>Sup_Tot has*</i>	<i>Sup_Par_has</i>	<i>Ejid-parce</i>	<i>Cues-2009-2010</i>
0076	San Antonio Mextepec	1 919	210	600	600	210	6
0107	Santa Ana Niché Ejido	1 917	282	876	600	282	7
0108	Santa Ana Niché Centro	0	0	0	0	0	6
0035	Fresno Niché	1 931	344	1 200	1 000	344	6
0249	Ejido San Agustín Mextepec	1 932	216	458	412	216	7
0081	San Jerónimo Bonchete	1 935	257	531	400	257	6
0083	San Jerónimo Mavati	1 930	250	660	600	250	6
0029	Ejido Emilio Portes Gil	1 933	368	1 277	1 277	368	6
0099	San Nicolás Mavati	1 936	110	150	145	110	6
0045	San Antonio de las H.	1 929	365	637	460	365	6
0089	San Juan Cote	1 935	245	608	560	245	6
0037	Guadalupe Cote	1 940	200	203	188	200	6
0097	San Miguel de la labor	1 935	337	980	950	337	6
0098	San Nicolás Guadalupe	1 934	750	970	890	750	6
0008	Calvario del Carmen	1 936	348	498	495	348	6
0031	Estrutempan	0	0	0	0	0	6
Total	16		4 282	9 648	8 577	4 282	98

Fuente: Elaboración propia.

*Abreviaturas:

Sup_Tot_has = Superficie total en hectáreas.

Sup_Par_has = Superficie parcelada en hectáreas.

Ejid-parce = Ejidatarios con parcela.

Cues = Cuestionarios.

Naturaleza del muestreo y cálculo de la muestra

El estudio de campo no experimenta con una sola observación y con un enfoque seccional a un solo grupo. El universo está constituido por 4 282 ejidatarios distribuidos en las 16 comunidades rurales seleccionadas. 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 por 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 de 10% (Sierra, 1995: 195).

$$n = \frac{22 * 50 * 50 * 4282}{10^2 * (4282 - 1) + 2^2 * 50 * 50} = \frac{4 * .2500 * 4282}{100 * 4281 + 4 * 50 * 50} = 42820000$$

$$\frac{42820000}{428100 + 10000} = \frac{42820000}{438100} = 97.7 \text{ o } 98.0 \text{ listas de chequeo}$$

Con la finalidad de confirmar la consistencia de la muestra se aplicó la fórmula propuesta por Fernández (2001) para poblaciones finitas. Al igual que en la fórmula anterior se conoce la población total del universo elegido.

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de población

Z_a^2 = 1.96 (seguridad del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5%=0.05)

q = 1 - p (1-0.05 = 0.95)

d = Precisión asignada 3%

Cálculo de la muestra

$$\frac{4\ 282 * 1.96 * 0.05 * 0.95}{0.03 (4\ 282 - 1) + 1.96 * 0.05 * 0.95} = \frac{398.6542}{0.0009 * 4\ 281 + 0.0931} = \frac{398.6542}{3.946} = 101$$

Estrategia del muestreo de campo

De acuerdo con la muestra, se previó la aplicación de un promedio de seis listas de chequeo por comunidad y a los informantes que cumplieran con los criterios de elegibilidad. La carga de trabajo de tres entrevistadores fue de treinta y tres listas de chequeo para cubrir en siete días; sin embargo dada la desconfianza de los pobladores y la distancia entre comunidades, finalmente se aplicaron ochenta y ocho listas de chequeo de las noventa y ocho previstas en el cálculo de la muestra.

Diseño de la hoja de cálculo y captura de la información

Para el efecto se diseñó la hoja de cálculo y ocho tablas de acuerdo con la estructura y apartados del instrumento de recolección de información: datos generales, derechos sobre la tierra, condiciones culturales, composición del grupo familiar, condiciones jurídicas, condiciones sociales, condiciones económicas y condiciones medioambientales. El eje de la captura fue la foliación consecutiva de las listas de chequeo y la comunidad correspondiente.

Análisis de la información

Elaboración de tablas generales, cálculos simples, cuadros y gráficos para su interpretación, análisis y discusión.

CONCLUSIONES

El procedimiento abstracto-deductivo o de aproximaciones sucesivas en su nivel heurístico favorece el ejercicio de la reflexión para identificar conceptos y principios teóricos complementarios esenciales para el diseño empírico de una investigación interdisciplinaria, tal y como se comprende en el campo ambiental.

La relevancia de los principios funcionales del enfoque sistémico y los principios estructurales del enfoque territorial está en su naturaleza interdisciplinaria y en las posibilidades que ofrecen para las investigaciones especializadas que tienen como objetivo intervenciones profundas en problemas y proyectos concretos hasta la síntesis integral.

El análisis multiescala en su condición de herramienta metodológica está guiado por las implicaciones multifactoriales de las dimensiones natural, social, económica, cultural y política. Su coherencia en los distintos niveles de análisis y escalas se logra en la medida en que el estudio empírico se realiza dentro de una unidad territorial general de la que se desprenden fragmentos de tierra variados, sistemas y subsistemas.

El estudio de la cuenca, el paisaje, los sistemas de uso de la tierra y el sistema agrario proporciona información para comprender y explicar los efectos que la interacción de las estructuras regionales sociales–organizacionales y materiales–espaciales están ocasionando en el sistema ambiental comunitario local. En cada uno de los niveles territoriales será necesario caracterizar la variación ambiental, el potencial ecológico y los patrones de distribución y organización social, aspectos que son causa y resultado de los modos de usar y manejar los recursos naturales.

El sistema socioambiental comunitario es la unidad de análisis adecuada para explicar las dinámicas de relacionamiento de los miembros de las comunidades rurales con su entorno natural, cultural, social, económico y político en escala local; el estudio mostrará la historia ambiental de como interactúan en la apropiación de los recursos naturales, los procesos de manejo y la transformación tecnológica, los resultados económicos para los habitantes

y los efectos en el entorno. En este nivel se tiene la posibilidad de replantear las implicaciones multifactoriales en el uso, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales y el desarrollo rural.

El procedimiento de aproximaciones sucesivas, operado a través del análisis multiescala, proporciona un marco contextual y procesual que integra las variables aportadas por la información estadística, cartográfica y la información obtenida en campo a través de la observación y muestreo estadístico, lo cual incrementa la fiabilidad y validez del diseño de investigación deductivo-inductivo y permite articular las manifestaciones de los fenómenos y procesos ambientales locales en el contexto social, económico y regional en el que se desarrollan. La replicabilidad del análisis depende de considerar los planteamientos que dieron origen a su diseño, con lo cual se garantizaría la comparación y la generalización de los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abric, J. C (2001), *Pratiques sociales. Représentations*, París, PUF.
- Aguilar Robledo, Miguel (1987), *En torno a las relaciones geografía-ecología (un ensayo interpretativo)*, San Luis Potosí, Editorial Universitaria Potosína.
- Bolos, María (1992), *Manual de la ciencia del paisaje. Teorías, métodos y aplicaciones*, Barcelona, España, Masson.
- Camacho Ríos, Alberto (2006), “Socioepistemología y prácticas sociales”, *Educación matemática*, abril, vol. 18, núm. 1, Distrito Federal, México, Santillana, pp.133-160.
- Cotler, Helena y Ángel Priego S. (2004), “Análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas. El caso de la cuenca Lerma-Chapala”, en Helena Cotler (comp.), *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*, INE-Semarnat, pp. 63-74.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2005), “Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), última reforma, 7 de diciembre de 2005, pp. 1-69.

- D'Luna, Carlos A. (1995), *Evaluación del paisaje para el ordenamiento territorial en el área de conservación "La Esperanza", Guanajuato, México*, UNAM.
- Del Canto Fresno, Consuelo (2000), "Nuevos conceptos y nuevos indicadores de competitividad territorial para las áreas rurales", *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, núm. 20, Lerko Print, Madrid, pp. 69-83.
- FAO (Food Organization and Agriculture) (1992), *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: estudio y planificación de cuencas hidrográficas*, Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Guía FAO Conservación 13/6.
- Fernández, Pita S. (2001), *Cálculo del tamaño muestral para la determinación de factores pronósticos*, Unidad de Epidemiología clínica y bioestadística, Complejo Hospitalario Juan Canalejo, Coruña, Cad Aten Primaria, 1996, p. 139.
- Giménez, Gilberto (1999), "La investigación cultural en México. Una aproximación", *Perfiles latinoamericanos*, núm. 15, diciembre, México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, pp. 119-138.
- Giménez, Gilberto y Mónica Gendreau (2001), "Efectos de la globalización económica y cultural sobre las comunidades campesinas tradicionales del centro de México. *Revista mexicana de sociología*, Instituto de Investigaciones Sociales/ UNAM, México, pp. 111-140.
- González Pérez, Ubaldo (2004), "El modo de vida en la comunidad y la conducta cotidiana de las personas", Conferencia inaugural del Primer taller nacional de salud y calidad de vida con las organizaciones de la administración central del Estado", La Habana, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, 22-24 de junio.
- Ibarra, J. L. (1996), "Cambios recientes en la Constitución Mexicana y su impacto sobre la reforma agraria", *Reformando la reforma agraria mexicana*, México, Universidad Autónoma Metropolitana (Xochimilco).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2003), Resultados del Censo Ejidal 2001, Sistema de consulta versión 1.0, Aguascalientes, México.
- (1994), Resultados definitivos del VII Censo Agrícola-Ganadero, volúmenes 1, 2, 3, Aguascalientes, México.

- Larson Jorge y José 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.
- Link, Thierry (1994), *Agriculturas y campesinados de América Latina: mutaciones y recomposiciones*, México, ORSTOM, GNAL, Fondo de Cultura Económica, pp. 9-18.
- López Cruz, Juana Yolanda y Darío Vásquez Antonio (2006), “La participación comunitaria elemento clave para la conservación y manejo de los recursos forestales del distrito de Ixtlán de Juárez, Oaxaca”, XI Congreso Internacional y Nacional de Ciencias Ambientales, Oaxtepec, Morelos, 7, 8 y 9 de junio, pp. 1-11.
- López Granados, Erna Martha *et al.* (2001), “Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo en el caso de la ciudad de Morelia”, *Investigaciones geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, núm. 45, Distrito Federal, México, UNAM/IG, pp. 56-76.
- Mateo Rodríguez, José (1989), *Apuntes de geografía de los paisajes*, Ministerio de Educación Superior de la ciudad de la Habana, Cuba.
- Montañez Gómez, Gustavo (2001), “Introducción. Razón y pasión del espacio y el territorio”, *Espacio y territorios. Razón, pasión e imaginarios*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, Editorial Unibiblos, pp. 15-32.
- Nahmad, Sitton Salomón (1999), “Articulación y posibilidades del etnodesarrollo de los pueblos indios de América Latina”, Conferencia internacional sobre Estilos de desarrollo, Temuco, Chile.
- Orozco Hernández, María Estela (2007), *Metodología mixta para la valoración de las prácticas socio ambientales en el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales del Estado de México*, Proyecto de investigación Conacyt 54706, México.
- Ortega Valcárcel, José (1998), “El patrimonio territorial: el territorio como recurso cultural y económico”, *Ciudades*, Revista de urbanística de la Universidad de Valladolid, núm. 4, Valladolid, Secretariado de Publicaciones, pp. 33-48
- Ramírez Ramírez, Isabel (2001), “Cambios en las cubiertas del suelo en la Sierra de Angangueo, Michoacán y Estado de México, 1971-1994-2000”, *Investigaciones geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, núm. 45, UNAM, pp. 39-55.

- Rivera Herrejón, Gladys (1997), “Nuevos enfoques en la investigación social y el desarrollo rural”, en Gladys Rivera Herrejón *et al.* (comp.), Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), X aniversario, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 443-471.
- Sandoval, Eduardo (1997), *Población y cultura en la etnoregión mazahua (jañtjo)*, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Santos Ocampo, Ángel *et al.* (1989), “Metodología de regionalización natural para grandes territorios, basada en el concepto de paisaje”, *Revista de geografía agrícola*, núm. 9-10, julio 1985-enero de 1986, México, UACH, pp. 4-24.
- Sierra Bravo, R. (1995), *Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios*, 10ª ed., Madrid, Paraninfo.
- Toledo M., Carlos *et al.* (1987), “La ecología y el sistema de producción agrícola de una comunidad en el municipio de Apaxtla, Guerrero”, *Revista de geografía agrícola*, núm. 7-8, julio 1984- enero 1985, México, UACH, pp. 94-124.
- Troitiño Vinuesa, Miguel Ángel (1998), “Geografía y ordenación del territorio”, Universidad Complutense de Madrid, pp. 213-222.
- Valenzuela, Cristina Ofelia (2006), “Contribuciones al análisis del concepto de escala como instrumento multiparadigmático de la geografía contemporánea”, *Investigaciones geográficas*, abril, núm. 59, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 123-134.
- Vargas, Araceli (2000), “Metodología de ordenamiento ecológico”, *El ordenamiento ecológico en la gestión y manejo de los recursos naturales de cara al siglo XXI*, INE.
- Villanueva Manzo, Jesús (2008), *Microcuencas*, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma de Chapingo, pp. 222.

EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL MÉTODO, CONSTRUCCIÓN TEÓRICA Y UN ESTUDIO DE CASO

Luis Brunett Pérez¹

Jesús José Puente Berumen²

Ofelia Márquez Molina¹

Omar Terán Varela¹

INTRODUCCIÓN

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es conocido también como Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) [LCA, Life Cycle Assessment, por sus siglas en inglés]; últimamente, se ha definido como Gestión de Ciclo de Vida (GCV). Es una propuesta que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto, actividad o servicio.

En este sentido, se considera que el ciclo de vida de un producto es toda la *historia* del producto, desde su origen como materia prima hasta su final como residuo. Para este tipo de estudios se tiene que tomar en cuenta las fases intermedias como transporte, preparación de materias primas, manufactura, transporte a mercados, distribución, uso, etcétera.

¹ Cuerpo Académico de estudios multidisciplinarios sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad regional (En consolidación, clave UAEM-CA-133 y IDCA 8657). Correo electrónico: lbrunett@hotmail.com.

² Estudiante del quinto semestre de la maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de México.

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es considerado como un método analítico que realiza una interpretación de los impactos ambientales potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida (Chacón, 2008). Dicho de otra manera, el ACV aborda la extracción de materias primas, producción, transporte, distribución, uso, reciclaje y disposición final. Esta cadena que va *desde el nacimiento hasta la tumba* es lo que se denomina ciclo de vida de un producto (Romero, 2003).

Por tal motivo, conservar recursos privilegia la reducción de residuos generados (a través del producto); pero ya que éstos se seguirán produciendo, el ACV plantea manejar los residuos en una forma sustentable desde el punto de vista ambiental minimizando todos los impactos asociados con el sistema de manejo (Romero, 2003).

Para poder identificar las fases que integran al ACV, la Organización Internacional de Normalización (International Standards Organisation, ISO) plantea un grupo de Normas ISO 14000 para la gestión ambiental y contempla el ACV en su serie 14040; lo que la ISO 14040 hace es elaborar un tipo de norma que sirva para evaluar los impactos ambientales a lo largo de toda la vida de un producto (Iglesias, 2002).

En la década de 1990 se desarrolló y puso en práctica rápidamente esta metodología. Entre las más valiosas contribuciones se menciona el código de prácticas para LCA publicado por la Society Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) y una infinidad de congresos, reuniones, seminarios encaminados a promover el uso del Análisis de Ciclo de Vida.

LAS NORMAS ISO Y EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

La primera norma internacional de la serie ISO 14040 sobre el ACV titulada “Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework” se publicó por primera vez el 16 de junio de 1997. Después de un arduo trabajo por parte del Comité Técnico de la ISO, el TC-207, se establecieron las cuatro normas relacionadas con el ACV que son:

- ISO 14040 (1997): especifica el marco general, principios y necesidades básicas para realizar un estudio de ACV; no describiéndose la técnica en detalle.
- ISO 14041 (1998): en esta norma se especifican las necesidades y procedimientos para elaborar la definición de los objetivos y alcance del estudio y para realizar, interpretar y elaborar el informe del análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ICV) (LCI).
- ISO 14042 (2000): en ella se describe y se establece una guía de la estructura general de la fase de análisis del impacto (AICV) (LCIA). Se especifican los requerimientos para llevar a cabo un AICV y se relaciona con otras fases del Análisis del Ciclo de Vida.
- ISO 14043 (2000): esta norma proporciona las recomendaciones para realizar la fase de interpretación de un ACV o los estudios de un ICV; en ella no se especifican metodologías determinadas para llevar a cabo esta fase.

Se han elaborado además documentos técnicos para ayudar a la elaboración de estudios de ACV como son:

- ISO TR 14047 (2002): proporciona un ejemplo de cómo aplicar la norma ISO 14042 (ISO-14047, 2002).
- ISO/CD TR 14048 (2002): este documento proporciona información en relación con los datos utilizados en un estudio del Análisis de Ciclo de Vida (ISO-14048, 2002).
- ISO/TR 14049 (1998): este informe técnico proporciona ejemplos para realizar un ICV de acuerdo con ISO 14041.

La SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) publicó el código de prácticas en 1993, lo que provocó un fuerte impulso en el desarrollo de los estándares mundiales sobre la concepción y la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (SETAC, 1993).

Otra contribución de la SETAC en Europa y Estados Unidos fueron los talleres internacionales que a propósito tuvieron un énfasis marcado en el método para aplicar el ACV en la industria.

En el mundo de 2002 a 2006, se siguió impulsando el ACV y surgieron asociaciones para promover la utilización de la herramienta del ACV y definir los balances energéticos y de nutrientes que se requieren para producir un producto y los impactos ambientales desde su inicio hasta el final. Entre las más importantes se encuentran: ALCAS (Australian Life Cycle Society), ISLCA (Indian Society for LCA), JLCA-LCA (Society of Japan), KSLCA (Korean Society for LCA), UNEP-SETAC LC-Initiative.

De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa ISO 14040, un proyecto de ACV se divide en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación.

Definición y alcance de objetivos

En esta etapa del proceso se inicia el ACV definiendo los objetivos globales del estudio donde se establecen la finalidad del estudio, el producto implicado, la audiencia a la que se dirige, el alcance o magnitud del estudio, la unidad funcional, los datos necesarios y el tipo de revisión crítica que se debe realizar (Iglesias, 2002).

Análisis del inventario

El Análisis de Ciclo de Vida de un producto es una serie de procesos y sistemas conectados por su finalidad común de creación. El análisis del inventario es una lista cuantificada de todos los flujos entrantes y salientes; por ejemplo, recursos, requerimientos de energía, emisiones al aire y agua y generación de desechos. El análisis del inventario es seguido por la evaluación del impacto en el cual los datos son interpretados en términos del impacto ambiental (Berlin, 2005).

La evaluación de impactos

Tomando en cuenta la lista del análisis del inventario, se realiza una clasificación y evaluación de los resultados del inventario relacionando sus resultados con efectos ambientales observables (Iglesias, 2002).

La interpretación de resultados

Los resultados de las fases precedentes son evaluados juntos, en un modo congruente con los objetivos definidos para el estudio, para establecer las conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones.

El método del ACV es de carácter dinámico, y las cuatro etapas en las que se realiza están relacionadas entre ellas; por lo que a medida que se obtienen resultados, se pueden modificar o mejorar los datos, los límites del sistema o los objetivos (Iglesias, 2002).

LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES Y EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

En los últimos años y basados en la metodología del ACV se han desarrollado un buen número de programas computacionales específicos y genéricos para facilitar su cálculo. La mayoría de estos programas incluyen bases de datos que varían en extensión y calidad. En ellos se introducen los datos que configuran el inventario para posteriormente realizar los cálculos propios de la fase del análisis del inventario del ciclo de vida obteniéndose los resultados para las diferentes categorías de impacto. Como ejemplos de los programas computacionales más comunes, las características y su país de origen se presenta la siguiente tabla (tabla 1).

Tabla 1

PRINCIPALES SOFTWARE EMPLEADOS PARA EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

<i>Software</i>	<i>Compañía</i>	<i>País</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Más información</i>
Gabi	Stuttgart University	Alemania	En contraste son las herramientas clásicas de ACV; este programa ofrece además un análisis económico	www.gabi-software.com
Simapro	Pré-Consultants	Holanda	Compara y analiza productos complejos descomponiéndolos en todos sus materiales y procesos	www.pre.nl
Boustead	Consultoria Boustead	Reino Unido	Aplicación industria química, plásticos, acero	www.boustead-consulting.co.uk
LCAit	Chalmers Industritemik	Suecia	Balance de energía y materiales, aplicación industria química, plástico, aceros	www.ekologik.cti.chalmers.se
Euklid	Instituto Fraunhofer	Alemania	Productos industriales	www.ivv.fgh.de
KCL ECO	Finnish pulp and Paper Research Institute	Finlandia	Industria papelera	www.kcl.fj/eco/
WISARD	Pricewaterhouse Coopers	Francia	Análisis del impacto económico y ambiental del residuo sólido municipal	www.pwcglobal.com
Umberto	Ifeu-Institut	Alemania	Preparación del ACV, ecobalances empresariales	www.ifeu.de/umberto.htm
TEAM	Ecobilan	Francia	Muy completo, su base de datos incluye más de 500 módulos de diferentes sectores	www.pwcglobal.com

Fuente: Güterecca, 2006.

SITUACIÓN DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA AGRICULTURA

El Análisis de Ciclo de Vida ha sido considerado como una herramienta útil para evaluar los sistemas de producción agropecuarios (Iglesias, 2002; Kiyotada, 2006). Existen trabajos que abordan la agricultura japonés, la actividad forestal en Canadá, entre otros.

Para estudios en el sector agropecuario, normalmente se considera como unidad funcional un kilo de producto fresco. La unidad funcional proporciona una referencia respecto a la cual las entradas y salidas del sistema pueden ser normalizadas en un sentido matemático. Un Análisis de Ciclo de Vida no sirve para comparar productos entre sí, sino servicios y cantidades de producto que lleven a cabo la misma función.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA PRODUCCIÓN LECHERA.

ESTUDIO DE CASO: LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA DE LOS MUNICIPIOS DE AMECAMECA Y AYAPANGO, ESTADO DE MÉXICO

Dentro de la lechería en pequeña escala se encuentran los denominados sistemas campesinos de producción de leche, los cuales son definidos como aquellas unidades de producción con superficies de tierra pequeñas donde la venta de leche proporciona ingresos fundamentales para la familia, y que pueden o no complementarse con ingresos generados por otras actividades dentro de la unidad de producción o fuera de ésta; cuentan con un máximo de 20 vacas y un mínimo de tres; sus reemplazos utilizan primordialmente mano de obra familiar y están integrados en mercado como proveedores (Espinoza *et al.*, 2005); no obstante la producción de leche en pequeña escala es considerada como una alternativa de desarrollo rural, en virtud de ser una actividad tradicional de los sistemas de producción campesinos (Arriaga *et al.*, 2000).

La energía juega un papel fundamental en todo sistema de producción pecuario, pues ésta es, desde el punto de vista nutricional, el renglón más importante de la

dieta de un animal; sin embargo, es preciso analizar la energía requerida para el proceso de producción y obtención de leche para determinar el costo energético que involucra producir un litro de leche y así reducir costos de producción identificando actividades susceptibles de disminuir el consumo de energía.

Para el análisis de la energía en el proceso de producción de leche en el sistema familiar, se empleará el ACV cuyo objetivo es recopilar información sobre el origen de los insumos empleados en la parte agrícola y en la parte de producción pecuaria con ello evaluar su impacto ambiental.

Como ya se ha mencionado, esta metodología tiene sus orígenes en la década de los sesenta cuando fue evidente que el único modo eficaz de analizar el tema de *la energía* en los sistemas industriales desde el punto de vista ambiental era el de examinar todos los procesos seguidos por la materia prima desde su extracción, transformación, uso y terminando con el retorno al lugar de donde se obtuvo la materia prima en forma de residuos.

El planteamiento es que cualquier producto, servicio o actividad tiene un impacto sobre el medioambiente. La idea de la Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) es inventariar y evaluar dichos impactos; el resultado será un informe utilizado para tomar decisiones.

En cuanto a la energía dentro de los procesos de producción, es conveniente retomar las siguientes definiciones:

La definición de ACV dada por la SETAC (1993) es la siguiente:

Es un procedimiento objetivo de evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a un proceso o a una actividad, que se efectúa identificando los materiales y la energía utilizada y los descartes liberados en el ambiente natural. La evaluación se realiza en el ciclo de vida completo del proceso o actividad, incluyendo la extracción y tratamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la distribución, el uso, el reciclado, la reutilización y el despacho final.

De acuerdo con Church *et al.* (2006), se define la energía como la capacidad de realizar trabajo; para este estudio se comprende como el producto de una fuerza

que actúa a lo largo de una distancia determinada. Sin embargo, una definición amplia como ésta no es aplicable de modo directo a los animales, por lo que es necesario hacer una revisión de las investigaciones hechas en torno a la energía en la producción agropecuaria.

Un análisis jerárquico realizado sobre la sustentabilidad agrícola muestra el balance energético que permite hacer las comparaciones entre sistemas agrícolas tradicionales (utilizan arado de madera con tracción animal, semillas locales, estiércol y otros insumos internos a la finca, sin maquinaria agrícola de agroquímicos) y modernos (utilizan agua de pozos profundos y de represas artificiales, semillas mejoradas, maquinaria pesada, tractores), fertilizantes (químicos, herbicidas y plaguicidas).

La introducción de nuevas fuentes de energía, nueva tecnología y maquinaria pesada ha cambiado la relación entre insumos y productos en comparación con el sistema agrícola tradicional. La producción de cultivos, la cría de animales y las industrias rurales dejaron de ser independientes en la finca como ocurre todavía en la agricultura tradicional. La agricultura moderna se basa en una serie de operaciones altamente mecanizadas que consumen grandes cantidades de energía en términos de mano de obra y maquinaria, en contraste con la agricultura tradicional que consume poca energía (Zinck *et al.*, 2005).

La evaluación del uso de la energía en sistemas de cultivo por medio de la energía como un indicador agroecológico expresa que el uso eficiente de la energía en el sector agrícola es una de las condiciones para la sustentabilidad de la producción en el campo disminuyendo la contaminación ambiental y la conservación de los recursos fósiles; los investigadores proponen a la energía como un indicador para evaluar el impacto ambiental debido al consumo elevado de energía y con ello ayudar a los agricultores a manejar las entradas energéticas de acuerdo con los estándares establecidos para desarrollar la actividad. El indicador fue construido con base en el análisis energético de cuatro tipos de energía: dos para indirecta (pesticidas y fertilizantes) y dos para directa (maquinaria y sistemas de riego); posteriormente en la evaluación de los valores del consumo de energía fueron convertidos a una escala de 0 a 10 para calcular la sustentabilidad de los sistemas agrícolas (Pervanchon *et al.*, 2002).

En Dinamarca se realizó un estudio sobre el flujo energético y sustentabilidad ecológica en la agricultura danesa donde dicho flujo proporcionó parámetros sobre la sustentabilidad ecológica; los cálculos incluyeron salidas (contenidos en productos vegetales, productos animales, y la parte que es producida y consumida por el humano) y las entradas (consumo de energía fósil, pesticidas y fertilizantes, labor, maquinaria y electricidad). Una manera de cuantificar las partes esenciales del desarrollo agrícola es el método de flujo energético; las entradas y salidas de energía son propuestas como el factor más comprensible para lograr la sustentabilidad (Schroll, 2003).

En Finlandia se llevó a cabo un estudio donde compararon el uso y consumo de la energía en un sistema convencional y un sistema orgánico de producción de leche y de centeno; encontraron que para la producción de 1 000 kg de leche en el primer sistema referido fue de 6.4 GJ (GigaJoules), mientras que en el segundo se emplearon 4.4 GJ; sin embargo, es importante señalar que debido a que, bajo las características orgánicas, el uso de agroquímicos está prohibido, por lo que la cantidad de energía empleada es menor; para la obtención del centeno, se ocuparon 15.3 GJ (convencional) y 13.3 GJ (orgánico) empleando la misma unidad funcional (Grönroos *et al.*, 2006).

No obstante, el uso de energías en la producción agropecuaria requiere un análisis más profundo, pues el costo económico que su uso representa debe considerarse debido a que el impacto ambiental es cuantioso, sobretudo del uso de combustible y agroquímicos. Es por ello que el ACV representa una alternativa para medirlo.

Existen algunas investigaciones en torno a los sistemas de producción de leche, en las cuales se ha aplicado el ACV; tal es el caso de un estudio realizado en Australia, específicamente en la región de Gympie, una de las zonas más importantes en la producción leche de ese país donde la actividad lechera es la fuente de sustento para las comunidades. En este trabajo se observa la escasez de información en la producción lechera y los procesos de adaptación de los software los cuales están principalmente diseñados por la industria. De ese modo, se dieron a la tarea de recabar información y, una vez analizada con el

software que adaptaron a la región, encontraron que la producción de forrajes, el consumo excesivo de combustibles fósiles, el uso exacerbado de agroquímicos, el uso descomunal de electricidad y la producción de gases efecto invernadero representan condiciones de alto impacto ambiental, por lo que dan a conocer las alternativas encaminadas a disminuir el consumo inmoderado de energías para aminorar el impacto ambiental (Orphant, 2004).

En el caso de Berlin (2005), él realizó un estudio denominado: “mejoras ambientales de la cadena de los productos lácteos” cuyo objetivo fue aumentar el conocimiento sobre el impacto ambiental de la cadena lechera post-granja y la evaluación de mejoras potenciales; uno más fue para contribuir al desarrollo de una metodología para el análisis de sistemas ambientales. Como resultado de una primera evaluación, se encontró que las unidades de producción más lejanas conducen a un mayor impacto ambiental que las unidades más cercanas y de dimensiones menores; en cambio las pequeñas unidades de producción representan alto impacto ambiental debido a la creciente cantidad de cultivos.

Se desarrolló un método para la obtención de productos lácteos con un mínimo impacto ambiental; éste combina la producción, métodos de gestión y análisis de los sistemas ambientales y, para su validación, se empleó en dos casos de estudio; dicho método es el ACV, el cual se utilizó para examinar el potencial de los actores en la cadena lechera (productor, detallista, y consumidor) para disminuir el impacto ambiental de los productos lácteos. El estudio arrojó que la reducción en el desperdicio de productos es una forma de disminuir el impacto ambiental.

Entrando en materia del estudio de caso, el municipio de Amecameca está situado en las faldas de la Sierra Nevada, dentro de la provincia del eje volcánico y en la cuenca del río Moctezuma-Pánuco. Sus coordenadas geográficas son longitud 98° 37' 34" y 98° 49' 10"; latitud 19° 3' 12" y 19° 11' 2". La altura sobre el nivel del mar es de 2 420 metros en la cabecera municipal. Se ubica en la porción sur del oriente del Estado de México. Los límites del municipio son los siguientes: al norte el municipio de Tlalmanalco; al este el estado de Puebla y el municipio de Atlautla; al sur el municipio de Ozumba, y al oeste en municipio de Ayapango. La superficie total es de 181 72 kilómetros.

Amecameca está integrado por seis delegaciones, dos subdelegaciones y la cabecera municipal. Las seis delegaciones: San Pedro Nexapa, San Diego Huehualco, Santa Isabel Chalma, San Antonio Zoyatzingo, San Francisco Zentlalpan y Santiago Cuauhtanco y las subdelegaciones San Juan Grande y la Aldea de los Reyes.

El municipio se localiza a 65 km del Distrito Federal por la carretera federal número 115 México-Cuautla; la carretera federal Amecameca-Tlamacas de 40 kilómetros; la carretera local Amecameca-Ayapango-Tenango del Aire y Amecameca Poxtlan-Zentlalpan; el camino Amecameca-Santiago Cuauhtenco-Chalma, así como los ramales a Huehualco y Zentlalpan y el libramiento de 4 kilómetros que rodea la cabecera municipal.

El municipio de Ayapango se localiza al oriente del Estado de México, entre las coordenadas, máximas y mínimas respectivamente: 19° 10' 06" y 19° 05' 15" de latitud norte y 98° 45' 30" y 98° 51' 07" de longitud oeste, a una altura de 2 450 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Tlalmanalco; al sur con los municipios de Tepetlixpa, Ozumba y Amecameca; al oriente con Amecameca, y al poniente con Tenango del Aire y Juchitepec.

Resulta importante destacar que estos municipios representan una parte importante de producción de leche en la zona suroriente del Estado de México; sin embargo, son pocos los estudios que abordan el problema ambiental que se genera por la producción lechera en la región.

De igual manera, se presenta que los productores no cuentan con registros de producción, lo que dificulta que la información necesaria esté plasmada de manera formal y escrita, que es una característica de este tipo de explotaciones lecheras en pequeña escala.

Es así que la investigación se centra en el análisis del comportamiento del flujo de energía en los sistemas de producción descritos con el propósito de cuantificar la cantidad de energía requerida para la producción de un litro de leche, como unidad funcional, apoyada por la herramienta metodológica que propone el Análisis de Ciclo de Vida.

La pregunta de investigación es conocer cómo se lleva a cabo el flujo de energía en unidades de producción de leche en pequeña escala de los municipios

de Amecameca y Ayapango, Estado de México, para establecer el flujo de energía a través del ACV que permitirá cuantificar la energía requerida para la producción de leche en pequeña escala en los municipios mencionados.

Actualmente, se está diseñando un instrumento que permita obtener el inventario de los insumos que entran al sistema, así como su procedencia. Para ello, se han considerado una serie de reactivos que involucran aspectos de la producción de leche, producción agrícola, etcétera. De igual manera, se ha diseñado preguntas sobre el uso y distribución de la energía en los sistemas de producción de leche en pequeña escala.

Para determinar el tamaño de muestra se planteó un muestreo probabilístico, el cual arrojó 27 de 100 unidades de producción de leche en pequeña escala mostrando en la siguiente tabla la distribución de las unidades de producción con base en la comunidad. Cabe señalar que se realizó un estratificado teniendo como base el sistema de producción de leche en pequeña escala fijado por la constitución del hato, el cual varía de entre tres a 20 vacas; del mismo modo, la estratificación se hizo para homogenizar a las poblaciones y lograr grupos homogéneos.

Tabla 2
ESTRATIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA

<i>Comunidad</i>	<i>Estrato 1 3-7 vacas</i>	<i>Estrato 2 8-12 vacas</i>	<i>Estrato 3 13-20 vacas</i>
Ayapango (cabecera)	6	0	1
Pahuacán	9	3	0
Poxtla	7	6	1
Amecameca (cabecera)	18	12	1
Chalma	7	3	0
Huehucalco	1	1	0
Santiago	1	0	0
Zentalpan	13	6	4
Total	62	31	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3
TAMAÑO MUESTRAL

<i>Comunidad</i>	<i>Estrato 1 3-7 vacas</i>	<i>Estrato 2 8-12 vacas</i>	<i>Estrato 3 13-20 vacas</i>
Ayapango (cabecera)	1	0	0
Pahuacán	2	1	0
Poxtla	2	1	0
Amecameca (cabecera)	4	3	0
Chalma	2	1	0
Huehualco	0	0	0
Santiago	0	0	0
Zentalapan	5	4	1
Total	16	10	1

Fuente: Elaboración propia.

Hasta el momento, se está recabando información en las comunidades especificadas en el tamaño muestral. Una vez realizado lo descrito, se procederá al vaciado de la información en una base de datos para su posterior análisis y se llevará a cabo lo referente a la fase de Inventario del ACV donde la información conseguida en el cuestionario se le dará la trazabilidad correspondiente para determinar el origen de los insumos empleados en la producción de leche. Una vez realizado el análisis anterior, se procederá al cálculo de la cantidad requerida para la producción de un litro de leche como unidad funcional.

La propuesta es utilizar el programa computacional denominado SimaPro® versión 7.2, el cual es un software diseñado en Holanda, pero presente también en México, además de que permite el modelado con parametrización y análisis de escenarios y ofrece soporte técnico, cursos y actualización constante de las bases de datos.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

El desarrollo histórico del Análisis de Ciclo de Vida se puede ubicar en los ochenta, pero es con la conformación de la SETAC, en los noventa, que formaliza y se le da un sentido científico a la metodología de ACV. Por lo que se inician programas de promoción para que las empresas y gobiernos usen o apliquen el ACV. Etapa conocida como *cómo hacer un ACV*. A partir de la década del 2000 se incorporan no sólo los aspectos e impactos ambientales, sino también consideraciones económicas y sociales. Se genera la propuesta de GCV (Gestión de Ciclo de Vida). Esta década se caracteriza por el concepto de *cómo aplicar un Análisis de Ciclo de Vida*.

En forma práctica y retomando las experiencias en el uso del ACV, queda claro que un ACV completo puede resultar complicado y demasiado extenso. Además no existen bases de datos para alimentar a los programas computacionales, por lo que es necesario su aplicación y adaptación a condiciones y productos específicos, tal es el caso de la agricultura.

En este sentido, y para la producción de leche en sistemas de pequeña escala, ha quedado claro que se deberán establecer los límites del sistema y qué procesos unitarios deberán incluirse dentro del ACV. En este caso, se utilizara a la energía y como unidad funcional un litro de leche, y se consideran varias unidades de producción para reconocer sus diferencias y limitaciones sociales, laborales, económicas y producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, J. C., Espinoza, O. A., Albarrán, P. B., y Castelán, O. O. (2000), "Perspectivas y retos de la producción de leche en pequeña escala en el Centro de México", *Los pequeños productores rurales en México: Las reformas y las opciones*, Antonio Yuñez-Naude (comp.), México, Editorial F. K. A. y. P. Colegio de México, México.
- Berlin, J. (2005), *Environmental improvements of the post-farm dairy chain: production management by systems analysis methods*, thesis for degree of doctor of philosophy, Göteborg, Sweden, Chalmers University of Technology.

- Chacón, V.J. R. (2008), "Historia ampliada y comentada del análisis del ciclo de vida (ACV) con una bibliografía selecta", *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, núm. 72, octubre-diciembre, pp. 37-70.
- Church, D.C. *et al.* (2006), *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*, México, Limusa Wiley.
- Espinoza, A. *et al.* (2005), "Economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México", *Técnica pecuaria en México*.
- Grönroos, Juha *et al.* (2006), "Energy use in conventional and organic milk and rye bread production in Finland", *Agriculture, ecosystems and environment*, pp. 109-118.
- Güerrecá, L. (2006), *Desarrollo de una metodología para la valoración en el análisis del ciclo de vida aplicada a la gestión integral de residuos municipales*, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Iglesias, D.H. (2002), *Relevantamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de producto y su implicancia en el sistema agroalimentario*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Kiyotada, Hayashi (2006), "Life cycle assessment of agricultural production systems: current issues and future perspectives", *National agricultural research center*.
- Orphnat, S. T. C. (2004), "Life cycle assessment of the production of raw milk", Australia, University Of Southern Queensland, pp.2-80.
- Pervanchon, F. *et al.* (2002), "Assessment of energy use in arable farming systems by means of an agro-ecological indicator: the energy indicator", *Agricultural systems*, pp. 149-172.
- Romero, B. (2003), "El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental", *Tendencias tecnológicas*, Boletín IIE, julio-septiembre.
- Schroll, H. (2003), *Energy-flow and ecological sustainability in danish agriculture*, Roskilde, Denmark, Roskilde University Centre.
- SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) (1993), *Guidelines for life cycle assessment: a code of practice*.
- Suppen, N. y M. Carranza Huerta (2006), Environmental management and life cycle approaches in the mexican mining industry, *Journal of cleaner production*.
- Zinck, J. *et al.* (2005), "La sustentabilidad agrícola: un análisis jerárquico", *Gaceta ecológica*, Brasil.

DISEÑO DE UN SIG PARA EL ESTUDIO DE LAS VARIACIONES DE FACTORES CLIMÁTICOS Y SU IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LA REGIÓN ATLACOMULCO, ESTADO DE MÉXICO

Vicente Peña Manjarrez¹

Jorge Aníbal Vilchis Martínez²

Noé Antonio Aguirre González²

INTRODUCCIÓN

En las últimas tres décadas se han detectado en el mundo cambios importantes en los procesos climatológicos y meteorológicos impactando de forma directa e indirecta la capacidad de hombre para poder producir ciertos cultivos. Dichos procesos han repercutido en lugares donde la producción del campo se encuentra sujeta a las condiciones naturales como es el caso del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de Atlacomulco, Estado de México; no obstante que destaca como segundo productor de maíz de temporal en la entidad, se desconoce la magnitud de las variaciones climáticas y sus efectos en la producción de este cultivo.

En este sentido, disponer de información objetiva, actualizada, sistematizada y adecuadamente georeferenciada que permita focalizar planes y estrategias que promuevan el desarrollo rural sustentable constituye hoy en día una necesidad impostergable. De ahí que en este proyecto se plantea el diseño y la estructura para implementar un Sistema de Información Geográfica (SIG) que posibilite

¹ Geógrafo por la Universidad Nacional Autónoma de México y consultor ambiental. Correo electrónico: vpenam62@hotmail.com.

² Geógrafos por la Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: jorge_geo82@yahoo.com.mx, geog_naguirre@yahoo.com.mx.

conocer las variaciones en la producción del maíz a lo largo de seis años, y valorar el potencial productivo de las tierras agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural de Atlacomulco, Estado de México.

DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta para el manejo de datos asociados al territorio, entre los cuales se han integrado sistemas de información climatológica, que han resultado de gran utilidad para generar imágenes temáticas correspondientes a variables relacionadas con el estado del tiempo y enfocadas al diagnóstico de áreas potenciales para el desarrollo de especies agrícolas, pecuarias y forestales (Medina *et al.* 1998).

Identificación de la problemática

En el Distrito de Desarrollo Rural de Atlacomulco se ha registrado una reducción en la superficie cosechada en años recientes, así como en la producción y en el rendimiento de diversos cultivos, y no hay presencia de elementos sólidos que permitan explicar las causas de dicho comportamiento. Diversas hipótesis consideran factores como el retraso o adelanto del periodo húmedo, la presencia de periodos prolongados de sequía, ondas de calor excepcionales o lluvias torrenciales, entre otros.

Hay evidencias de que algunos meteoros son cada vez más extremos debido a los procesos de calentamiento global y sus efectos son graves, sobre todo en países como México donde un gran número de sus habitantes sobreviven gracias a la producción estacional. Por lo tanto, el presente trabajo se propone examinar el comportamiento de los elementos del clima (variaciones en la precipitación y la temperatura) y sus efectos en la actividad agrícola con el fin de establecer bases que permitan proponer alternativas del manejo o sugerir opciones que contribuyan a reducir los posibles impactos que las variaciones climáticas en la producción de maíz.

Planteamiento de los objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es plantear el diseño general de un SIG que permita conocer la magnitud de las variaciones de la temperatura y la precipitación y su relación con la producción de maíz de temporal en el DDR de Atlacomulco durante el periodo que abarca de 1993 a 1998. Para ello se plantea la necesidad de adquirir, integrar y consolidar datos estadísticos y cartográficos necesarios para la evaluación de las variaciones en la precipitación, la temperatura y la producción de maíz en el periodo referido.

Funciones

- Desplegar información estadística y cartográfica sobre el potencial productivo de las tierras agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural de Atlacomulco.
- Desplegar y consultar las variaciones en la producción de maíz de temporal durante el periodo que abarca de 1993 a 1998.
- Analizar la relación que existe entre las variaciones del clima (temperatura y precipitación) y la producción estacional de maíz.

Datos disponibles

Los principales parámetros que se emplearon como referencia para el proceso de confección y evaluación del SIG fueron el clima (considerando específicamente las variables de temperatura y precipitación media anual), el potencial agrícola de los suelos, la superficie cultivada y la superficie cosechada.

Para la caracterización de las variables referidas se recurrió a la información generada a través de las estaciones meteorológicas del Estado de México, correspondientes a la Red de Monitoreo de la Comisión Nacional del Agua (CNA), así como del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT) y de

las bases de datos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Con relación a la información cartográfica, la fuente base, en sus escalas 1:50 000 y 1:250 000 fue el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Definición conceptual

El desarrollo conceptual se basa en la describir y especificar de los conceptos utilizados para la construcción del SIG agrícola, así como su utilidad.

Clima

El clima es uno de los componentes ambientales más determinantes en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos (FAO, 1981; Critchfield, 1983). Por lo tanto, tiene una fuerte influencia en la mayor parte de las actividades productivas del hombre; de hecho, las formas en que un terreno puede cultivarse están fuertemente condicionadas por el clima y el suelo. Esto es debido, en gran medida, a la inexistencia de métodos con variabilidad económica y tecnológica para controlar el clima y su variación a gran escala (Ruiz, 2002).

Las aplicaciones de la información climatológica en el quehacer humano, el desarrollo y la productividad de los seres vivos en general son muy variadas. Un aspecto fundamental en el que el clima incide sobre los seres vivos es su adaptación; las distintas condiciones climáticas en cuanto a temperatura, humedad, luminosidad y precipitación establecen condiciones de selección natural para las especies, las cuales responden de manera diferente a cada variable.

Es así como el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales está sujeto a las condiciones de temperatura y humedad de sus ambientes naturales; de tal suerte que la distribución geográfica de las especies está en función de las condiciones climáticas correspondientes, según lo demuestran los trabajos de Ruiz y Sánchez

(2001). También se observa una fuerte correlación entre tipos climáticos y tipos de vegetación (Köppen, 1936; García, 1973; Rzedowski, 1983; y García, 1988).

Estadísticas meteorológicas

Las estadísticas meteorológicas también juegan un papel importante en los estudios de variación y cambio climático. Aunque en estos casos se requieren series de datos con lapsos lo suficientemente amplios que permitan identificar tendencias en los patrones ambientales. Es entonces que a partir de la disponibilidad de datos es posible trabajar a escalas mundiales, regionales, estatales y locales.

Conformación de la bases de datos

Para la conformación de la base de datos del proyecto SIG, se utilizaron datos de temperatura y precipitación media anual obtenidos a partir de un grupo de estaciones meteorológicas, pertenecientes a la Red de Monitoreo de la CNA, en un lapso que corresponde a 1993-1998. La relación de estaciones de las que se obtuvo información se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

<i>id_estacion</i>	<i>nom_estacion*</i>	<i>Municipio</i>
15002	Aculco	Aculco
15056	Mexicalcingo	Temascalcingo
15066	Palizada, Villa Victoria	San José del Rincón
15076	Presa Tepetitlán	San Felipe del Progreso
15104	San Pedro Potla	Temascalcingo
15158	San Pedro de los Baños	Ixtlahuaca
15189	La Concepción	Aculco

Continuación...

<i>id_estacion</i>	<i>nom_estacion*</i>	<i>Municipio</i>
15190	San Idelfonso	Aculco
15233	San Nicolás Mavati	San Felipe del Progreso
15238	Santa María del Llano	Ixtlahuaca

Fuente: Elaboración propia.

* *nom_estación* = nombre de la estación

Temperatura y precipitación

La temperatura es el elemento climático que refleja el estado energético del aire e indica el cálculo de calor o frío sensible en la atmósfera (Universidad Nacional del Litoral, 2004). La temperatura es una limitante fundamental para la dispersión de las especies, tanto vegetales como animales ya que puede afectar su desarrollo y crecimiento si tiene variaciones extremas; además, afecta el desarrollo de las plantas al influir sobre la velocidad de los procesos metabólicos (Villalpando, 1985).

Precipitación pluvial

Junto a la temperatura, la precipitación pluvial es uno de los elementos climáticos más importantes, ya que su combinación origina la clasificación de los diferentes tipos climáticos. La precipitación pluvial es el producto de la condensación atmosférica del vapor de agua; puede ser sólida o líquida y condiciona que el ambiente sea seco o húmedo. El equivalente volumétrico de un milímetro de precipitación pluvial es de un litro por metro cuadrado.

Potencial agrícola de los suelos

Los niveles de potencialidad se expresan en clases o categorías, que van desde la máxima sin limitantes hasta la mínima o nula con limitantes significativas.

Para este caso, se está considerando como potencialidad a las características que denotan una aptitud o cualidad para el desarrollo de un cultivo, por lo que tiene una condición de disponible (únicamente desde el punto de vista de las propiedades del suelo), y se maneja como limitante a la condición o el conjunto de condiciones que restringen el desarrollo de cierto uso por sus características naturales o porque pueden desencadenar impactos severos (por ejemplo, un terreno con fuerte pendiente). Los terrenos con limitantes pueden considerarse como no disponibles, pero no necesariamente deteriorados.

Dado que los cultivos agrícolas no son más que una sustitución artificial de la vegetación natural y obtienen sus nutrientes directamente del agua y del suelo, la metodología aplicada define los criterios de selección basados en las características de los suelos que los hacen adecuados o inadecuados para cada cultivo y muestran los criterios que debe contener cada clase de capacidad agrológica de los mismos. La base creada con estas características se clasifica según sus potencialidades y limitantes para cada una de las actividades de interés.

El punto de partida es una base de datos conjunta que aglutina información de los siguientes cuatro insumos: mapa de unidades taxonómicas de suelos, mapa de pendientes, mapa de humedad del suelo y mapa de fases físico-químicas del suelo.

Estructura productiva agrícola

Si bien es cierto que tanto la cobertura espacial como los procesos de producción de la actividad agrícola inciden en buena medida en el volumen de la producción, también debemos enfatizar que las variables medioambientales se constituyen en factores determinantes de los grados de producción resultantes.

En este sentido, como parte de la información que se incluye en este SIG, lo que se pretende es hacer uso de los datos referentes a la superficie física sembrada y a la superficie cosechada, a escala municipal, para cada uno de los ciclos agrícolas definidos en este modelo (1993-1998) a efecto de conocer las diferencias

existentes entre ambas variables y estar en posibilidades de identificar su grado de correlación con las variaciones anuales registradas en el comportamiento de la temperatura y la precipitación media anual y determinar su posible incidencia.

Bases cartográficas

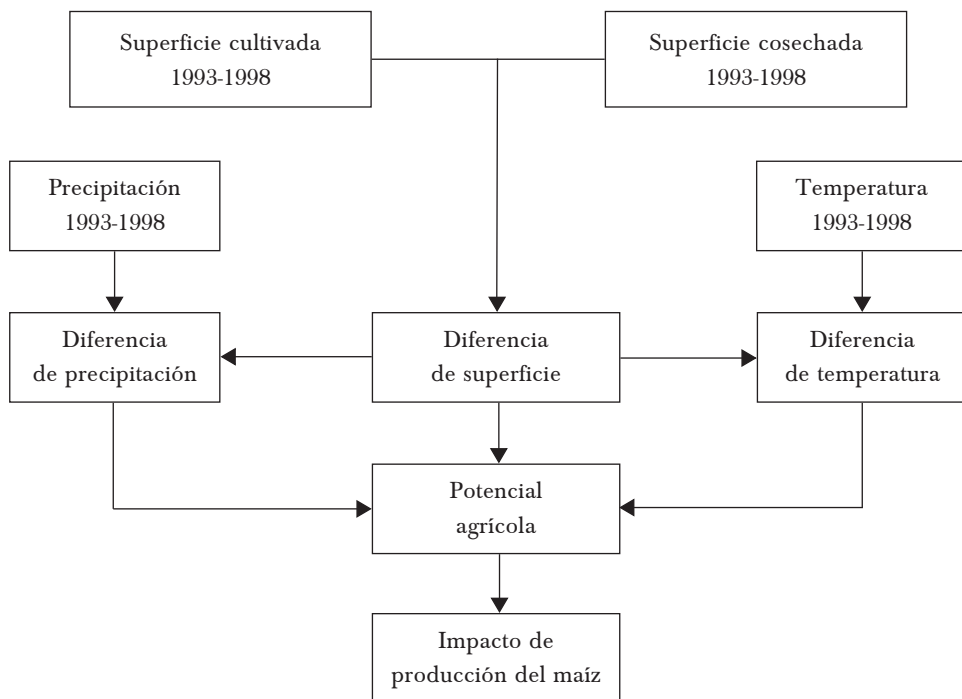
Al integrarse de la región de estudio se construyó con base en el PEOT, el cual contiene una base cartográfica en escala 1:250 000. Cuando se delimitó el Estado de México, se tomaron en cuenta los municipios de Acambay, Atlacomulco; Ixtlahuaca, Jocotitlán, El Oro, San Felipe del Progreso y Temascalcingo. Estos municipios son considerados por el INIFAP como parte del DDR de Atlacomulco; sobre su cobertura de igual forma, se extraen los datos de los archivos con extensión *.shp*, tanto de temperatura como de precipitación.

Integración de la base de datos

La base de datos se integró a partir de las estadísticas meteorológicas, y mediante *Excel* y se revisó con el objetivo de identificar datos faltantes y seleccionar sólo las estaciones con un mínimo de información requerida. La base de datos se estructuró teniendo como guía el siguiente esquema (figura 1):

Figura 1

ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS



Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la entidad relación de la base de datos

El modelo de entidad relación (E-R) está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos llamados entidades y de relaciones entre objetos. Una entidad es una cosa u objeto en el mundo real que es distinguible de otros objetos (Silberschatz y Korth, 2002: 3).

Las entidades se describen en una base de datos mediante atributos. Una relación es una asociación entre varias entidades; el conjunto de todas las relaciones del mismo tipo se denomina conjunto de entidades (Silberschatz y Korth, 2002: 3).

El modelo relacional utiliza un grupo de tablas para representar lo datos y las relaciones entre ellos, donde cada tabla está compuesta por varias columnas, y cada columna tiene un nombre único (tabla 2).

Tabla 2
COMPONENTES DE LA BASE DE DATOS

<i>Temperatura</i>	<i>Precipitación</i>	<i>Superficie cultivada</i>	<i>Superficie cosechada</i>	<i>Producción</i>
Tem_1993	Precip_1993	Sup_Cult_1993	Sup_Cos_1993	Prod_1993
Tem_1994	Precip_1994	Sup_Cult_1994	Sup_Cos_1994	Prod_1994
Tem_1995	Precip_1995	Sup_Cult_1995	Sup_Cos_1995	Prod_1995
Tem_1996	Precip_1996	Sup_Cult_1996	Sup_Cos_1996	Prod_1996
Tem_1997	Precip_1997	Sup_Cult_1997	Sup_Cos_1997	Prod_1997
Tem_1998	Precip_1998	Sup_Cult_1998	Sup_Cos_1998	Prod_1998

Fuente: Elaboración propia.

Hardware y software requerido

Requerimientos de hardware para este proyecto: laptop (con las características genéricas del mercado actual), impresora a color y escáner; en cuanto al software los requerimientos son windows, Auto Cad, ArcView, ER Mapper y Office.

METODOLOGÍA

La estructura metodológica que se consideró para realizar el SIG está basada en nueve fases, mismas que se describen a continuación, y de las cuales se derivan otra serie de acciones y planteamientos seguidos para lograr los resultados propuestos en el diseño conceptual del Sistema Información Geográfica.

Recabada la información necesaria, se realizó un proceso de homologación de la información estadística obteniéndose así los valores promedio de la temperatura y la precipitación media anual para cada uno de los años considerados; en cuanto a la información relacionada con la producción de maíz, se realizó su identificación a partir de los valores de superficie cultivada y superficie cosechada para el periodo preestablecido. Los pasos fueron los siguientes:

Fase 1. Estandarización: consistió en homologar la información climática y de producción disponible identificando, en primera instancia, las variaciones de temperatura y de precipitación con base en los promedios obtenidos para cada estación; en este mismo paso se procedió a la georreferenciación de las estaciones. Posteriormente se procedió a procesar los parámetros de superficie cultivada y superficie cosechada para obtener las diferencias en superficies de producción.

Fase 2. Unión de tablas: se unieron las tablas climáticas a la cartografía en formato *.shp*, ligadas a las estaciones georreferenciadas, obteniendo como resultado las estaciones con la información climatológica necesaria para realizar la interpolación.

Fase 3. Interpolación: utilizando el método de vecinos naturales (*natural neighbor*) se realizó la interpolación de climas utilizando 12 puntos de vecindad.

Fase 4. Corte de zona de estudio: a través de un clip arcTool box.

Fase 5. Unión de tablas: se unieron las tablas de producción a los límites municipales mediante el comando arcTool box, módulo *join*.

Fase 6. Reclasificación: para reclasificar los datos de precipitación, temperatura y superficie se utilizaron las siguientes matrices (tabla 3).

Tabla 3
MATRICES DE RECLASIFICACIÓN

<i>Matriz de reclasificación de precipitación</i>		<i>Matriz de reclasificación de temperaturas</i>	
-60 a -200	-2	-2.0 a -8.0	-1
-20 a -50	-1	-1.9 a 1.9	0
-10 a 10	0	2.0 a 8.0	1
20 a 50	1		
60 a 200	2		
<i>Matriz de reclasificación diferencia de superficies</i>		<i>Matriz de reclasificación de potencial agrícola</i>	
-1001 a -5000	-1	0	CA
-1.9 a 1.9	0	1	4
2.0 a 8.0	1	2	3
		3	2
		4	1

Fuente: Elaboración propia.

Fase 7. Unión estadística: se efectuó la fusión entre los datos de precipitación y superficie y los de temperatura y superficie

Fase 8. Correlación: se hizo la correlación entre precipitación-superficie y temperatura-superficie utilizando para ello una matriz con la finalidad de obtener una reclasificación de las diversas correlaciones existentes entre ambos elementos, resultando así tres niveles para la correlación temperatura/superficie y precipitación/superficie (tem/sup y pp/sup).

Fase 9. Integración cartográfica: a partir del mapa del potencial agrícola y su correlación entre las variaciones de precipitación y temperatura, es posible realizar un análisis visual del impacto en la producción de maíz, el cual quedó conformado por 12 mapas correspondiendo seis a la variable de temperatura y los otros seis a la variable precipitación.

RESULTADOS

Los procedimientos establecidos en el SIG agrícola permiten obtener y desplegar los siguientes resultados:

1. El Sistema Información Geográfica estructurado en el software ArcGIS.
2. La interpolación de temperatura y precipitación por año de la zona.
3. Mapa de diferencias entre la superficie sembrada y la superficie cosechada.
4. Dos mapas de correlación: el primero entre temperatura/superficie, y el segundo entre precipitación/superficie.
5. Doce mapas de interacción entre las correlaciones y el potencial agrícola.
6. La correlación y la visualización de variables para el análisis espacial integral y para la toma de decisiones.
7. Adicionalmente, con la estructura y el diseño del SIG agrícola se tiene la posibilidad de desarrollar, en una fase posterior, toda una serie de procedimientos que permitan el análisis de diversos tópicos ligados a la temática agrícola, como es el caso del estudio de la capacidad agrícola de los suelos o el índice de aridez, así como la integración de variables agrotecnológicas que dejen dar respuesta oportuna al análisis de los impactos entre los elementos agroclimáticos y la producción. En los Anexos I y II se incluye una breve explicación sobre el tema de la capacidad agrícola del suelo y sobre el índice de aridez, los cuales pudiesen ser incorporados en forma posterior al Sistema de Información Geográfica.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Si bien es cierto que las variaciones en la producción del maíz obedecen a diversos factores, tanto naturales como socioeconómicos, los resultados que arroja la información visualizada a través los mapas síntesis del SIG Agrícola nos permiten afirmar que sí existe un cierto grado de correlación entre las variaciones climáticas observadas durante el periodo considerado (1993-1998) y sus efectos en la producción de maíz de temporal.

Lo anterior se puede verificar tanto en el mapa Síntesis de temperaturas como en el de precipitación; en ellos se pueden apreciar las siguientes relaciones:

- Mapa Síntesis de temperaturas: existe una coincidencia directa entre las áreas donde se tuvo una tendencia de incremento de la temperatura y aquellas áreas donde la producción fue más baja al promedio del distrito en el ciclo agrícola correspondiente.
- Mapa Síntesis de precipitación: existe una coincidencia directa entre las áreas donde se tuvo una precipitación por arriba del promedio regional y aquellas áreas donde la producción fue más baja al promedio del distrito en el ciclo agrícola correspondiente.
- Adicionalmente, se pudo identificar una reducción gradual de las tierras de cultivo en años más recientes en el periodo analizado, que puede también estar asociada a la disminución de la productividad por efectos de las variables ambientales sin obviar las correspondientes incidencias de tipo socioeconómico y tecnológico.

Derivado de lo anterior, podemos agregar que los resultados obtenidos no son del todo suficientes para establecer conclusiones definitivas y que, por lo tanto, se requiere incorporar el análisis de otro tipo de variables entre las cuales consideramos como las más importantes: la capacidad agrícola del suelo y el índice de aridez para así lograr afirmaciones más consistentes respecto a la valoración del potencial productivo de las tierras agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural de Atlacomulco, Estado de México.

ANEXO I

CAPACIDAD AGRÍCOLA DEL SUELO

Los lineamientos generales para la construcción del mapa de Uso potencial de suelo están tomados de la clasificación de la USDA (por sus siglas en inglés), adecuado para las condiciones mexicanas del Colegio de Postgraduados de la Universidad

Autónoma de Chapingo. En esta clasificación se señalan ocho categorías de capacidad agrícola: de la primera a la cuarta son para usos pecuarios, la séptima y octava clase son adecuadas únicamente para la vida silvestre, ya que carece de atributos adecuados para las actividades agropecuarias (Gobierno del Estado de México [GEM], 2001: 24).

Partiendo de esta clasificación, se consideran criterios para la realización de un mapa de Uso potencial del suelo que contempla los requerimientos agroclimáticos de los principales cultivos del país, las unidades taxonómicas de la clasificación de Food and Agriculture Organization-United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, la cual señala algunos atributos propios del suelo que influyen directamente en el desarrollo de los cultivos; las fases químicas que proporcionan información relevante de niveles de pedregosidad, presencia y condiciones salinas del suelo, entre otras, que constituyen limitantes para el desarrollo adecuado de las actividades agrícolas (GEM, 2001: 25).

Respecto a las pendientes, se consideran como terrenos sin limitantes aquellos rangos inferiores a los 7° (según las condiciones de variabilidad del suelo este valor puede extenderse hasta los 15°). La pendiente del terreno es fundamental porque está en relación con la susceptibilidad a la erosión y con la capacidad de regeneración natural o artificial de una cobertura vegetal. Las pendientes consideradas en esta clasificación son adecuadas para el desarrollo agrícola debido a que regularmente no presentan condiciones de inestabilidad geomorfológica (fundamentalmente pérdida excesiva de suelos y por consecuencia de la agricultura). De igual forma, la cobertura de humedad del suelo, ya que se destaca de alguna manera la cantidad de agua presente para satisfacer las necesidades y requerimientos hídricos de los cultivos (GEM, 2001: 25).

ANEXO II

ÍNDICE DE ARIDEZ

Con la finalidad de complementar el análisis definido para este estudio, se propone generar un índice de aridez como parte del reforzamiento de los resultados y los alcances contemplados en este SIG que se desarrolló.

El índice de aridez es un análisis numérico que se utiliza para detectar la sensibilidad a gradientes de precipitación y temperatura. El índice de aridez de De Martonne, se expresa como: $A = 12 \text{ pp} / (T+10)$, donde A es el índice de aridez, pp es la precipitación mensual y T es la temperatura media mensual (Mercado Mancera G., *et al.* 2010).

La aridez es un concepto sinónimo de sequedad; traduce la ausencia o escasa presencia de agua o bien la humedad en el aire y suelo. Los factores que la definen son complejos: escasez de precipitaciones, tanto en cantidad como en intensidad y regularidad, alta radiación solar, lo que origina altas temperaturas y una evapotranspiración superior al volumen de agua disponible, así como una baja humedad atmosférica (Mercado Mancera *et al.* 2010: 51).

Los indicadores climáticos que permiten determinar los procesos de aridez desertificación se fundamentan comúnmente en los volúmenes de precipitación y los regímenes de temperatura, así como en otros índices basados en precipitación, evapotranspiración del agua en el suelo y la transpiración del agua por las plantas (Mercado Mancera *et al.* 2010: 53).

BIBLIOGRAFÍA

- Critchfiel, H. J. (1983), *General climatology*, 4ª ed., New Jersey, Estados Unidos, Prentice Hall, 435 pp.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (1981), *Informe del proyecto de zonas agroecológicas*, vol. 3, Roma, Italia, 143 pp.
- García, E. (1973), *Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*, 2ª ed., Universidad Nacional Autónoma de México, 246 pp.
- (1988), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*, 4ª ed., México, Offset Larios, 155 pp.
- GEM (Gobierno del Estado de México) (2001), *Términos de referencia generales para la elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT)*.

- Köppen, W. P. (1936), "Das geographics system der klviste", *Handburhder Klimatologie. Band 1, Teil C*: 1-44, Berlín.
- Medina, G. *et al.* (1998), *Los climas de México, una estratificación basada en el componente climático*, Campo experimental Centro de Jalisco, Guadalajara, México, INIFAP-CIRPRAC, 105 pp.
- Ruiz C., J. A. y J. J. Sánchez G. (2001), "Potential geographical distribution of teosinte in México: a GIS approach", *Maydica*, núm.46, pp. 105-110.
- Ruiz C., J. A. (2002), *Apuntes del curso de meteorología y climatología*, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México, Departamento de Ciencias Ambientales, INIFAP, Campo Experimental Centro de Jalisco, 50 pp.
- Rzedowski, J. (1983), *Vegetación de México*, México, Limusa, 432 pp.
- Silberschatz, Abraham y Henry F. Korth (2002), *Fundamentos de bases de datos*, 4ª ed., Madrid, España, McGraw Hill.
- Universidad Nacional del Litoral (2004), *Clima*, Facultad de Ciencias Agrícolas, <http://www.fca.unl.edu.ar/clima>.
- Villalpando I., J.F. (1985), *Metodología de investigación agroclimatológica*, INIA-SARH, Zapopan, Jalisco, México, 183 p.

INDICADORES DEL ESTADO DEL BOSQUE EN COMUNIDADES RURALES, TEMOAYA, ESTADO DE MÉXICO

Ricardo Farfán Escalera¹

María Estela Orozco Hernández²

INTRODUCCIÓN

No obstante que el bosque es considerado un recurso natural marginal debido a la reducida aportación a la economía nacional y al escaso beneficio económico que proporciona a las comunidades rurales que viven en las áreas naturales protegidas, en las últimas décadas se ha presentado una mayor preocupación por su pérdida y degradación (Ortega, 2004).

La existencia de grupos sociales que poseen tierras colectivamente bajo los sistemas de propiedad social en México (los ejidos y comunidades agrarias) poseen una extensión que abarca más de la mitad del territorio nacional (Barton y Merino, 2004). Una buena parte de estas comunidades es la responsable del uso y manejo de los recursos comunitarios, los bosques, los manglares y los cuerpos de agua en los que el mercado no puede asignar derechos de propiedad por el atributo de indivisibilidad de dichos recursos.

¹Maestro en Ciencias Ambientales y profesor de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM, becario Conacyt. Correo electrónico: ricfares@gmail.com.

²Doctora en Geografía y profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales SEP/UAEMéx-C28. Correo electrónico: eorozcoh61@hotmail.com.

La indivisibilidad de las tierras comunales sugiere hacer la distinción entre propiedad colectiva de acceso cerrado o regulado y las condiciones de libre acceso o acceso abierto; el primer tipo se caracteriza por la existencia de un grupo de dueños que tiene obligaciones y derechos de propiedad, y en el segundo no existen dueños que sean los responsables del aprovechamiento y mantenimiento de los recursos naturales.

Elinor Ostrom (1990) sostiene que la administración del libre acceso y el establecimiento de límites aprovechables puede garantizar el manejo adecuado de los recursos comunitarios, y en su ausencia podría conducir a la sobreexplotación. Cuando faltan reglas para coordinar las acciones de quienes usan los recursos, éstos tienden a extraer más agua y elementos del bosque y del suelo, lo cual se convierte en riesgo de no seguir produciendo para la comunidad. La percepción individual y grupal sobre el estado del recurso, el problema, las normas existentes para regular su uso, y de la actitud de las entidades públicas frente a los que extraen los recursos y las alternativas para hacer un uso racional, son importantes para definir planes de manejo y propuestas de desarrollo (Cárdenas *et al.*, 2003: 81).

Aunque el Estado tiene a capacidad limitada para hacer cumplir los derechos de la propiedad y las normas de uso o exclusión de los recursos y los ecosistemas, las comunidades rurales perciben su acción reguladora, no como apoyo, sino como instancia que impone normas sobre la explotación del recurso sin escuchar las necesidades de la comunidad.

La mayoría de las comunidades rurales utiliza sus recursos bajo las normas que rigen su organización social; no se sujetan a las del mercado, por ello es importante comprender que las formas de aprovechamiento de los bosques repercuten en las comunidades poseedoras del recurso y también en la población en general al proveer no sólo de madera y productos secundarios de recolección, más aún porque su presencia garantiza el hábitat de especies de animales y vegetales y la recarga de agua del subsuelo. En esta dimensión se ubica la importancia de considerar el valor no comercial de los bosques

que da un paso adelante en la comprensión de sus funciones socioculturales y ambientales que no son tomadas en cuenta dentro del análisis económico. El valor no comercial del bosque debe incorporarse de forma apropiada en las esferas oficiales de toma de decisiones del gobierno y de las finanzas públicas (Ljungman *et al.*, 1998).

FACTORES E INDICADORES DE EVALUACIÓN

La finalidad de este apartado es exponer los componentes estructurales de los factores e indicadores sociales y naturales que permitan caracterizar el estado de conservación del bosque en el área del Centro Ceremonial Otomí-Mexica. Para este fin se consideró el sistema de evaluación Presión-Estado-Respuesta de los Recursos Forestales (PERRF) (tabla 1).

Tabla 1
SISTEMA PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA PARA LOS RECURSOS FORESTALES

<i>Presión</i>	<i>Estado</i>	<i>Respuesta</i>
Aprovechamientos forestales	Estado actual de las áreas forestales en México	Instrumentos normativos
Tala ilegal	Diversidad de los ecosistemas forestales en México	Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (Umas)
Cambios de uso de suelo	Número y extensión de las áreas naturales protegidas	Programa nacional de reforestación
Incendios		Acciones para la prevención y combate de los incendios forestales
Plagas sobre el bosque		Inspección y vigilancia

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Instituto Nacional de Geografía, 2000.

La tabla destaca el aprovechamiento forestal, los cambios de uso del suelo con fines agropecuarios y los incendios, entre otros, como factores de presión de la pérdida de la cobertura vegetal y la fragmentación del hábitat. Los factores de estado dan cuenta de la estructura y el estado de los recursos forestales, la superficie por tipo de bosque, el número y la extensión de las áreas naturales protegidas. Los factores de respuesta son los programas de forestación, el incremento de las áreas naturales protegidas, los programas para la prevención y el combate de incendios, enfermedades y plagas, así como los esfuerzos normativos para el control, manejo y aprovechamiento regulado de los ecosistemas forestales.

Si bien el sistema de evaluación PERRF proporciona una perspectiva de conjunto, su construcción genérica no contempla la tenencia de la tierra, la organización social de las comunidades rurales y las formas de apropiación y acceso a los recursos naturales; aspectos que son importantes para valorar las prácticas de aprovechamiento y su repercusión en el estado de conservación o deterioro del bosque.

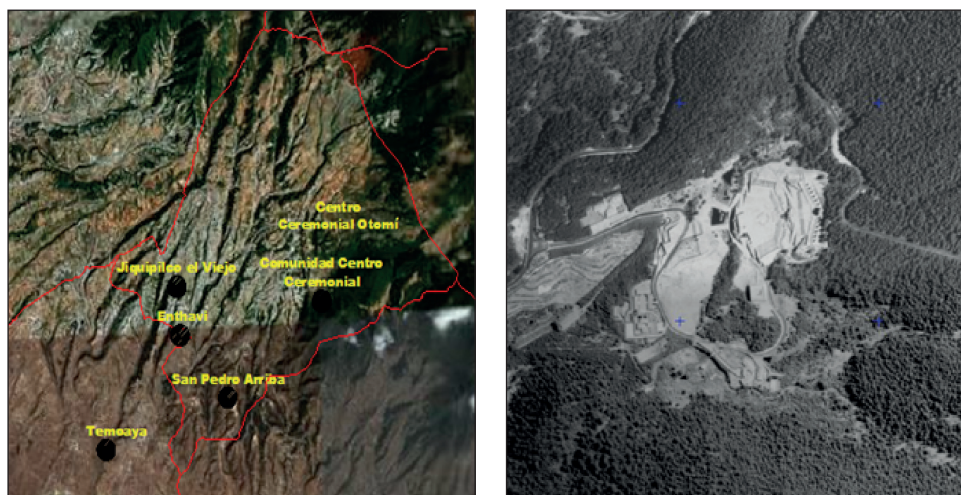
En el caso que nos ocupa, los factores son aquellos componentes que afectan o influyen en las condiciones que presenta el bosque en la zona de estudio que se estructuran a partir de una serie de indicadores cruzando criterios sociales y naturales; trascienden su propio valor para explicar las causas que han provocado la situación. Tomando en cuenta que el valor de los indicadores no tiene importancia si no se vincula con el contexto en el cual se presenta (Rucsh y Sarasola, 1999), se proponen tres factores principales y los indicadores correspondientes.

Factor 1. Régimen de propiedad de la tierra

En el área que ocupa el parque estatal Centro Ceremonial Otomí-Mexica sobresale la población de origen otomí que vive en las comunidades rurales de Enthavi, Jiquipilco el Viejo, San Pedro Arriba y la comunidad del centro ceremonial (figura 1).

Figura 1

COMUNIDADES RURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Ortofotos escala 1:5000, INEGI, 2000.

El parque está ubicado a 12 km de la cabecera municipal y es el principal atractivo turístico del municipio de Temeoya. Abarca una extensión de 50 hectáreas administradas por la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF).

Uno de los aspectos conflictivos es el estado jurídico de la tierra, que le dota de valor al estatus de área natural protegida y no se considera el tipo de propiedad o tenencia de la tierra (Enckerlin *et al.*, 1997). La propiedad se refiere al derecho real que permite a un sujeto tener el dominio, uso y goce de un bien o derecho con las modalidades y limitaciones que fija la ley (Procuraduría Agraria, 2004).

Las comunidades indígenas sustentan su organización en el derecho *consuetudinario*, el cual se deriva de los usos y costumbres reiterados de una comunidad y que se consideran obligatorios para sus integrantes y, que de forma general, son transmitidos de manera oral (Bridge *et al.*, 2002). Este derecho respalda la relación especial que tienen los pueblos indígenas con sus tierras y territorios para su existencia social, espiritual, cultural, económica y política.

Los indicadores principales a considerar son la legislación agraria, los diferentes sistemas de propiedad (comunal, ejidal, privada y pública), la organización y prácticas sociales (tabla 2).

Tabla 2
INDICADORES DEL RÉGIMEN DE PROPIEDAD DE LA SUPERFICIE FORESTAL

<i>Indicador</i>	<i>Variables</i>	
SCF*100/ STANP	SCF: Superficie Comunal Forestal l	STANP: Superficie Total del Área Natural Protegida
SCF*100/ SNTF	SCF: Superficie Comunal Forestal l	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles
SEF*100/ STANP	SEF: Superficie Ejidal Forestal l	STANP: Superficie Total del Área Natural Protegida
SEF*100/ SNTF	SEF: Superficie Ejidal Forestal l	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles
SPF*100/ STANP	SPF: Superficie Privada Forestal	STANP: Superficie Total del Área Natural Protegida
SPF*100/ SNTF	SPF: Superficie Privada Forestal	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles
SPuF*100/ STANP	SpuF: Superficie Pública Forestal	STANP: Superficie Total del Área Natural Protegida
SPuF*100/ SNTF	SpuF: Superficie Pública Forestal	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles
SLT*100/ SNTF	SLT: Superficie en Litigio	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles

Fuente: Elaboración propia.

El conjunto de lineamientos que establecen el estado legal de la tierra y la forma de aprovechar los recursos naturales se constituye en el marco jurídico que debiera proteger los derechos y obligaciones de las comunidades rurales. Sin embargo los conflictos se derivan de las contradicciones entre normatividad agraria y la que corresponde a las establecidas para el funcionamiento de las áreas naturales protegidas.

Las restricciones ambientales, lejos de frenar el cambio de uso del suelo, con frecuencia motivan que las comunidades rurales efectúen mayor presión en las áreas circunvecinas que no están sujetas a protección, y cuya libertad de uso está determinada por el Artículo 27 constitucional que resalta la reducción del control estatal sobre los núcleos agrarios. La legislación agraria establece los fundamentos que permiten que ejidos y comunidades agrarias ejerzan mayor autonomía en sus asuntos internos y puedan establecer sus propias regulaciones para la gestión de los derechos de propiedad interior de los territorios ejidales o comunales (Ibarra, 1996).

Factor 2. Formas de aprovechamiento del bosque

Las formas de aprovechamiento se refieren a todos aquellos métodos relacionados con uso de los recursos forestales, los cuales están definidos por las maneras en que los miembros de las comunidades se apropian de la naturaleza según sus intereses y necesidades. Toledo (1996: 56-58) hace énfasis en el cuidado y conservación de los recursos naturales en algunas comunidades rurales, donde la cosmovisión y la cultura inciden en las prácticas sociales de uso de la tierra frente a las comunidades rurales altamente perturbadas social y culturalmente.

El grado de perturbación social de las comunidades rurales se da por el contacto con las áreas urbanas. El trabajo migratorio, la accesibilidad y los medios de comunicación se observa en los modos de vida, la vivienda y en los cambios socioculturales que tienden a relegar las formas tradicionales de vivir y transmitir el conocimiento. La identificación de los factores de perturbación social y las prácticas sociales de aprovechamiento del bosque requieren de información directa, por ello es pertinente realizar entrevistas dirigidas a los miembros de las comunidades y considerar las siguientes variables (tabla 3).

Tabla 3

VARIABLES E INDICADORES DE LAS PRÁCTICAS DE APROVECHAMIENTO DEL BOSQUE

<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>
Tecnología: instrumentos de trabajo	Herramientas utilizadas mecánicas y tradicionales
Aprovechamiento de la superficie forestal	Superficie y porcentaje de terrenos forestales usados con propósitos de subsistencia Superficie y porcentaje de terrenos forestales usados con propósitos comerciales
Destino de la producción del bosque: especies, consumo y venta Abastecimiento y consumo/uso de productos no madereros, turismo.	Superficie forestal promedio por habitante, tipo y número de especies aprovechadas, consumo promedio por día de leña, cantidad en kilogramos de madera vendida, lugares de venta. Superficie y porcentaje de terrenos forestales manejados para recreación general y turismo en relación con la superficie total de terrenos forestales
Prácticas de conservación del bosque	Acciones y actividades comunitarias y públicas para la protección del bosque
Agricultura, ganadería, litigios, tala ilegal e incendios	Tipo de cultivos, prácticas agrícolas y ganaderas, problemas sobre la superficie en litigio, tala ilegal e incendios
Coordinación con instancias de gobierno y particulares	Promoción y apoyos gubernamentales, tipo de apoyo y beneficiarios Presencia de agentes sociales particulares

Fuente: Elaboración propia.

Factor 3. Condiciones de conservación o deterioro del bosque templado

Para determinar el estado del bosque se utilizaron como indicadores principales: la morfología del terreno –patrón del paisaje–, los sistemas perturbadores del bosque, aprovechamiento y mantenimiento de la cobertura forestal y las áreas de conservación.

La morfología del terreno y los procesos geomorfológicos que les son inherentes al bosque se abordan a partir del análisis de las formas de relieve, en el cual es posible diferenciar sistemas, unidades y facetas, tomando en cuenta la dinámica de los procesos geomorfológicos. Estos procesos relacionados con la pérdida o ganancia de suelo determinan la función natural de la cubierta forestal y su capacidad de infiltración y alimentación de los mantos acuíferos (tabla 4).

Tabla 4

INDICADORES DE LA COBERTURA FORESTAL Y SISTEMAS PERTURBADORES

<i>Indicador</i>	<i>Variables</i>	
SUSDF*100/STANP	SUSDF: Superficie de Terrenos con Uso del Suelo Distinto al Forestal	STANP: Superficie Total del Área Natural Protegida
SAINC*100/SNTF	SAINC: Superficie de Áreas Incendiadas	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles
SNTF* 100/STANP	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales disponibles	STANP: Superficie Total del Área Natural Protegida
DCR: Densidad de Caminos Rurales	Número de caminos rurales / área ocupada por caminos rurales	
SFC (D) *100/ SNTF	SFC(D) Superficie Forestal Conservada o Deteriorada	SNTF: Superficie Neta de Terrenos Forestales Disponibles

Fuente: Elaboración propia.

Los sistemas perturbadores se constituyen por el conjunto de indicadores interrelacionados que alteran la constitución natural de la cubierta forestal –usos del suelo distintos al forestal, caminos rurales y áreas incendiadas–.

Un estudio de cobertura y uso del suelo supone analizar y clasificar los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en una zona o región determinada. El conocimiento de los procesos de cambio de cobertura, aún son fragmentarios para calcular el pleno impacto de estos cambios en los sistemas naturales y humanos (López *et al.*, 2001).

Previo al cálculo de los indicadores y como contexto general, se elaboró el mapa base en el que se localizan las comunidades rurales y se delimita la cobertura y los usos del suelo como base de la caracterización biofísica y socioeconómica de la zona de estudio (Farfán *et al.*, 2007). Con base en la cartografía temática escala 1: 50 000 se describe el clima, la fisiografía, la topografía, la geología, la edafología, hidrología, drenaje y cobertura vegetal, y se realiza posteriormente la zonificación del área en estudio en escala 1: 75 000 y se identifican las áreas deforestadas, áreas erosionadas, áreas incendiadas, áreas conservadas de bosque y la estructura de los caminos rurales.

Con el objetivo de identificar las características demográficas, sociales y económicas de los habitantes de las comunidades rurales se analizaron variables censales: población total, rural y urbana, población por sexo, tasa bruta de natalidad, tasa bruta de mortalidad, tasa de crecimiento natural, migración, grupos de edad, acceso a los servicios de salud, alfabetismo, nivel escolar, características de la vivienda, población económicamente activa, población ocupada, empleo, desempleo, ocupación de la población por tipo de actividad económica e ingresos. En los recorridos de campo se verificaron las condiciones biofísicas del área de estudio y se asistió a las reuniones de la comunidad para identificar los líderes de opinión y el sistema de organización para solucionar de conflictos (usos y costumbres relacionados con el bosque). También se analizó la legislación agraria y las normas que rigen las áreas naturales protegidas, los antecedentes históricos de las comunidades rurales involucradas y la organización social basada en los derechos *consuetudinarios* de los bienes patrimoniales asignados históricamente.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable establece en su artículo 2º que los sujetos de esta ley son los ejidatarios, comunidades y organizaciones del medio rural; les dota de derecho de utilizar el bosque para su aprovechamiento en beneficio de la comunidad.

Los propietarios en colectivo son los responsables del uso y mantenimiento de los recursos, tal es el caso del Centro Ceremonial Otomí-Mexica en el que domina la propiedad ejidal y comunal en los terrenos forestales.

En la zona los propietarios comunales y los ejidatarios no realizan un aprovechamiento silvícola del bosque. La disminución de la cubierta forestal que se presenta alrededor del área de protección se debe al aumento de las áreas de uso agrícola, los dueños de las tierras forestales inducen en forma gradual en el cambio de uso de suelo.

La dificultad de obtener financiamiento para emprender la actividad silvícola y las restricciones para la explotación comercial del bosque producen un círculo vicioso en el que los propietarios –a falta de mecanismos de información y comunicación con las autoridades y al hacer uso del derecho que les da el usufructo histórico de los terrenos forestales– abren tierras para cultivo como una alternativa de supervivencia para proveerse de alimentos de consumo básico como el maíz.

No obstante que la Ley de Desarrollo Rural Sustentable establece que se deben de realizar acciones de atención prioritaria de las zonas marginadas, con el fin de mejorar las condiciones de vida y bienestar de la población, la zona de estudio la población presenta evidentes condiciones de marginación social extrema.

En otra perspectiva la Ley del Equilibrio Ecológico establece que las áreas naturales protegidas son aquellas donde los ambientes originales no han sido modificados o alterados significativamente por actividad humana y que por tanto deben ser preservadas y restauradas. Sin embargo la zona estudiada a pesar de ser un área natural protegida, presenta un alto nivel de degradación ocasionado por los habitantes. Es necesario integrar a los habitantes en esquemas de producción de acuerdo con las condiciones naturales del bosque y las condiciones socioeconómicas de la población.

Las disposiciones ambientales en materia de protección de los recursos forestales sólo se enfocan a las 50 ha que ocupa el Centro Ceremonial Otomí-Mexica y no se vigila las actividades económicas realizadas alrededor de la zona. En el fondo existen huecos legales que hacen difícil la administración de un área natural

con un régimen de propiedad ejidal o comunal: por un lado se debe de respetar la soberanía de los pueblos indígenas y por otro existe la creciente preocupación de proteger los recursos naturales.

Aunque en el Estado de México se cuenta con una Ley de Derechos y Culturas Indígenas que reconoce su autonomía, su vida y forma de organización, los preceptos están sujetos a las disposiciones legales del Estado Mexicano que soslaya los derechos consuetudinarios.⁸

Las condiciones de autorización para explotar los recursos del bosque se sujetan a los principios del desarrollo sustentable, sin embargo no se resuelve el estado de marginación social y pobreza en la que se encuentra la población de origen indígena; aun cuando la misma legislación considera la necesidad de integrar las áreas naturales protegidas con la finalidad de conservar territorio y la obligación de llevar a cabo acciones de restauración, conservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales con el apoyo del estado. La disposiciones chocan con la cosmovisión de los pueblos indígenas; por lo tanto es necesario mantener comunicación directa y permanente con ellos para que los propietarios de los terrenos forestales no protegidos comprendan que el uso de los recursos con fines de subsistencia no solo degradan las condiciones forestales, sino que ponen en peligro la supervivencia futura.

Los indicadores utilizados en este estudio confirman que el uso de suelo ha cambiando paulatinamente de forestal a agrícola debido a las actividades económicas de los habitantes de la zona. Así lo confirman las 302 ha bajo el régimen de propiedad ejidal que están destinadas al uso forestal y representan 4.11% de la superficie total del área natural protegida.

SEF (Superficie Ejidal Forestal)* 100 / STANP (Superficie Total del Área Natural Protegida), donde:

$$302 \text{ ha} * 100 / 7334 \text{ ha} = 4.11$$

⁸ Se refiere al derecho de los grupos indígenas para autorregularse de acuerdo con sus usos y costumbres.

La comparación de la superficie ejidal, en relación con la superficie neta de terrenos forestales: SEF (Superficie Ejidal Forestal)* 100 / SNTF (Superficie Neta de Terrenos Forestales)

$$302 \text{ ha} * 100 / 3 302.56 \text{ ha} = 9.14$$

Muestra que 9.14% de la superficie neta de los terrenos tiene un régimen de propiedad ejidal: entonces el cambio de uso de suelo a favor del aumento de la superficie agrícola parece ser inminente.

La superficie en litigio con los municipios de Jiquipilco e Isidro Fabela asciende a 531.72 has. El indicador que relaciona la superficie en litigio con la superficie neta de terrenos forestales disponibles precisa dos aspectos: uno evidencia que las zonas en esta situación prácticamente se han convertido en espacios de libre acceso, motivo de disputa y sin control para el uso ilegal del bosque, y dos que refiere la posibilidad latente para los municipios involucrados en la controversia; si el fallo no fuese favorable al municipio de Temoaya, el área natural protegida del Centro Ceremonial Otomí-Mexica se reduciría y una tercera parte del área forestal pasaría a formar parte de otro municipio.

$$\text{SLT} * 100 / \text{SNTF}$$

$$1 196 \text{ ha} * 100 / 3 302 \text{ ha} = 36.22$$

El papel que juegan los sistemas de organización social en las comunidades rurales es relevante en la orientación de las decisiones de los habitantes. Las comunidades conservan la autonomía para elegir a sus representantes; los cargos civiles más importantes son: delegado, miembros del comité de agua potable y miembros del comisariado ejidal; en los cargos religiosos destaca el mayordomo y los fiscales.

Para aspirar a estos cargos es necesario escalar gradualmente desde los de menor jerarquía. Los aspirantes deben ser originarios de la comunidad, reconocidos por la mayoría de los habitantes, casados, que hayan mostrado buena conducta y vivido la mayor parte de su vida en la comunidad.

Cualquier acción comunitaria la atiende el delegado o el comisario ejidal, puesto que la relación que guardan con el gobierno se presenta cuando se gestiona la ampliación o mejoramiento de la infraestructura. Los aspectos que atañen al equipamiento, la agricultura y las festividades religiosas se constituyen como las preocupaciones principales de los habitantes; los asuntos referentes al bosque se relegan a un tercer término.

El aprovechamiento de la superficie forestal por parte de los ejidatarios y comuneros se limita al uso de la leña y a la recolección temporal de plantas silvestres comestibles; no se identifican prácticas de conservación del bosque en el área de propiedad ejidal y comunal. El uso de estas tierras dirige el cambio de la superficie de vocación forestal a un uso agrícola extensivo. Esta situación revela que el sistema de cargos reducido a su función religiosa ha perdido su papel orientador de las relaciones ancestrales entre los miembros de la comunidad y la conservación de la tierra y el bosque.

Los indicadores del estado del bosque muestran que la morfología del terreno presenta pendientes que oscilan en un rango de 22° y 45°.⁹ Las 1 212 has no tienen cobertura forestal, los espacios deforestados presentan susceptibilidad elevada a los procesos erosivos y lavado de suelos.

De acuerdo con la relación $SUSDF*100/STANP$, la superficie con uso de suelo distinto al forestal en el área natural protegida (7 334 ha) representa 54.96% ($4\ 031.44\ has *100 / 7\ 334 = 54.96$). Esta superficie tiene en su mayor parte uso agrícola, pues el principal cultivo es el maíz y en menor proporción el haba, frijol y calabaza.

⁹ Las pendientes de 5% se encuentran en una distancia mayor de 128.20 m lineales; las de 5 a 15% se encuentran entre los 42.37 m y los 128.20 m, de 15 a 30% se encuentra entre los 20.83 m y los 42.37 m; 30 m a 50%, entre los 12.19 m y 20.83 m, de 50 a 100% en distancias entre 5 m y 12.19 m y más de 100% en distancias menores a 5 m. En la zona de estudio 50% corresponde a valores con ángulo de 22° y las pendientes de 100% corresponden a un ángulo de 45 grados.

La correlación de la superficie siniestrada y la superficie neta de terrenos forestales disponibles ($\text{SAINC} \cdot 100 / \text{SNTF}$) reporta una tasa de 0.21% ($7 \text{ has} \cdot 100 / 3\,302.56 \text{ has} = 0.21$). Aunque se controlan las quemas periódicas y se prohíbe el uso de fuego para preparar alimentos en el área natural protegida, la práctica ancestral de la quema con fines agrícolas no ha sido erradicada en los alrededores.

La participación de la superficie de uso forestal en el área natural protegida se determinó en la relación: Superficie Neta Forestal por 100 entre la Superficie Total del Área Natural Protegida ($\text{SNTF} \cdot 100 / \text{STANP}$, $3\,302.56 \text{ ha} \cdot 100 / 7334 \text{ ha} = 45.04$)

En el área natural protegida 45.03% de la superficie total tiene uso forestal, el resto de la superficie tiene uso agrícola o bien carece de cobertura forestal. Los habitantes de los pueblos que viven en el área natural destinan buena parte del territorio que les pertenece a las actividades agrícolas. En la superficie forestal densa no se tiene gran deforestación, dominan los pinos y encinos, pero se identifican especies indicadoras de perturbación, como el eucalipto. El área ocupada por el Centro Ceremonial Otomí-Mexica es la más conservada y respetada por los habitantes porque representa la posibilidad de ingreso los fines de semana y los días festivos a través de la comercialización de productos alimenticios y artesanías. La mayor parte del tiempo los habitantes se ocupan en la agricultura y en la fabricación de tapetes.

Se identificaron 25 brechas con una longitud total de 13 715.5 m y un promedio de anchura de 1 m, así como 42 veredas con una longitud de 42 457.37 m y una anchura promedio de 50 cm. Estos caminos se utilizan para traslados a pie y el área ocupada en el área natural es de aproximadamente 2.12 ha. La mayor densidad de brechas y veredas corresponde con la zona que no se encuentra restringida y en la que se extiende el uso de suelo agrícola. En la zona de alta densidad forestal no se tiene concentración sobresaliente de veredas, las que hay se utilizan con fines de vigilancia y protección. Las brechas y las veredas, por lo menos por ahora, no se utilizan en la extracción de los recursos forestales. Su función es comunicar a las personas que viven en área protegida ya que los asentamientos humanos se encuentran dispersos.

La relación de la Superficie Forestal Deteriorada (SFD) (multiplicada por 100 y dividida entre la Superficie Neta de Terrenos Forestales (SNTF) $716.71 * 100 / 3\ 302.56 = 21.70$) tiene como dato base la superficie total del área natural protegida (7 1334 ha) y en la superficie ocupada por bosque (3 302.56 ha) no se consideró la superficie que no tiene un uso forestal. El indicador muestra que el área presenta un deterioro de más de 21% y de no realizarse las acciones que controlen el avance de la frontera agrícola, en un escenario de mediano plazo, los relictos de bosques serán convertidos en suelo de uso agrícola.

CONCLUSIONES

El recurso natural más importante es el suelo, ya que los habitantes usan el bosque para la recolección de ramas e insumos necesarios para la producción de artesanías y obtienen frutos para el autoconsumo y el comercio. Su deterioro es el resultado de la práctica de la agricultura extensiva de baja productividad y de autoconsumo. A falta de incentivos y oportunidades de trabajo, los propietarios del bosque aprovechan el recurso para resolver situaciones de contingencia, mismas que no son consideradas en la línea dura de la conservación.

El área de mayor conservación son las 50 ha que corresponden a la zona de protección del Centro Ceremonial Otomí-Mexica. Los territorios de vocación forestal que han sido convertidos en tierras de cultivo no tienen restricciones formales que regulen su uso, por que su aprovechamiento está regido por el régimen de propiedad ejidal y la autodeterminación del grupo étnico que conforma su organización. Es prioritario considerar el tipo de propiedad de la tierra y las formas de organización tradicional como base de la puesta en marcha de acciones que permita el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes y al mismo tiempo permita la conservación y restauración del bosque. El estudio constata por un lado que la explicación de los indicadores ambientales hubiese sido limitada, sino se acude a otro tipo de procedimientos cualitativos (recorridos de campo, entrevistas a los pobladores y observación directa), y por

el otro lado expone la necesidad considerar no sólo las condiciones del bosque en las áreas de protección. Además se deben tomar en cuenta los factores socioculturales y económicos de la población, de lo contrario se corre el riesgo de elaborar propuestas que no tengan los resultados esperados. Se debe tener presente que para los otomíes lo más importante es la subsistencia de no contar con los medios necesarios para ello, los terrenos forestales o preferentemente de vocación forestal solo se verán como reservas territoriales para futuras prácticas agrícolas. Al transformar el bosque en áreas de cultivo, los habitantes ven mayores beneficios en el cultivo de la tierra al asegurar el autoconsumo, lo cual conciente o inconscientemente está contribuyendo al deterioro y pérdida del bosque.

BIBLIOGRAFÍA

- Barton Bray, D. y L. Merino Pérez (2004), *La experiencia de las comunidades forestales en México*, INE-Semarnat.
- Bridge, Simon *et al.* (2002), “Criterios e indicadores del manejo sustentable de los bosques: relaciones entre las iniciativas de escalas múltiples”, XXI Sesión de la comisión forestal de América del Norte, 22-25 de octubre, Hawai.
- Cárdenas, Juan Camilo *et al.* (2003), “Métodos experimentales y participativos para el análisis de la acción colectiva y la cooperación en el uso de los recursos naturales por parte de comunidades rurales”, *Cuadernos de desarrollo rural*, primer semestre, núm. 50, Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, pp. 66-93.
- Enckerlin, Ernesto C. *et al.* (1997), “Herramientas y alternativas de sostenibilidad de los recursos naturales”, *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*, México, International Thomson Editores.
- Farfán Escalera, Ricardo y María Estela Orozco Hernández (2007), “Caracterización biofísica y social del Centro Ceremonial Otomí-Mexica, Estado de México”, *Quivera*, vol. 9, núm. 2, México, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, pp. 263-278.

- Ibarra, J. L. (1996), "Cambios recientes en la Constitución Mexicana y su impacto sobre la Reforma Agraria", *Reformando la Reforma Agraria Mexicana*, México, Universidad Autónoma Metropolitana (Xochimilco).
- INEGI-INE (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Instituto Nacional de Ecología) (2000), *Indicadores del desarrollo sustentable*, México, Semarnat, pp.1-84.
- Ljungman, L. *et al.* (1998), *Documento informativo sobre antecedentes de valoración de los bosques*, vigésima reunión, La Habana, Cuba, Comisión Forestal para América Latina y el Caribe, 10-14 de septiembre de 1998.
- López Granados, Erna Martha *et al.* (2001), "Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo en el caso de la ciudad de Morelia", *Investigaciones geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, núm. 45, UNAM, México.
- Ostrom Elinor (1990), "Governing the commons: the evolution of institution for collective action", Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York.
- Ortega Escalona, Fernando (2004), "Los bosques su valor e importancia", *Ciencias*, núm. 64, octubre-noviembre.
- Procuraduría Agraria (2004), *Estadísticas agrarias*, 3ª edición.
- Rusch, Verónica y Mauro Sarasola (1999), "Empleo de criterios e indicadores en el manejo forestal sustentable biodiversidad, Segundas Jornadas Iberoamericanas sobre Biodiversidad", vol. 2, San Luis, Argentina, 7-11 de junio de 1999.
- Toledo, M. Victor (1996), "Una tipología ecológica-económica de productores rurales", *Economía interna*, núm. 253, diciembre 1996-enero 1997, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, pp. 56-64.

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO MEDIANTE TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA

Salvador Adame Martínez¹

INTRODUCCIÓN

Los cambios de cobertura y de uso de suelo inician con el origen de la humanidad, y motivos para que se realicen han sido de diversa índole, pero principalmente por el desarrollo económico y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Sin embargo, estos cambios han tenido serias repercusiones negativas en el medioambiente y en los recursos naturales, además de los de tipo social, político, entre otros.

Sin lugar a dudas la vegetación natural es una cobertura que se ve afectada mundialmente. Por ejemplo, entre 2000 y 2005 en el mundo se perdieron 7.3 000 000 de hectáreas de bosques y selvas por año, una superficie aproximada a la de Panamá. En realidad, la deforestación mundial anual en el periodo fue alrededor de 13 000 000 de ha, pero los grandes esfuerzos de reforestación y establecimiento de plantaciones forestales en muchos países de Europa y algunos de Asia; notablemente, en China se logró la reducción de las pérdidas netas de cobertura arbolada, mientras que para México se calcula una pérdida de 260 000 ha de bosques y selvas anualmente (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2006).

¹Facultad de Planeación Urbana y Regional UAEM, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales. Correo electrónico: adame_ms@yahoo.com.

Los principales cambios de usos de suelo han sido de cobertura vegetal por la expansión de la frontera agropecuaria propiciados por las políticas públicas de fomento, de reparto agrario y de colonización del trópico húmedo, entre otras. Es evidente, entonces, que el Gobierno Federal en México ha sido una de las fuerzas motrices más poderosas responsable de una parte considerable de la deforestación de los ecosistemas naturales de nuestro país por medio del cambio del uso del suelo (Semarnat, 2006), mientras que el objetivo 7 del Desarrollo del Milenio señala la importancia de la sustentabilidad del medioambiente y dice que la meta es incorporar los principios del desarrollo sustentable en las políticas y los programas nacionales.

Tanto en México como en América Latina, Newman (2002) señala que una manera de superar la pobreza y mejorar la calidad de vida de su población rural es fomentar la reconversión productiva de cultivos tradicionales por otros más rentables, tal y como se puede constatar en los programas de desarrollo agrícola de cada país donde se sugiere la necesidad de sustituir los cultivos básicos por hortalizas o la floricultura.

En el caso de la cuenca del río Tenancingo, donde en los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo de Degollado, Estado de México, desde hace varias décadas se presenta no sólo una reconversión productiva, sino también cambios de cobertura y uso de suelo dentro de la cuenca. Es por eso que esta investigación determinó los cambios de cobertura y uso de suelo que se han presentado en la cuenca en 1984 y 2008 empleando para ello ortofotomapas e imágenes del satélite Spot (Système Pour l'Observation de la terra).

ANTECEDENTES

En ocasiones se presentan imprecisiones sobre la definición de uso del suelo y en ciertos casos se reporta como cobertura del suelo, e inclusive se habla del uso y cobertura del suelo indistintamente y como sinónimos.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1979) define el uso de suelo como el proceso de producción de bienes materiales. Proceso mediante el cual el hombre transforma la naturaleza para obtener una serie de productos que le son necesarios para su sustento (alimentos, vestido, materiales para la construcción, instrumentos de trabajo); se enmarcan todos aquellos materiales que permitan asegurar la supervivencia y en consecuencia la existencia y desarrollo de la sociedad.

Por su parte, De Bie (2000) define al uso del suelo como una serie de actividades humanas en el suelo con la intención de obtener un producto o beneficio a través del uso de los recursos naturales.

La Food and Agriculture Organization (FAO, por sus siglas en inglés) (2005) señala que el uso del suelo está caracterizado por una serie de modificaciones o actividades que la gente lleva a cabo en cierto tipo de cobertura del suelo con la finalidad de producir, cambiar o mantenerlo. De este modo, el uso del suelo establece una relación directa entre la cobertura del suelo y las acciones de las personas en su ambiente.

Otra definición interesante es la que presenta Quan *et al.* (2006), afirmando que el uso del suelo se refiere a la manipulación humana del suelo o tierra para satisfacer una necesidad o gusto.

Se puede mencionar que las definiciones anteriores sobre el uso de suelo coinciden de manera general, ya que es el hombre quien interviene directamente al usar los recursos naturales para obtener un beneficio o satisfacer una necesidad.

En agricultura, el uso actual del suelo lo define el Colegio de Postgraduados (1991) como la utilización de operaciones agrícolas, ganaderas o silvícola. Respecto a la cobertura de suelo Di Gregorio y Jansen (1998) la definen como la cobertura bio-física observable en la superficie de la tierra.

Cuando se considera la cobertura del suelo en un sentido estricto, este concepto debería referirse únicamente a la descripción de vegetación y a toda practica u obra que hace o construye el hombre. Por consiguiente, las áreas como

los afloramientos rocosos, suelos desprovistos de vegetación y cuerpos de agua no se les debería considerar como cobertura del suelo; no obstante en la práctica, la comunidad científica por lo general incluye estas categorías dentro del término de cobertura del suelo, que es resultado del uso de suelo de un lugar en un momento determinado, por lo que puede cambiar rápidamente y después sufrir una reclasificación ya sea al siguiente año o al otro día (Quan *et al.*, 2008). Pese a ello, los mapas de cobertura del suelo son un instrumento excelente para el análisis de la distribución espacial del uso de tierra (en cierto momento). La clasificación de cobertura del suelo es diferente del uso de suelo, aunque están relacionadas. La cobertura del suelo está determinada en un momento dado y el uso del suelo está determinado sobre un periodo largo.

Una selva o bosque es cobertura del suelo que puede tener varios usos: cacería, zona de recreación, silvicultura, conservación, extracción de carbón, protección de cuencas, obtención de madera, entre otros.

Un cambio en el uso de suelo probablemente tendrá consecuencias en la cobertura del suelo, pero ésta última puede cambiar a pesar de que el uso del suelo no lo haga. La relación entre la cobertura del suelo y el uso puede ser compleja (Porter *et al.*, 2007).

Mucher *et al.* (1993:10) afirman que muchas clasificaciones de uso de suelo están basadas en cobertura del suelo. Igualmente existen diversas clasificaciones de uso de suelo dependiendo de la disciplina científica y las actividades agrícolas, urbanas y económicas. Ejemplo de este último es el de Barlowe (1986) que clasifica al uso del suelo como residencial, comercial e industrial, agrícola, pecuario, forestal, minería, recreación, transporte, áreas de servicios, con suelos severamente erosionados y desertificados.

Con base en Barlowe (1986), se considera que económicamente los mejores usos del suelo son las zonas residenciales y comerciales, industriales, los suelos agrícolas, mientras que los suelos severamente erosionados y desertificados tienen escaso valor monetario debido a que su uso es restringido porque presentan limitaciones de usos severos que los hacen inadecuados para cualquier uso, por lo que su utilidad queda restringida o limitada.

Storie (1970) apunta que el valor del suelo está en función considerablemente de la oferta y demanda en el mercado. El valor puede cambiar, pero no así su capacidad de localización o productiva que depende de los factores de suelo como el clima, agua, topografía, entre otros.

Con lo que respecta a los cambios de cobertura y uso del suelo de un espacio geográfico o lugar, éstos generalmente traen consigo una serie de impactos al ambiente ya sea natural o construido, por lo que se requiere realizar un análisis previo de dichos cambios para conocer si los impactos serán positivos o negativos para el medioambiente y en su caso elaborar medidas de mitigación acordes con la dimensión del problema.

De acuerdo con Fu y Gulinck (1994) y Rossiter (1996), para realizar una adecuada planeación del uso de la tierra es necesario realizar un estudio de evaluación de suelo, ya que un cambio de uso equivocado o un cambio de uso del suelo debido a circunstancias políticas, sociales y económicas provocaría la disminución del potencial productivo del recurso, y con ello traería una serie de repercusiones tanto económicas como de impacto ambiental.

La planeación del uso de suelo es la evaluación sistemática del potencial de la tierra y del agua para usos alternativos del suelo considerando las condiciones económicas y sociales con el propósito de seleccionar y adoptar el mejor uso del suelo (Bhaskar *et al.*, 2006).

Por lo que, para definir el uso que se debe destinar al suelo, es necesario conocer los atributos y limitaciones del mismo con base en su topografía, clima, geología, suelo y cobertura vegetal, agua, parte fundamental en la discusión y planeación de los cambios de uso del suelo (McRae y Burnham, 1981).

Por otra parte, un aspecto relevante por considerar es la tendencia en los cambios de cobertura y uso del suelo y su relación con las políticas ambientales. Al detectar las zonas de mayor conflicto por cambio de uso se pueden establecer políticas encaminadas a preservar las zonas que así se consideren, o bien, de regular el uso de una determinada zona tomando en cuenta sus características funcionales para una determinada actividad. Por lo que se hace necesario vincular la información existente, que es producto del conocimiento de la aptitud del

suelo y sus características, con los instrumentos de política ambiental para así evitar conflictos y riesgos ambientales que afecten al recurso suelo, así como a la sociedad.

En México, la Semarnat (2006) define los cambios de uso de suelo como la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales. Por ejemplo, fraccionamientos, áreas agrícolas o pecuarias, parques industriales, etcétera. Aunque no hay que olvidar que también las zonas agrícolas a su vez son remplazadas para construir fraccionamientos, comercios o parques industriales.

En el caso de la cuenca del río Tenancingo, principalmente en los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo de Degollado, la actividad económica principal era la agricultura y la fruticultura (aguacate y durazno), pero en los cuarenta y cincuenta llegaron a la zona un importante número de japoneses para introducir y promover el cultivo de la flor, y a partir de entonces la agricultura local sufrió un cambio significativo convirtiéndose en la principal zona florícola del Estado de México y nacional. Por ejemplo, nacionalmente el Estado de México, según la Sagarpa (2007), ocupa el primer lugar en este tipo de cultivos con 5 500 ha, y, dentro del Estado de México, los municipios de Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero cultivan casi 2 187 ha de flor, 18% bajo invernadero y 82% a cielo abierto.

Actualmente, la floricultura se ha convertido en la actividad económica principal de los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo de Degollado. Sin embargo, en los últimos años se ha tenido un incremento en la superficie abierta al cultivo de la flor y en la construcción de invernaderos ocasionando no solo una reconversión productiva sino también cambios de cobertura y uso de suelo de la cuenca del río Tenancingo.

Así en este documento se analizaron los cambios de cobertura y uso de suelo que se han presentado en la cuenca del río Tenancingo, que básicamente se centran en el establecimiento de grandes zonas de invernadero y de áreas a cielo abierto para la producción florícola para, de esta manera, iniciar con una planeación de la

actividad económica dentro del contexto de ordenamiento del territorio y a la vez avanzar y contribuir en el análisis del cambio climático.

La *rentabilidad económica* de la flor ha sido el factor detonante de los invernaderos en cuenca, aunado a las políticas agrícolas que implanta el gobierno del Estado de México a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, y en ocasiones dejan de lado la importancia de las condiciones naturales que no favorecen o limitan la floricultura, por ejemplo el clima y la *disponibilidad de agua* son determinantes para la producción de flor, aunque no así el relieve del terreno. Sin embargo, los productores han cambiado la pendiente del terreno a través de la construcción de terrazas para invernaderos.

Lo que se persigue en la presente investigación, en un primer momento, es proponer las bases para la planificación territorial regional y manejo de recursos naturales e identificar las áreas más recomendables para el desarrollo de las actividades productivas. En un segundo momento es elaborar estrategias de ordenamiento ecológico del territorio en la zona de estudio que aporten los criterios y lineamientos de regulación en el uso del territorio, los recursos naturales y el desarrollo de las actividades productivas dirigidas a coadyuvar a la protección, preservación, restauración y aprovechamiento racional de aquellos elementos que integran el medioambiente proporcionando los juicios de valor para la planificación del desarrollo socioeconómico acorde con su potencial natural.

Por lo anterior, en este artículo se analizaron los cambios de cobertura y uso de suelo que se han presentado en la cuenca del río Tenancingo, Estado de México. Para ello se hace una comparación de coberturas de vegetación y de usos de suelo en dos momentos: 1984 y 2008.

OBJETIVO

Determinar y cuantificar la variación de la cobertura vegetal y los usos del suelo en la cuenca del río Tenancingo en 1984 y 2008 mediante técnicas de percepción remota.

METODOLOGÍA

La cuenca del río Tenancingo se encuentra entre los 18° 47' 51" y 19° 06' 41" de latitud norte y 99° 29' 58" y 99° 45' 17" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y cubre una superficie de 34 945.5 ha, y principalmente son ocho municipios que comprenden la cuenca (cuadro 1). El municipio de Tenancingo de Degollado sobresale por participar con 40% de su superficie, le sigue Tenango del Valle con casi 26%, Zumpahuacán 20%, Villa Guerrero con 10% y Joquicingo con 3 por ciento. Cabe mencionar que la producción de flor se practica mayormente en los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo de Degollado.

Cuadro 1

MUNICIPIOS QUE COMPRENDE LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO

No.	Municipio	Superficie (ha)	Porcentaje
1	Tenancingo de Degollado	13 921.6	39.8
2	Tenango del Valle	9 027.7	25.8
3	Zumpahuacán	6 855.5	19.6
4	Villa Guerrero	3 617.1	10.4
5	Joquicingo	1 068.9	3.1
6	Malinalco	258.5	0.7
7	Toluca	196.3	0.6
8	Ixtapan de la Sal	0.0	0.0
	Total	34 945.5	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las características geográficas de esta cuenca, debe mencionarse que forma parte de la Región Hidrológica 18 denominada Río Balsas; en particular a la cuenca del río Grande de Amacuzac que se forma en las laderas del volcán Nevado de Toluca. En este punto el río se conoce como Arroyo Grande, y corre en dirección sureste a través de un relieve accidentado, a la altura del poblado San Pedro Tlanisco (Tenango del Valle) cambia de dirección hacia el sur, y cerca de

Tenancingo se denomina Tenancingo, continúa su recorrido y casi 3 km antes de la salida de la cuenca cambia de nombre a río San Jerónimo.

La cuenca del río Tenancingo se localiza entre las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y de la Sierra Madre del Sur, esta última se encuentra en casi toda la parte sur de la cuenca, y la otra provincia en el resto de la misma (norte y centro). El clima en la parte alta que corresponde al volcán Nevado de Toluca es frío o polar; en las laderas del volcán el clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano en altitudes que fluctúan entre 2 700 m y casi 4 500 m. En la parte centro de la cuenca el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y en el sur es cálido. Las unidades de suelo que predominan en el área de estudio son leptosoles, andosoles, vertisoles y feozem. Los leptosoles son suelos someros y están limitados por un estrato duro y continuo (fase lítica), los andosoles se les encuentra principalmente en la parte norte y centro, los vertisoles se localizan en la parte media y sur de la cuenca, asociados con los feozems y andosoles su fertilidad es alta, los feozem se hallan en la parte media, en Tenancingo de Degollado y en el sur de la cuenca, en la zona montañosa de Zumpahuacán.

La metodología del trabajo de investigación consistió en dos grandes etapas: recopilación de la información y la cartografía del área de estudio. A continuación se detalla cada una de ellas.

RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para elaborar la cartografía de la zona de estudio, previamente se recopiló información cartográfica consistente en ortofotomapas, que son imágenes pancromáticas blanco y negro a escala 1:20 000 de 1984, elaboradas por el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IIIGCEM). Además, se adquirieron imágenes del satélite Spot de 2008 con resolución de 20 metros.

Igualmente, para caracterizar la cuenca fue necesario consultar material de apoyo como cartas topográficas, geológicas, edafológicas y de uso de suelo y vegetación con escala 1:50 000; al igual que la Síntesis de Información Geográfica del Estado de México, ambos productos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

CARTOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación de la cuenca del río Tenancingo fue hecha en las cartas topográficas a escala 1:50 000 del INEGI; posteriormente fue digitalizado dicho límite en el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS.

Para la elaboración del mapa de uso de suelo y tipos de vegetación, se emplearon ortofotomapas del IIGCEM de 1984 e imágenes Spot de 2008, para lo cual se hizo una primera interpretación a través de ArcMap 9.3. Es importante mencionar que para la cuenca no existen imágenes Landsat de buena calidad; se decidió trabajar con ortofotomapas por su mejor resolución espacial.

La clasificación de uso de suelo y vegetación empleada en este trabajo es la utilizada por el INEGI a escala 1:250 000, y los elementos de apoyo para la interpretación fueron los reportados por Jensen (2007): forma, tamaño, tono, textura y localización. Enseguida se procedió hacer una primera interpretación de las ortofotos generándose un mapa vectorial de uso y cobertura del suelo.

Después de elaborar el mapa de uso y cobertura del suelo mediante recorridos de campo, se revisaron los diferentes usos del suelo y vegetación resultantes al igual que aquellos linderos delimitados en la interpretación en donde había duda. Cuando existía duda o no estaban definidos claramente los linderos se decidió realizar un levantamiento de datos con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés).

Efectuado el trabajo de campo, se hizo una segunda interpretación de los ortofotomapas para corregir las líneas de contacto entre los diferentes usos del suelo auxiliándose de los datos del Sistema de Posicionamiento Global.

Finalmente, corregido el mapa en el SIG, se cuantificó la superficie que cubrían los diferentes usos del suelo y de cobertura vegetal del área de estudio; se elaboró el mapa de 2008 con este mismo procedimiento.

RESULTADOS

Como se mencionó, la clasificación de cobertura y uso de suelo es la que utiliza el INEGI, y para la zona de estudio se identificaron los siguientes usos y coberturas: Asentamiento Humanos (AH), Agricultura de Riego y Riego Eventual (AR-RE), Área Sin Vegetación Aparente (ASVA), Agricultura de Temporal (AT), Bosque de Encino (BE), Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), Bosque de Oyamel (BOAC), Bosque de Pino (BP), Bosque de Pino Encino-Encino Pino (BPE-EP), Bosque de Pino Encino-Encino con Vegetación Secundaria (BPEVS), Bosque de Táscate (BT), Cárcavas (C), Pradera de Alta Montaña (PAM), Pastizal Inducido (PI) y Selva Baja Caducifolia con Vegetación Secundaria Arbustiva y Herbácea (SBCVSAH). En total son 15 categorías, y como se señaló hay categorías como Cárcavas que realmente no son ni uso ni cobertura del suelo.

Los resultados obtenidos del uso de suelo y cobertura vegetal para 1984 se presentan en el cuadro 2, donde se muestra que los usos y coberturas del suelo que predominan son el agrícola con 53.8% del área de la cuenca y la cobertura arbórea con 40.6%; entre ambas categorías suman 94.4 por ciento.

Cuadro 2

COBERTURA Y USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO (1984)

No.	Uso y cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
1	AH	802.5	2.3
2	AR-RE	5 152.2	14.8
3	ASVA	8.7	0.0
4	AT	13 606.2	39.0

Continuación...

<i>No.</i>	<i>Uso y cobertura del suelo</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Porcentaje</i>
5	BE	2 569.6	7.4
6	BMM	847.9	2.4
7	BOAC	394.0	1.1
8	BP	356.7	1.0
9	BPE-EP	5 181.2	14.8
10	BPEVS	1 958.3	5.6
11	BT	1 564.2	4.5
12	C	85.6	0.2
13	PAM	154.7	0.4
14	PI	937.7	2.7
15	SBCSVSAH	1 310.4	3.8
Total		34 929.9	100.0

Fuente: Elaboración propia.

La suma de la superficie agrícola es de 53.8%, que es resultado de la agricultura de temporal que tiene 39% y de la agricultura de riego que alcanza 14.8%. En relación con la cobertura arbórea (40.6%), el Bosque de Pino Encino-Encino Pino predomina con 14.8%, luego el Bosque de Encino 7.4%, entre ambas abarcan 22.2 por ciento.

Para 2008, las categorías que sobresalen son la agricultura y la vegetación con 51% y 40.7% respectivamente; la suma de ambas es ahora de 91.7%. La agricultura de temporal es de 34.7%, le sigue la agricultura de riego con de 16.3%; el Bosque de Pino Encino-Encino Pino con 15.4% del área total de la cuenca. Como se puede observar en el cuadro 3 y 4 las superficies en general de coberturas y usos se mantienen igual, a excepción de la agricultura de temporal, riego y uso urbano.

Cuadro 3

COBERTURA Y USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO (2008)

<i>No.</i>	<i>Uso y cobertura del suelo</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Porcentaje</i>
1	AH	1 613.6	4.6
2	AR-RE	5 694.9	16.3
3	ASVA	8.7	0.0
4	AT	12 135.8	34.7
5	BE	2 408.4	6.9
6	BMM	836.2	2.4
7	BOAC	394.0	1.1
8	BP	356.7	1.0
9	BPE-EP	5 393.9	15.4
10	BPEVS	2 012.8	5.8
11	BT	1 581.9	4.5
12	C	43.0	0.1
13	PAM	154.7	0.4
14	PI	1 035.8	3.0
15	SBCSVSAH	1 259.2	3.6
Total		34 929.6	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4

VARIACIÓN EN COBERTURA Y USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO (1984-2008)

<i>No.</i>	<i>Uso y cobertura del suelo</i>	<i>Área (ha) 1984</i>	<i>Área (ha) 2008</i>	<i>Diferencia (ha)</i>
1	AH	802.5	1 613.6	811.1
2	AR-RE	5 152.2	5 694.9	542.7
3	ASVA	8.7	8.7	0.0

Continuación...

No.	Uso y cobertura del suelo	Área (ha) 1984	Área (ha) 2008	Diferencia (ha)
4	AT	13 606.2	12 135.8	-1 470.4
5	BE	2 569.6	2 408.4	-161.2
6	BMM	847.9	836.2	-11.7
7	BOAC	394.0	394	0.0
8	BP	356.7	356.7	0.0
9	BPE-EP	5 181.2	5 393.9	212.7
10	BPEVS	1 958.3	2 012.8	54.5
11	BT	1 564.2	1 581.9	17.7
12	C	85.6	43	-42.6
13	PAM	154.7	154.7	0.0
14	PI	937.7	1 035.8	98.1
15	SBCSVSAH	1 310.4	1 259.2	-51.2
Total		34 929.9	34 929.6	

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

A continuación se detallan cada una de las coberturas obtenidas a partir del material cartográfico y la descripción es de acuerdo con la Síntesis de Información Geográfica del Estado de México (INEGI, 2000).

AGRICULTURA

La agricultura es el uso más grande en la zona de estudio y se divide en agricultura de temporal y de riego. La primera pasó de 39.0 a 34.7% lo que representa una

disminución de 1 470.4 ha, mientras que la segunda se incrementó de 14.8 a 16.3% (de 1984 a 2008): una superficie de 542.7 ha. La suma de ambas superficies para 2008 es de 18 758.4 ha (51%); se concluye que la mitad de la zona de estudio está dedicada a esta actividad económica del sector primario.

La tecnología empleada en la agricultura de riego se puede decir que es avanzada, y es donde se produce el cultivo de la flor. Los productores de la flor cuentan con sistemas de producción más desarrollados como son los invernaderos, sistemas de riego, control de plagas y enfermedades. Todo ello les favorece para controlar de manera mejor los factores del clima, y están en condiciones de producir ciertas especies, nuevas variedades, entre otros.

Sin embargo, la disponibilidad de agua para el uso agrícola es limitada; esta actividad se practica mediante manantiales y el bombeo de agua de pozos profundos, por lo tanto la productividad y la rentabilidad económica del cultivo se ve afectada.

Los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo de Degollado son los más importantes debido a la producción de cultivos ornamentales. Los cultivos que más se producen en invernadero son rosa, clavel, crisantemos, lilies, tulipán, *Limonium*, *Gypsophilia*, gerbera, alstroemeria. Las especies cultivadas a cielo abierto son gladiola, ave de paraíso, agapando, alcatraz, *Hypericum*, nardo, alhelí, cempazúchilt, nube, celosia y girasol.

BOSQUES

La cobertura arbórea en todas sus modalidades es la segunda en importancia, ya que alcanza a cubrir 40.6% en 1984 y en 2008 permanece igual con 40.7% de la superficie de la cuenca. El tipo de cobertura que predomina en la cuenca es el de Bosque de Pino-Encino con 22.2% de la superficie total.

El Bosque de Pino-Encino con sus variantes abarca 21.4% (1984) y para 2008 es de 22.2% (7 763.4 ha), le sigue el Bosque de Encino que paso de 7.4% en 1984 a 6.9% en 2008; Bosque de Tásate con 4.5% (no hubo cambio en el periodo), la

Selva Baja Caducifolia pasó de 3.8% a 3.6% (51.2 ha) en este lapso; finalmente el Bosque Mesófilo de Montaña con 2.4% en ambos años.

A continuación se describe cada uno de ellos y como se mencionó acorde con la Síntesis de Información Geográfica del Estado de México del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000).

Bosque de Pino-Encino

Comunidad arbórea formada por una diversidad de especies de pinos y encinos; en la cuenca se localiza principalmente en la parte media hacia el norte en una extensión 7 763.4 ha, y abundan más pinos que encinos. La transición entre el Bosque de Pino-Encino y el Encino-Pino está determinada bajo condiciones naturales por el gradiente altitudinal que varía entre 2 000 a 3 000 msnm. Este tipo de bosques se desarrollan en la zona de estudio principalmente sobre suelos de origen volcánico como los andosoles.

Algunas especies típicas de este tipo de bosque son *Pinus leiophylla* (pino chino), *Pinus oocarpa* (ocote trompillo) *Pinus montezumae* (ocote blanco), *Pinus pseudostrobus* (Pino lacio), *Pinus ayacahuite* (pino ayacahuite), *Quercus laurina* (encino laurelillo), *Quercus rugosa* (encino quebracho), *Quercus crassifolia* (roble).

Bosque de Encino

Esta comunidad boscosa dominada por diferentes especies de género *Quercus*, encinos o robles que generalmente se encuentran en la parte centro y sur de la cuenca del río Tenancingo, y se presentan como una transición entre los bosques de coníferas y selvas.

De este tipo de vegetación se extraen tablas para madera y carbón doméstico, algunas especies representativas que se encuentran en la zona de estudio son *Quercus magnofolia* (encino), *Quercus laurina* (encino laurelillo),

Quercus candicans (encino blanco), *Quercus crassifolia* (roble), *Quercus rugosa* (encino quebracho), *Quercus microphilla* (charrasquillo), *Quercus castanea* (encino colorado), *Quercus mexicana* (laurelillo), *Juniperus sp.* (táscate), *Arbutus xalapensis* (madroño).

Bosque de Táscate

Estos bosques se localizan en la parte sur de la cuenca, en Zumpahuacán, y se forman por árboles del género juniperos a los que se les llama táscate, cedro o enebro y tienen una altura promedio de 3 a 8 m. Se desarrollan en suelos poco profundos, ascillosos y derivados de rocas calizas. Las especies más frecuentes son *Juniperus flaccida* (táscate), *Juniperus deppeana* (sabino), *Quercus rugosa* (encino quebracho), *Quercus crassipes* (encino tesmilillo), *Schinus molle* (pirul), *Arbutus glandulosa* (madroño). En el estrato arbustivo de 1 a 3 m se encuentran: *Opuntia sp.* (nopal), *Agave sp.* (maguey), *Buddleia sp.* (tepozan).

Selva Baja Caducifolia

Es una comunidad formada árboles cuya altura oscila entre 4 y 15 m. Es un tipo selva que crece en la parte sur de la cuenca, en ambos lados del río Tenancingo y San Jerónimo. Se caracteriza porque más de 75% de sus árboles dominantes pierden totalmente sus hojas en época de secas y se desarrollan sobre suelos pedregosos.

La importancia forestal de esta selva es baja por la altura de sus árboles, ya que no alcanza alturas suficientes para valor comercial y porque la madera de muchas especies no es considerada de buena calidad. Algunas especies de esta comunidad son *Guazuma ulmifolia* (guacima), *Haematoxylon brasiletto* (palo Brasil), *Burcera excelsa* (copal), *Ipomoea wolcottiana* (cazahate), entre otros.

Bosque Mesófilo de Montaña

Esta vegetación se encuentra en la parte noreste de la cuenca abarcando una extensión de 836.2 ha. La literatura reporta que es notable la mezcla de elementos templados y tropicales que se presentan en este bosque, se desarrolla en suelos profundos, ricos en materia orgánica y húmedos durante casi todo el año, de color negro o muy oscuro, de textura esponjosa o suelta, característicos de los suelos andosoles.

En el estrato arbóreo mayor de 15 m se tienen las siguientes especies: *Pinus montezumae* (ocote blanco), *Abies religiosa* (oyamel), *Pinus leiophylla* (pino chino) *Pinus ayacahuite* (pino ayacahuite), *Clethra mexicana* (jaboncillo), *Cupressus lindleyi* (cedro blanco), *Quercus rugosa* (encino quebracho), entre otros. En el estrato arbustivo de 4 a 6 m de altura presenta: *Ternstroemia pringlei* (tila), *Ilex toluicana* *Cercocarpus sp.* (rosa de castilla), *Alnus firmifolia* (aile), *Arbutus xalapensis* (madroño).

Bosque de Pino

Es un tipo de vegetación que se encuentra en las faldas del Nevado de Toluca en una zona de 356.7 ha. Se caracteriza por estar siempre verde y constituida por pinos, los cuales son considerados como un recurso forestal por excelencia. Son bosques muy explotados con un crecimiento relativamente rápido, y son resistentes a incendios y sequías.

Además representan un insumo importante para la industria maderera, ya que se emplea como pulpa para papel, celulosa, resina, pinturas y agarras, así como leña, madera para aserrío en construcción, puntales, postes, durmientes para ferrocarril y algunas especies son aprovechadas por sus semillas comestibles.

Las especies más comunes son *Pinus leiophylla* (pino chino), *Pinus hartwegii* (pino sp.) *Pinus montezumae* (ocote blanco), *Pinus pseudostrabus* (pino lacio) y *Pinus ayacahuite* (pino ayacahuite), entre otros.

Pastizal inducido

Este tipo de pastizal es resultado de desmontes de la vegetación arbórea y en otros casos de áreas agrícolas abandonadas. Su distribución abarca laderas y pendientes de cerros y se encuentra en casi toda la cuenca en pequeñas zonas, a excepción del municipio de Zumpahuacán donde existen importantes extensiones, cubre 3% del total de la cuenca. Estos pastizales son mantenidos mediante incendios y pisoteo del ganado con el propósito de mantener la ganadería extensiva sin control de los hatos de ganado bovino y ovino.

Las especies más comunes de este tipo de comunidad son *Bouteloua hirsuta* (navajita), *Digitaria sp.*, *muhlenbergia rigada* (zacatón), *Asistida divaricata* (zacate), *Bouteloua simplex* (navajita), *Muhlenbergia dubia* (zacatón), entre otras.

Pradera de alta montaña

Se desarrolla a partir del límite altitudinal superior al bosque de coníferas. Esta comunidad se compone por asociaciones de gramíneas que crecen con aspecto cespitoso (pradera), amacollado (zacatonal) o arrosetado. Se localiza en la parte alta del Nevado de Toluca, sobre suelos andosoles, derivados de cenizas volcánicas intemperizadas y regosol, suelos delgados con abundante pedregosidad y afloramientos rocosos generalmente expuestos a la erosión.

Otros usos

En la cuenca se tienen otros usos del suelo como es el correspondiente a los asentamientos humanos, los cuales han crecido significativamente en el periodo de estudio. Por ejemplo, para 2008 la superficie ascendió a 1 613.6 ha (4.6%). Los principales asentamientos se localizan en la parte media de la cuenca y destacan Tenancingo de Degollado, Villa Guerrero y al sur Zumpahuacán.

Igualmente se identificaron zonas con degradación hídrica por cárcavas (C) en la parte noreste de la zona de estudio en una área de afectación de 43 ha. También se identificó una pequeña parte de la categoría denominada Áreas Sin Vegetación Aparente (ASVA) en el norte de la cuenca con apenas 8.7 hectáreas (2008).

CONCLUSIONES

Los materiales cartográficos disponibles para la zona de estudio fueron ortofotomapas de 1984 e imágenes de satélite Spot, con ello se elaboraron dos mapas de cobertura y uso de suelo, luego con trabajo de campo se verificó la información obtenida en gabinete, y enseguida se procedió a una segunda interpretación de imágenes elaborándose una cartografía confiable.

En el resultado del análisis de los mapas de 1984 y 2008 se tiene que el uso del suelo agrícola es el que predomina con 51% del total de la superficie, este uso es el más extendido en la zona de estudio y se divide en agricultura de temporal y de riego; la primera pasó de 39.0% a 34.7%, lo que representa una disminución de 1 470.4 ha, mientras que la segunda se incrementó 542.7 ha, la suma de ambas superficies para 2008 es de 18 758.4 ha (51%), por lo que se concluye que la mitad de la zona de estudio está dedicada a esta actividad.

Respecto a la cobertura arbórea en todas sus modalidades es la segunda en importancia, ya que alcanza a cubrir 40.6% en 1984, y en 2008 permanece igual con 40.7% de la superficie de la cuenca. El tipo de bosque que predomina en la cuenca es Pino-Encino con 22.2% de la superficie total.

Se puede observar en la zona de estudio que ciertas áreas de bosque las han desplazado para construir invernaderos que se dediquen a la producción de flor. Además, la actividad florícola es fomentada como una actividad rentable en los planes de desarrollo de municipios como Villa Guerrero, Tenancingo de Degollado y Zumpahuacán.

El tercer uso en importancia son los asentamientos humanos que para 2008 alcanzó 4.6% del total del área de la zona de estudio, lo que equivale a 1 614 hectáreas.

Se identificó una zona afectada por erosión hídrica de suelos en su forma más avanzada como son las cárcavas. Aunque también se observaron otras formas de erosión hídrica en parcelas agrícolas en terrenos en fuertes pendientes y en suelos andosoles.

Finalmente, por la mayor afectación en la agricultura de temporal disminuyó en superficie, aunque por otro lado la agricultura de riego aumentó al igual que el uso urbano.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias al financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) de México, que financió el proyecto denominado “Dinámica de cobertura vegetal y uso de suelo en la zona florícola de Villa Guerrero y Tenancingo, Estado de México”.

BIBLIOGRAFÍA

- Barlowe, R. (1986), *Land resource economics, the economics of real estate*, New Jersey, Estados Unidos, Prentice Hall, 559 pp.
- Bhaskar Nidumulua, U. *et al.* (2006), “Review of a land use planning programme through the soft systems methodology”, *Land use policy*, 23, pp. 187-203.
- Colegio de Postgraduados-SARH (1991), *Manual de conservación del suelo y del agua. SPP*, Chapingo, México, 574 pp.
- De Bie, C. (2000), *Comparative performance analysis of agro-systems, ITCdissertation*, núm.75, 232 pp., <http://www.itc.nl/education/larus/landuse/>.
- Di Gregorio A. y Jansen L. (1998), *FAO Land cover classification system: classification concepts and user manual*, Nairobi, Rome.
- Food and Organization Agricultura (FAO) (2005), *Land cover, classification system*, Rome, Italy, FAO-Environment and natural resources series.

- Fu, B. y Gulinck, H. (1994), "Land evaluation in an area of severe erosion: the loess plateau of China", *Land degradation and rehabilitation*, 5, pp. 33-40.
- Jensen R.,J. (2007), *Remote sensing of the environment. An earth resource perspective*, Estados Unidos, Upper Saddle River, Pearson-Prentice Hall.
- McRae, S.G. y Burnham, C. P. (1981), *Land evaluation*, London, Great Britain, Clarendon Press.
- Mucher, C.A. *et al.* (1993), *Proposal for a global land use classification*, Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Department of Agronomy of Wageningen Agricultural University of the Netherlands.
- Newman, Constance (2002), "Gender, time use, and change: the impact of the cut flower industry in Ecuador", *The world bank economic review*, vol. 16, núm.3, pp.375-396.
- Porter, L. *et al.* (2007), "Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, México", *Landscape and urban planning*, 82, pp. 198-207.
- Quan, Bin *et al.* (2006), "Spatial-temporal pattern and driving forces of land use changes in Xiamen", *Pedosphere*, 16(4), pp. 477-488.
- Rossiter, D. (1996), "A theoretical framework for land evaluation", *Geoderma*, 72, pp. 165-190.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2007), "Localización de invernaderos en los municipios de Joquicingo, Tenancingo, Tenango del Valle, Villa Guerrero y Zumpahucán, Mimeo", Delegación Estado de México, Toluca, México.
- Semanat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2006), *La gestión ambiental en México*, Distrito Federal, México.
- Storie, R. E. (1970), *Manual de evaluación de suelos*, Distrito Federal, México, UTEHA.

SEGUNDA PARTE

Uso y manejo de recursos naturales

LA INFLUENCIA DE LA MODERNIDAD OCCIDENTAL
EN EL USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES
EN LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO NEXAPA, MUNICIPIO
DE AMECAMECA, ESTADO DE MÉXICO

Ranulfo Pérez Garcés¹

Noé Zúñiga González¹

Omar Ernesto Terán Varela¹

Luis Brunett Pérez¹

Ofelia Márquez Molina¹

Enrique Espinosa Ayala¹

INTRODUCCIÓN

La contundente y dramática evidencia de los efectos generados por el deterioro ambiental provocado, entre otras causas, por la sobreexplotación de los recursos, la destrucción de los hábitats naturales, la transformación de bosques en pastizales o en parcelas para cultivo, el agotamiento de ríos y lagos, la contaminación del suelo, agua y aire, y la consecuente disminución de la biodiversidad por la migración o extinción de especies permite sostener que en la actualidad la problemática ambiental se ha constituido en uno de los elementos sustantivos y definitorios de la crisis del mundo globalizado en el que la degradación ambiental, el avance de la desigualdad, la pobreza y el riesgo del colapso ecológico aparecen como elementos insoslayables.

¹ Cuerpo Académico Estudios multidisciplinares sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad territorial (en consolidación clave UAEM-CA-133 y IDCA 8657). Correo electrónico: ranulfopez121@gmail.com.

Ante este escenario, no es casual que se reconozca que (dado el incremento en la complejidad de la interacción naturaleza-sociedad-ciencia-tecnología provocada por la globalización, las tecnologías de la información y la comunicación, la biotecnología, la industria o la contaminación) la problemática ambiental al estar inserta dentro de la igualmente compleja trama de relaciones sociales, económicas, políticas, filosóficas, históricas y culturales que configuran y caracterizan a nuestra civilización se erige como elemento clave en el desarrollo de las sociedades futuras, lo que exige sin más una reconstrucción sociopolítica y económica con base en el respeto a la naturaleza.

No obstante, debido a la contundencia de la crisis ambiental tanto su análisis como el desarrollo de propuestas para encontrar solución a la heterogeneidad de problemas que están asociados se siguen abordando desde perspectivas fragmentarias, reduccionistas y minimalistas que resultan poco proclives para recuperar la complejidad que le subyace, y que impiden entender que ésta ha venido a poner en cuestión el paradigma impulsor y legitimador del crecimiento económico. Ante esto, es que consideramos que para comprender la problemática ambiental y generar un diagnóstico fructífero como base de propuestas consistentes se requiere de un análisis deconstructivo que atienda la constitución de los principales soportes ontológicos, epistemológicos y axiológicos que en calidad de supuestos, incuestionables y acríticamente asumidos han determinado el rumbo de nuestra civilización y han llevado a la humanidad a la crisis que hoy enfrenta; crisis que, si bien ya había sido anticipada en el ámbito filosófico desde hace bastante tiempo, apareció hasta que la propia naturaleza la hizo presente e innegable.

Estos supuestos históricamente están vinculados con una etapa del desarrollo de la humanidad: la modernidad, donde la cosmovisión se traslada desde una posición teocéntrica a una antropocéntrica asumiendo al hombre como la medida de todas las cosas y, desde la postura de Descartes, se asigna a la razón y a la técnica la primacía para ordenar y dominar el mundo, según vemos, para abordar la crisis ambiental y fundamentar propuestas para su sustentabilidad; es necesario asumir una crítica a este modelo cartesiano. En particular, nuestro cuestionamiento gira en torno a la racionalidad instrumental que históricamente irrumpió en la

modernidad con una dimensión inédita, cuyo predominio en el mundo de vida social, cultural, estética, económica y política impuso un sello distintivo en las prácticas productivas, los patrones de desarrollo científico y tecnológico, así como en la organización burocrática y los aparatos ideológicos del Estado, planteando serios problemas éticos tanto para la convivencia social como para la forma en que los individuos se relacionan con la naturaleza al hacer evidentes sus consecuencias en las sociedades actuales.

Visto de esta forma, la importancia de asumir esta crítica a la racionalidad instrumental estriba precisamente en que al promover la desvinculación de la acción humana de una racionalidad conforme a valores –una racionalidad en la que la naturaleza no es concebida como un valor a preservar, sino como un ámbito de dominio, como un medio para satisfacer las necesidades humanas, al estar fundada en el rendimiento económico, en la homogeneización del comportamiento social y en la eficacia de los medios tecnológicos– conduce, entre otras cosas, a la destrucción de la naturaleza y a ignorar los costos que ello genera; erigiéndose así en el origen del problema ecológico contemporáneo.

Desde esta perspectiva, en el presente trabajo analizamos la constitución de los supuestos ontológicos, epistemológicos y axiológicos de la racionalidad instrumental, propia de la modernidad, en el marco de la problemática ambiental desde su complejidad derivada de la interacción naturaleza-sociedad-ciencia-tecnología y orientada a generar las condiciones de posibilidad para la sustentabilidad ambiental; para lo cual, con base en algunos indicadores generados desde la Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), se toma como unidad de análisis de referencia a la comunidad de San Pedro Nexapa, municipio de Amecameca, Estado de México para mostrar cómo el uso y manejo de los recursos naturales en comunidades rurales en nuestro país ha obedecido a una dinámica sociohistórica propia que como tal se inserta en la serie de tensiones, contradicciones y conflictos que caracterizan a nuestra cultura.

Una de estas tensiones es la referente al enfrentamiento tradición/modernidad, en donde, si bien se aceptan, valoran y reconocen las prácticas ancestrales que

incorporaban a su cosmovisión principios propios de una conciencia orientada a la preservación de la naturaleza alejada de una racionalidad instrumental y depredadora se ha generado una tensión entre las lógicas global/local, tradición/modernidad, racionalidad holística (comprensiva, comunicativa, humanista)/racionalidad instrumental y estratégica con el advenimiento y adopción de la modernidad radicalizada por la actual globalización neoliberal.

En el terreno de la problemática ambiental, la lógica que deviene de este tipo de racionalidad deja ver la contundencia de sus efectos no sólo a través de la influencia que ejerce sobre la manera en que tanto los individuos como las comunidades conciben y utilizan los recursos naturales, sino que también permea y, quizá de manera más significativa, la forma en que se asume y utiliza el conocimiento sobre la naturaleza; desde lo cual, si bien es cierto que se construyen identidades y se delimitan tradiciones, usos y costumbres que se amalgaman con los otros elementos del acervo cultural de las diferentes comunidades, la utilización de este conocimiento que deviene de una racionalidad instrumental más que sustentar pautas y prácticas sociales de conservación, preservación y aprovechamiento de los recursos naturales que garanticen su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras, incentiva una actitud de utilización y explotación, donde la naturaleza se asume como un medio para satisfacer las necesidades de los individuos fomentando el deterioro y agotamiento de los recursos, sin que medie consideración alguna sobre las implicaciones que ello puede tener, al ser éstos condición de posibilidad para la constitución de los escenarios futuros de las propias comunidades. Esta racionalidad, axiológicamente hablando, influye igualmente en la constitución de los valores que orientan la conducta de los individuos con la naturaleza; esto sin más se refleja en el acervo de conocimientos de sentido común que permean las prácticas cotidianas y su relación con el ambiente, lo que nos lleva a cuestionar la idea de que las formas de aprovechamiento que garantizan la conservación de los recursos son aquellas en las que las comunidades han desarrollado normas de regulación basadas en usos y costumbres para mostrar en cambio cómo la adopción de una racionalidad instrumental ha pervertido las prácticas de individuos y comunidades, en el sentido de que aun cuando se

conocen las consecuencias nocivas de sus actos para el ambiente se realizan y afectan la sustentabilidad territorial y acentuando la crisis ambiental actual.

ANTECEDENTES

Desde una perspectiva general, es importante comprender la ontología de la modernidad como telón de fondo para el despliegue de la racionalidad instrumental, la cual ha llevado a una crisis en la civilización que enmarca la actual crisis ambiental.

Aun cuando históricamente no existe un criterio unánime sobre cuándo surge la modernidad, así como los eventos que la caracterizan, podemos considerar que hablar de modernidad es referirnos al periodo que aparece especialmente en el norte de Europa a finales del siglo XVII y que se cristaliza en el siglo XVIII, atribuyendo un valor especial a la Revolución Industrial desde la cual se fraguaron cambios significativos como el basamento desde el cual surge una nueva forma de concebir el trabajo y las relaciones laborales vinculado a la mecanización y seriación de la producción masiva, y que socialmente significó la emergencia de distintas clases sociales que, al modo de Marx, se dividía en una clase dominante (burguesía) que concentraba el capital y una clase dominada (proletariado).

La resultante de este proceso de industrialización y segregación social influyó en el pensamiento humano afectando no sólo a la ciencia, la tecnología, la política, la economía, la sociedad, sino también a la cultura. Por esta razón, la modernidad se caracteriza por ser un periodo en el que se rompe con lo establecido, pone al hombre en el centro de todo; en palabras de Max Weber, se «desencantaría el mundo» en el que la razón asume una posición privilegiada. A partir de las ideas *ilustradas* las personas fueron creando una autoconciencia que no existía anteriormente. El hombre se vuelve cada vez más consciente de sí mismo y de sus capacidades para crear cosas nuevas y autodeterminarse.

En general, se considera que la modernidad tiene dos rasgos fundamentales: el primero es la autorreflexividad para reconocer que la modernidad es ese

primer momento en la historia donde el conocimiento teórico, el conocimiento experto se retroalimenta sobre la sociedad para transformarla, pero también para transformar al propio conocimiento, y sostiene que las sociedades modernas son aquellas sociedades que están constituidas y construidas esencialmente a partir de conocimiento teórico o conocimiento experto. El segundo consiste en la descontextualización; es decir, en arrancar la vida local de su contexto. Desde estos rasgos fundamentales es que se considera que la modernidad ontológica, epistemológica, y axiológicamente delinea una nueva forma de concebir al individuo, a la sociedad y a su relación con la naturaleza.

En este marco, dados los fines del presente trabajo, recuperamos en lo general aquellos elementos que posibilitan conocer y analizar la constitución de la cosmovisión que le es propia y que dio lugar a un proyecto civilizacional hoy en crisis.

Ontológicamente al tener como referente a la Edad Media, la modernidad se encuentra asociada al desarrollo de un conocimiento secular (desvinculado de la explicación religiosa medieval) que como tal implicó el abandono de la cosmovisión teocéntrica y la adopción de una nueva cimentada sobre una concepción antropocéntrica de lo social, en la cual el hombre se asume como el referente principal de toda actividad tanto en el campo epistemológico y axiológico como en el de la práctica socio-política. Es René Descartes quien en el siglo XVII en las *Meditaciones metafísicas* y *El discurso del Método* insta e instituye a la razón como la fuente última, no sólo de la certeza del mundo, sino también de la evidencia de la propia existencia con su *Je pense, donc je suis* (Pienso, luego existo). A partir de entonces, la razón es la facultad privilegiada para relacionarnos con la realidad, no sólo para conocerla, sino también para apropiarnos de ella para transformarla e imponerle nuestros dictados.

En el ámbito epistemológico, derivado de la visión antropocéntrica prevaeciente, se considera que en la modernidad la humanidad en su conjunto y el individuo como parte constitutiva alcanza el máximo grado en la evolución social y en la escala de progreso determinado por el desarrollo intelectual. Así, mientras se consideraba que en su forma más primitiva la sociedad estaba representada por

lo teológico –desde lo cual el hombre buscaba las causas últimas de la naturaleza en fuerzas sobrenaturales o divinas (transitando desde el fetichismo, el politeísmo al monoteísmo) y en el segundo grado de evolución, el metafísico o abstracto, se cuestiona la racionalidad teológica y lo sobrenatural es reemplazado por entidades abstractas radicadas en las cosas mismas (formas, esencias) que explican su porqué y determinan su naturaleza–; en la modernidad se alcanza este grado máximo, el estado científico o positivo desde el cual se sostiene que el hombre no busca saber qué son las cosas, sino que mediante la experiencia y la observación trata de explicar cómo se comportan, describiéndolas fenoménicamente e intentando deducir sus leyes generales, útiles para prever, controlar y dominar a la naturaleza en provecho de la humanidad (Meza, 2003).

Asociado a este estado científico o positivo es que se considera que, desde el punto de vista epistemológico, lo que caracteriza a la modernidad es el pensar positivista: pensamiento que surge con los fisicomatemáticos formados en el fermento científico y filosófico producido en Francia por la influencia de la física newtoniana, el mecanicismo geométrico cartesiano y el empirismo británico, con pensadores como Jean Le Rond d’Alembert, Lagrange y Laplace, quienes preocupados por la metodología de la ciencia y la estructura de las teorías científicas realizan contribuciones que hicieron posible afianzar una actitud filocientífica respecto de lo social. A partir de estas contribuciones y las formuladas por Turgot y Condorcet se encuentran elementos que configuran la epistemología propia de la modernidad que se caracteriza por el rechazo de cualquier pregunta por la esencia de las causas físicas, limitar la tarea propia de la ciencia al establecimiento de relaciones lógico-matemáticas entre los fenómenos, el rechazo a toda explicación teológica, metafísica o teleológica de los fenómenos y fe en el progreso continuado de la comprensión científica del mundo como la única forma válida de conocimiento.

Posteriormente, corresponde a Saint-Simon, Augusto Comte y los positivistas lógicos del Círculo de Viena y de la Escuela de Berlín constituir un paradigma epistemológico hegemónico en el cual el avance de las ciencias naturales llevó aparejada la primera revolución científico-técnica que en esencia consistió en una

estrecha imbricación entre ciencia y producción, con lo cual se establece la primera aproximación entre lo epistémico y lo productivo al considerar que el dominio de la razón instrumental en el ámbito epistémico lo es también en el ámbito productivo. Con el predominio de la epistemología positivista filocientificista del mundo y el predominio del experimento que reduce el ámbito de la experiencia a la recolección del dato empírico y el concepto de verdad al de verificación, se fundamentó la visión materialista del capitalismo.

La ciencia surgida bajo estas condiciones sustentó su utilidad inmediata para funcionalizar el conocimiento adquirido dentro del concepto de racionalidad instrumental basado en la explotación productiva de la naturaleza con el fin de lograr un progreso material de la sociedad. Por lo que a diferencia del medioevo –donde la aspiración intelectual de los hombres se reducía a desentrañar el sentido moral y la finalidad de la existencia de la vida concentrándose casi por completo en la revelación divina llevada a cabo por las autoridades eclesiásticas– en la modernidad el objetivo se centraba en la administración de las habilidades humanas en términos de su propia validación, independientemente de las determinaciones religiosas, basándose tanto en el conocimiento de la realidad natural como en la humana a fin de servir eficientemente a los nuevos principios filosóficos, sociales y políticos donde el objetivo último era “detectar regularidades en el curso de la naturaleza con la ayuda de experiencias sistemáticamente organizadas para, a partir del conocimiento de dichas regularidades, poder provocar o evitar a voluntad determinados efectos o, con otras palabras, para poder dominar lo más posible la naturaleza” (Horkheimer, 1995: 18).

Es así que en la modernidad se entrelazan ontología, epistemología y axiología para definir un marco de referencia sin precedentes desde el cual se concibe a la realidad como lo dado, lo establecido, aquello susceptible de ser percibido por los sentidos, observable, palpable, medible, cuantificable y por tanto aprehensible; concepción en la que la relación de conocimiento deviene en la apropiación de un objeto por parte de un sujeto y en esta medida constituye el ejercicio de una racionalidad instrumental, esto es de una relación en la cual la razón se convierte en un instrumento de apropiación, de posesión y dominio, no de comprensión,

convivencia o integración sistémica, por lo que axiológicamente los otros, la naturaleza y todo lo que rodea al individuo se torna en medios para la realización de sus fines egoístas e individualistas que son empleados para responder a las exigencias de una civilización que concibe al progreso como el enriquecimiento material y económico dejando al margen el aspecto ético, el enriquecimiento espiritual del hombre y el cuidado de la naturaleza.

CONSECUENCIAS DE LA MODERNIDAD:
SOBRE LA RELACIÓN HOMBRE-NATURALEZA

Una de las consecuencias más notorias de la modernidad está vinculada con la especial relevancia que se otorga a la primacía del sujeto pensante, del sujeto racional, el individuo por sí sólo, por su sola razón, por sus propias fuerzas, independiente de toda autoridad religiosa, sociológica y política, capaz de encontrar la verdad entendida como correspondencia con la realidad. Es decir, con la modernidad hay una afirmación de la autonomía del individuo, de lo que puede hacer por sí y para sí mismo, de modo tal que la búsqueda de la riqueza, de la satisfacción de sus propias necesidades, se va constituyendo en un fin digno de ser perseguido por sí mismo, aun cuando ello implique la exclusión de los otros, con lo cual la finalidad de la vida humana pasa a ser el crecimiento ilimitado de la producción y las fuerzas productivas (técnicas) haciendo uso de los medios que para tal fin están disponibles en la naturaleza.

Así, desde la racionalidad instrumental no sólo la naturaleza es vista como un medio. Se concibe a las cosas razonables como aquellas cosas útiles, lo racional es lo útil y, una vez decidido lo que se quiere, la razón se encargará de encontrar y definir los medios para conseguirlo. De forma tal que el acento está puesto en discernir y calcular los medios adecuados; los objetivos a alcanzar quedan como una cuestión de poca importancia al indagar si son o no razonables, dado que lo que interesa es que estos fines son racionales en un sentido subjetivo, útiles al sujeto para lograr su autoconservación, sus ganancias

inmediatas y temporales que le permitan satisfacer sus propias necesidades; poco importa si esta autoconservación implica la exclusión de los otros y de sus necesidades, así como de los efectos que esto tiene en la naturaleza, que más incluir excluya.

Visto de esta forma, el mundo que surge como resultado de esta razón. Es aquel en donde todo es útil y reconocido como real; como señala Horkheimer:

así mientras el mito constituyó el primer intento del hombre por reconciliarse con la naturaleza pero es una reconciliación aleatoria, irracional, algo que ocurre o no de forma imprevisible, por lo tanto el temor ante la fuerza extraña sigue siendo la regla, esta 'reconciliación' con la naturaleza sobrepasa el mundo de las ideas, para materializarse en la praxis, en la acción real que el hombre ejerce sobre la naturaleza. Se empieza a humanizar el mundo de forma real, y no en la forma alienante que representaba el mito, el intelecto que vence a la superstición pasa a ser el amo de la naturaleza desencantada [...] Lo que los hombres quieren aprender de la naturaleza es la forma de utilizarla para lograr el dominio de la naturaleza y de los hombres. Ninguna otra cosa cuenta (1995: 16).

Así, esta razón es razón instrumental en la medida en que al dejar la naturaleza de ser algo diferente, temido y reverenciado para constituirse en el medio de la propia realización del hombre, en el vehículo de su propia autoafirmación. El razonar se convierte en el conocer para dominar, el sujeto mediatiza todo para convertirlo en instrumento, termina también como un medio de esta razón. De esta forma, la razón pasa a ser un componente dependiente del nuevo proceso social, y el contenido exclusivo que la domina es su capacidad operativa a partir del rol que desempeña en el dominio sobre la naturaleza y los hombres.

CRÍTICA A LA MODERNIDAD:

LA CRISIS AMBIENTAL COMO CRISIS DE RACIONALIDAD

Desde estos elementos ontológicos, epistemológicos y axiológicos es posible entender que hablar de crisis de la modernidad implica una crítica contra la teoría económica que ha legitimado una falsa idea de progreso de la civilización moderna y que terminó por desterrar a la naturaleza de la esfera de la producción generando un proceso de destrucción ecológica y degradación ambiental.

La crisis de la modernidad no consiste tanto en la diferenciación de la razón; es decir, en su pérdida de unidad, sino más bien en el reduccionismo que ha permitido entenderla unilateralmente y pensar que desde una de sus funciones, la de la ciencia positiva, se logra la síntesis y reconciliación de lo fragmentado, “la sociedad unidimensional, la de la productividad y el consumo todavía pretende, sin renunciar al triunfalismo, mostrar resultados, pero éstos siempre se quedarán cortos. Sin la fuerza de la crítica, se priva a la vida de cultura” (Hoyos y Vargas, 1996: 37).

Con esto, lo que se pone en cuestión es la modernidad y su principal baluarte: la racionalidad instrumental que ha llevado a una crisis civilizacional a la cual no se le ve salida, ya que se le considera la responsable de la desestructuración de los ecosistemas, la degradación del ambiente y la desnaturalización de la naturaleza, pues las ciencias se han convertido en instrumentos de poder y ese poder se ha apropiado de la potencia de la naturaleza y es usado por unos hombres contra otros hombres. Como plantea Leff:

la crisis ambiental irrumpe en el momento en que la racionalidad de la modernidad se traduce en una razón anti-natura. No es una crisis funcional u operativa de la racionalidad económica imperante, sino de sus fundamentos y de las formas de conocimiento del mundo. La racionalidad ambiental emerge así, del cuestionamiento de la sobreeconomización del mundo, del desbordamiento de la racionalidad cosificadora de la modernidad, de los excesos del pensamiento objetivo y utilitarista (2004).

OBJETIVO

Generar una aproximación empírica preliminar a fin de mostrar la influencia de la racionalidad instrumental propia de la modernidad occidental en el uso y manejo de los recursos naturales en la comunidad de San Pedro Nexapa, municipio de Amecameca, Estado de México.

METODOLOGÍA

Características de la comunidad objeto de estudio

Localización

San Pedro Nexapa es una de las delegaciones que integran el municipio de Amecameca, en el oriente del Estado de México, ubicado los 19° 04' 59" de latitud norte y 98° 44' 07" de longitud oeste, a una altura de 2 690 metros sobre el nivel del mar.

Población

Con base en la información del II Censo de población y vivienda 2005 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [INEGI], 2005), esta comunidad contaba con una población de 4 254 personas (2 025 hombres y 2 229 mujeres); 898 viviendas en total, de las cuales 185 tenían piso de tierra (20.61%) y alrededor de 169 consistían en una sola habitación (18.81%), 98.55% contaba con instalaciones sanitarias, 857 estaban conectadas al drenaje público y 879 tenían acceso a la luz eléctrica. La estructura económica permitía que por cada 10 viviendas una tenga computadora, 207 una lavadora y 804 una televisión.

Del total de habitantes registrados, había 252 analfabetos de 15 y más años, 62 de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela. De la población a partir de 15 años, 244 no tienen ninguna escolaridad, 1 389 tienen una escolaridad incompleta, 691 tienen una escolaridad básica y 222 cuentan con una educación post básica, de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años de edad 174 han asistido a la escuela, la escolaridad mediana entre la población es de 6 años.

Flora, fauna y vegetación

En las zonas aledañas de la comunidad, especialmente en las faldas del volcán Popocatepetl, entre 3 500 y 4 200 msnm se encuentra un tipo de bosque de pinares abiertos con abundantes gramíneas amacolladas. Es un bosque donde predomina una sola especie de pino (*Pinus hartwegii*) que se mezcla en las altitudes más bajas con abetos y ailes. Arriba de los 4 000 msnm este bosque se mezcla con una pradera alpina o vegetación de paramos de altura; las especies dominantes son los pastos amacollados, así como el cardo santo (*Cirsium nivale*) que tiene propiedades medicinales para contrarrestar infecciones del tórax. Entre los 3 400 y 2 900 msnm, se localiza el segundo piso de vegetación arbórea formado por oyameles (*Abies religiosa*) que se encuentra principalmente en los cañones, mientras en las laderas son dominantes los pinos y los cedros, también sobresalen madroños (*Arbutus xalepiensis*) y ailes (*Agnus firmifolia*). Entre las plantas comestibles se encuentran los quelites, que se dan de forma silvestre y abundante en épocas de lluvias, como quintoniles, los cuauhquelites, el quelite cenizo, los perritos. En las partes más húmedas se encuentra una gran variedad de hongos comestibles.

En cuanto a la fauna, es notable la presencia de una especie que vive en esta zona: el conejo de los volcanes o teporingo (*Romerolagus diazi*); otros animales como la musaraña (*Criptotas alticola*), conejos y liebres (*Sylvilagus florinadus*), ardillas (*Sciurus nelson*), coyote (*Canis latrans*), armadillo (*Dasipus novemcintus*), mapaches (*Porcio lotor*) y zorrillo (*Mephitis mephitis*). Entre los reptiles más significativos están la víbora de cascabel, lagartijas y tizincoyotes. De las aves,

tienen presencia el gavilancillo, águilas, correcominos, codorniz, lechuza, búho, cuervo, zenzontle, jilguero, calandria, gorrión, azulejo, tórtola, coquito, chillón, tigrillo, primavera, carpintero, colibrí, chochoyota, seseto, cardenal, cacaxtle, tordo y mulato. Dentro de los artrópodos habita la araña capulina, araña tigre, alacrán, catarinas, mosquitos, mariposas, palomas y gusanos de varias especies. Lamentablemente existe fauna que se encuentra en peligro de extinción por la cacería a la que están expuestas y el tráfico ilegal de animales; las especies en desaparición son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) –esta especie actualmente se encuentra bajo un programa de reproducción en cautiverio en la UMA Temaxcal–, zorros, el mázate, gato montés, puma y diversas aves.

Producción forestal

La superficie forestal es de 9 202 ha, lo que representa 49.01% del total de la superficie. Recientemente se creó una organización regional de silvicultores que se denomina Unidad de Manejo Ambiental Forestal Región XIII con el objetivo de restaurar, proteger, conservar y aprovechar de manera sustentable y sustentante los recursos forestales. Es importante mencionar que la Semarnat (Secretaría de medio ambiente y recursos naturales) a través de la Conafor (Comisión Nacional Forestal) está impulsando mayores inversiones a la actividad forestal a través de los programas de Pago de Servicios Ambientales, Prodefor (Programa para el desarrollo forestal), Procoref (Programa de conservación de ecosistemas forestales) y Prodeplan (Programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales).

En la actualidad, las comunidades tienen un permiso de aprovechamiento forestal persistente expedido por la Semarnat para cortar un volumen de 18 486.29 m³/año de madera; su aprovechamiento es en forma de madera en rollo. Las especies que se aprovechan son pino, oyamel y encino; las dos primeras son las que representan el valor económico y maderable mayor. Como producto de la tala clandestina se tiene una superficie erosionada de aproximadamente 600 ha que poco a poco incrementa, esto trae como consecuencia la pérdida gradual de

la flora y fauna endémica de la zona debido a la venta de tierra de monte y de leña, ésta última se realiza con bastante regularidad, ya que 292 hogares rurales la utiliza como combustible para el consumo doméstico; actualmente no existen plantaciones dendroenergéticas, aunque ya se comienzan a promocionar junto con la construcción de estufas rurales (Patsari) que permitan optimizar el calor y el consumo de este combustible (Monografía municipal, 2010).

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO INCORPORADO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD (MESMIS)

Consideración preliminar

Tal como hemos señalado, el objetivo del presente trabajo se orientó en mostrar la influencia que tiene la racionalidad instrumental en el uso y manejo de los recursos naturales, por lo que encontramos pertinente generar una aproximación preliminar desde la cual se tuviera información que permitiera fundamentar que este tipo de racionalidad aparece como elemento determinante de la forma en que tradicionalmente muchas comunidades han establecido su relación con la naturaleza provocando no sólo deterioro ambiental por la falta de una lógica de aprovechamiento sustentable, sino que además ha influido en la forma en que las comunidades asumen su propio desarrollo.

En este sentido, al considerar que la intención última del conjunto de contribuciones presentadas en el marco de este encuentro de Cuerpos Académicos fue generar una reflexión desde diferentes enmarques y disciplinas que permitiera contribuir a una mayor y mejor comprensión de la problemática que se encuentra mediando-determinando el desarrollo desde las comunidades ante la cada vez más frecuente puesta en marcha de procesos de desarrollo que tienen como referente el concepto de sustentabilidad a través de cuya evaluación busca promover “la calidad del medio ambiente y de los recursos base, sobre los cuales estos sistemas dependen y satisfacen con alimento y productos las

necesidades humanas, mantienen su viabilidad económica y promueven la calidad de vida de los productores y la sociedad en su conjunto” (Stockle *et al.* 1994: 46), es que decidimos que los indicadores desde los cuales referiríamos nuestra consideraciones en torno al objetivo expuesto necesariamente tendrían que estar vinculados con una metodología diseñada para tal fin por dos razones fundamentales: la relevancia que reconocemos de integrar sistémicamente los factores y variables que pueden ser determinantes para el desarrollo y que aun cuando no pretendimos generar acciones de intervención que buscaran promover la sustentabilidad, estos indicadores debían construirse en el marco de una metodología *ad hoc*. Dado que los marcos metodológicos propuestos para la evaluación de la sustentabilidad se basan en el enfoque sistémico de las unidades o procesos a evaluar es que encontramos utilidad en el empleo de la MESMIS, ya que como herramienta metodológica, además de ayudar a evaluar la sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales con énfasis en el contexto de los productores campesinos, brinda una reflexión crítica proclive a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos, pero sobre todo por presentar una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas disponibles localmente al asumirse como un método para organizar la discusión sobre sustentabilidad y la forma de hacer operativo el concepto ofreciendo lo que a nuestro juicio es fundamental para la aproximación que generamos, pues “busca entender de *manera integral** las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico” (Maserá *et al.*, 1999: 12-13). Con base en esta metodología, inicialmente se definieron los puntos críticos asociados a fortalezas y debilidades, mismos que se presentan en la tabla 1.

* Las cursivas son nuestras.

Tabla 1
PUNTOS CRÍTICOS
 (FORTALEZAS Y DEBILIDADES EN SAN PEDRO NEXAPA, AMECAMECA, ESTADO DE MÉXICO)

<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
Alta biodiversidad tanto florística, faunística, como forestal Zona con potencialidades agrícolas, pecuarias y forestales Desarrollo de políticas y programas de conservación Establecimiento de áreas protegidas	Sobreexplotación de recursos naturales (venta de madera, fabricación de carbón, recolección de hongos con todo y micelio, venta de tierra, leña, etcétera) Agotamiento de áreas de cultivo por falta de rotación Baja tecnificación agrícola Cultivos de temporal principalmente Elevados costos de producción Condiciones climáticas adversas Propensión a zoonosis por establos de traspatio insalubres Sobreexplotación de animales (mala alimentación, exceso de horas de trabajo) Contaminación ambiental (quema de basura, depósito de basura en barrancas, áreas de bosque y ríos) Inequidad costo/beneficio Organización social reducida Participación comunitaria incipiente Individualismo exacerbado Incipiente diversificación (histórica) de prácticas culturales

Fuente: Elaboración propia.

MEDICIÓN DE INDICADORES: ACOPIO DE INFORMACIÓN

Para el acopio de información se diseñó un instrumento *ex profeso*, el cual se construyó considerando inicialmente las propiedades sistémicas consideradas por la MEMSIS (productividad, estabilidad-confiabilidad-resiliencia, adaptabilidad, equidad y autoindependencia). Para cada una de éstas se establecieron los criterios de diagnóstico asociados, a partir de los cuales se definieron los indicadores correspondientes (tabla 2). El instrumento de acopio de información integró 50 ítems.

Selección de la muestra y criterios de inclusión

Por la naturaleza de la investigación se buscó generar indicadores que permitieran fundamentar la influencia de la racionalidad mostrando la significancia estadística de los mismos y determinando un tamaño muestral de 100 individuos de cualquier edad, sexo, escolaridad, ocupación y habitantes de dicha comunidad seleccionados al azar para la aplicación centro-periférica en la comunidad de San Pedro Nexapa, municipio de Amecameca, Estado de México.

Tabla 2

PROPIEDADES SISTÉMICAS, CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO E INDICADORES

<i>Propiedades sistémicas</i>	<i>Criterios de diagnóstico</i>	<i>Indicadores</i>
Productividad	Actividades productivas y ocupacionales remuneradas	Actividades productivas agrícolas, pecuarias y forestales Explotación de recursos naturales regionales Ingresos familiares (rendimientos y ganancia)
Estabilidad Confiabilidad Resiliencia	Calidad de vida (Chiappe, 2008)	Calidad de la vivienda Calidad del entorno Tiempo libre o de esparcimiento Condiciones de hacinamiento Afecciones a la salud Riegos por fenómenos naturales Grado de satisfacción personal
Adaptabilidad	Diversificación de fuentes de empleo y productivas	Actividades locales tradicionales y emergentes Participación familiar en sistemas de producción Actividades de reforestación Educación ambiental Organización social Fuentes de empleo locales
Equidad	Políticas sociales de beneficio/utilización comunitaria de recursos naturales disponibles	Servicios en la comunidad Acceso a beneficios sociales: programas gubernamentales de apoyo Prácticas comunitarias de utilización de recursos Formas de organización productiva

Continuación...

<i>Propiedades sistémicas</i>	<i>Criterios de diagnóstico</i>	<i>Indicadores</i>
Autoindependencia (Autogestión)	Acumulación de capital humano y social	Participación en actividades de capacitación en el manejo de unidades de producción Escolaridad/instrucción de los habitantes Escala generacional Pertenenencia a grupos y redes locales Participación en la toma de decisiones Participación en organizaciones de productores y organizaciones comunitarias.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicado el instrumento, los resultados generados en el trabajo de campo fueron procesados a través de la categorización y codificación de la información. Al respecto, si bien la cuantificación de los resultados permite presentar en cada caso referentes numéricos y porcentuales que de manera selectiva se presentan en los resultados correspondientes, la información de tipo cualitativa generada en esta aproximación preliminar a la comunidad es retomada en la discusión desde la cual destacan las inferencias que posibilitan evidenciar la influencia de la racionalidad instrumental en el uso y manejo de los recursos naturales.

RESULTADOS

Perfil poblacional

La muestra seleccionada al azar integró a 75 mujeres y 25 hombres. El estado civil casado corresponde a 53%, en unión libre vive 20%, solteros y viudos 10%, madres solteras 5%, divorciados 2%. La edad máxima fue de 95 años y la mínima de 15. De 46% la mayor frecuencia fue para el rango de 15 a 35 años, 32% seguido del rango de 36-56 años. El número de integrantes por familia presentó variaciones desde 1 (una señora viuda) hasta 13, con frecuencias máximas para 4, 5, 3 y 6 integrantes

y porcentaje de 38, 19, 13 y 10% respectivamente. En el comparativo por edad y escolaridad, para los padres de familia el rango máximo de edad se ubicó en el intervalo de 19 a 32 años formando 33% y el de la escolaridad en primaria con 39%, seguido por 29% en secundaria y 14% con la primaria no concluida; de los padres 7% no cuenta con instrucción alguna. En el caso de las madres de familia, el rango máximo de edad se ubicó entre 26 y 39 años; con primaria 50%, secundaria 23%, sólo 2% con preparatoria como grado máximo de estudios y 8% sin instrucción. Finalmente, el rango en el caso de los hijos varía desde 1 año hasta 52 años, con una frecuencia máxima para el intervalo de menores de 1 a 11 años, seguido por el de 12 a 22 años. En cuanto a escolaridad, la frecuencia mayor se ubicó en primaria con 36.19%, seguido por secundaria, preparatoria y licenciatura con 30.76, 8.59 y 2.26% respectivamente.

CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO

A fin de recuperar en lo general los resultados derivados de la aplicación del instrumento de acopio, a continuación recuperamos los criterios de diagnóstico en función de los cuales referiremos las propiedades sistémicas correspondientes, vinculándolas a lo que a nuestro juicio resultaron ser los indicadores más sobresalientes que permiten evidenciar la influencia de la racionalidad instrumental.

Criterio de diagnóstico 1: Calidad de vida

Este criterio de diagnóstico se vinculó con las propiedades sistémicas de la MESMIS: estabilidad, confiabilidad y resiliencia, y con los indicadores: calidad de la vivienda, calidad del entorno, tiempo libre o de esparcimiento, condiciones de hacinamiento, afecciones a la salud, riesgos de fenómenos naturales y grado de satisfacción personal. Respecto a primer indicador, consideramos que la calidad de las viviendas es baja o inadecuada para el número de personas que en ellas

habitan. Independientemente de que 83% de los encuestados señala que la vivienda es propia cuando se preguntó por el número de habitaciones (asociado al grado de hacinamiento) se pidió que consideraran habitaciones por separado, cocina, comedor, baño, sala, recámaras, etcétera. Del total, la frecuencia mayor se ubicó en dos habitaciones (44%) tratándose de viviendas con habitaciones multifuncionales en donde se come, duerme, asean y realizan todas las actividades familiares. Del resto 22% señaló contar con 3 habitaciones y 11% con una sola. Únicamente se encontraron dos personas que señalaron que su vivienda cuenta con 6 y 8 habitaciones. De los materiales de construcción, aun cuando 69% señaló contar con pisos de cemento, 23% cuenta con pisos de tierra en su vivienda, las paredes en su mayoría están hechas de block, tabicón o madera. En tanto que los techos son principalmente de lámina: 49% de cartón, 4% de asbesto y 5% galvanizada.

Respecto la calidad del entorno, considerando el espacio inmediato a la vivienda, éste también resultó ser inadecuado, ya que sólo 22% cuenta con jardín, 36% tiene establo de traspatio y para 18% la vivienda está rodeada por áreas de cultivo. En cuanto a los servicios, todos los encuestados cuentan con luz y agua potable, 93% con drenaje, 16% con teléfono, y sólo 1% con internet. Cabe destacar que 40% cuenta con servicio de televisión por antena. Ello en gran medida explica el hecho de que 82% señale no realizar actividad alguna de esparcimiento, en tanto que el porcentaje restante considera las compras en el mercado de la cabecera municipal o la práctica de algún deporte principalmente futbol y basquetbol como actividad de esparcimiento.

Asociado con las condiciones de insalubridad que se encontraron en muchos casos por la coexistencia con animales de granja (principalmente pollos, guajolotes, cerdos, vacas y caballos), las variaciones actuales en el clima con tardes-noche muy frías y días calurosos provocan frecuentemente enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Del listado de enfermedades que se generó con base en la información proporcionada por los encuestados, es pertinente señalar que la calidad de vida también ha influido en el estado de salud de los habitantes, presentándose repetitivamente, problemas de desnutrición, gastritis, colitis, diabetes, hipertensión, infartos al miocardio, problemas de próstata y renales,

principalmente. Para finalizar, respecto a este criterio de diagnóstico con base en lo señalado, la población se encuentra en riesgo alto por los fenómenos naturales como granizadas, lluvias torrenciales, tormentas eléctricas y por ser la comunidad más cercana al volcán Popocatepetl, ubicada en zona 1 de riesgo por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Criterio de diagnóstico 2: Actividades productivas y ocupacionales remuneradas

Con base en los indicadores de actividades productivas agrícolas, pecuarias y forestales, la explotación de recursos naturales regionales y el ingreso familiar por otro tipo de actividades mostró lo siguiente: 83% de los padres señala trabajar en el campo, combinando su actividad como jornaleros al no contar con tierras de su propiedad con los recursos económicos que les genera la venta de carbón, madera, tierra de hoja y leña principalmente; 17% restante se emplea como servidor público (policías o recolectores de basura). Asimismo, al gasto familiar en porcentaje alto (63%) se integran las contribuciones hechas por las madres de familia que se emplean en el servicio doméstico (23%) o en el comercio informal (42% valor acumulado) con la venta de quesadillas, elotes, tamales y comida para los turistas que visitan el volcán. En muchos de los casos (43%) el padre trabaja en el campo junto a los hijos, en otros (11%) con la madre, y 26% señala que el principal sostén lo dan la madre e hijos que se ocupan de actividades eventuales y de temporada (como la recolecta de hongos, la obtención de hojas de maíz para tamal o la venta de musgo y heno en época decembrina) y sólo 5% de los padres es el único sostén familiar realizando actividades no asociadas al campo.

Criterio de diagnóstico 3: Diversificación de fuentes de empleo

De las actividades no vinculadas al campo o a la explotación de los recursos naturales disponibles, se encontraron casos aislados de padres que son policías, albañiles, plomeros, panaderos, matanceros en el rastro municipal y trabajadores

municipales de limpia. Los ingresos familiares mensuales que reportaron son realmente bajos al encontrar que la frecuencia mayor se ubica en aquellos que señalan ganar alrededor de \$1 300 mensuales. Hay quienes incluso reportan ingresos mensuales de \$250, \$500, \$600 y sólo 4 que cuentan con un sueldo mensual entre \$4 000 y \$5 000 (policías).

Criterio de diagnóstico 4: Acumulación de capital humano y social

Este criterio de diagnóstico vinculado con la independencia o autogestión, en principio está determinado en gran medida por la escolaridad/instrucción de los habitantes que como referimos en el primer criterio es bajo. Respecto a la capacitación, a pesar que 78% conoce información respecto a los cursos gratuitos, el hecho de que estos se impartan en la cabecera municipal les resta posibilidad por la distancia y el costo para su traslado. De los que han participado se encontró que sólo algunos han asistido a cursos de capacitación, principalmente para el uso de la soya, planificación familiar y corte y confección. Se encontró como generalidad que los entrevistados consideran que es importante contar con cursos de actualización proponiendo aquellos que les enseñen a hacer cosas para que puedan ganar algún dinero para el gasto familiar. En lo relativo al capital social, cuando se les cuestionó sobre las formas de organización social y productiva, 73% respondió atender sus problemas de manera individual, reconociendo la organización con motivo de las fiestas religiosas del patrón de la comunidad. De los encuestados en ninguno de los casos se hizo referencia a alguna organización civil que opere en la comunidad, 87% dice no tener tiempo para participar en actividades comunitarias y, por contraste, en el ítem que refirió su interés por éstas 77.3% dijo no interesarse, porque “cada quien se preocupa por resolver sus propios problemas”. Incluso, en las formas más elementales de participación (juntas escolares y vecinales) el grado es muy bajo, sólo 13% dijo participar, contrastando con una alta participación en eventos políticos (69%), sólo 2% lo hace para conocer a los candidatos y sus propuestas y 67% por los obsequios que les dan (tinacos, láminas, botes, cubetas, etcétera).

Criterio de diagnóstico 5: Políticas sociales de beneficio/Utilización de recursos naturales disponibles

Para este criterio de diagnóstico se asociaron los siguientes indicadores: a) Servicios en la comunidad. En este caso, en los últimos años la comunidad ha sido atendida especialmente en la generación de vías carreteras como parte de las rutas de evacuación construidas por la posible contingencia asociada a la actividad del volcán. De ésta un porcentaje alto cuenta con alumbrado público, banquetas y agua; sin embargo, a pesar de que el INEGI considera a esta comunidad como urbana, la dotación de servicios aún no cubre el total de la comunidad. En ésta no hay mercado; existe un pequeño centro de salud del cual reportan que generalmente está cerrado por la falta de personal médico. Se cuenta con escuelas para preescolar, primaria y secundaria. El transporte público lo constituye un par de autobuses que realizan recorridos desde y hacia la cabecera municipal, así como servicio de peseros cuya diferencia en costo llega a \$5.00 (el urbano cobra \$4.00 a la cabecera y el resto hasta \$9.00 dependiendo de la distancia del recorrido). b) Acceso a beneficios sociales a través de programas de apoyo, aun cuando 82% cuenta con algún tipo de apoyo proveniente de programas federales, estatales y municipales (Oportunidades, 70 y más, Programa de apoyos directos al campo, Apadrina a un niño, etcétera.) éstos resultan insuficientes dado el número de integrantes de las familias, el costo de los alimentos y de los servicios. c) Prácticas comunitarias de utilización de los recursos naturales disponibles. En el criterio de diagnóstico 2, hemos recuperado los valores asociados con actividades productivas o remuneradas, lo que refleja que ya sea como actividad única o complementaria a otra fuente de ingreso 95% de los encuestados usa los recursos naturales disponibles para cubrir sus necesidades de subsistencia. d) Formas de organización productiva: ninguno de los encuestados mencionó alguna forma de organización (lo cual se asocia al capital social bajo ya referido).

DISCUSIÓN

Tal como lo hemos señalado, si bien el trabajo de campo permitió generar los resultados que de manera referencial permitió delinear una caracterización de la comunidad de San Pedro Nexapa, respecto a las propiedades sistémicas que son integradas en la MESMIS y, a pesar de lo escuetos y simplificados que puedan parecer a partir de la asociación con los criterios de diagnóstico, nos parece que esto resultó pertinente para los objetivos de trabajo, a través de lo cual pudimos resaltar algunos aspectos que nos parecen sustanciales, y que en gran medida llevaron a orientar nuestra reflexión hacia lo que si bien son elementos subjetivos intangibles no por ello dejan de ser determinantes para potencializar o bien obstaculizar cualquier estrategia de desarrollo que se oriente a incentivar la sustentabilidad.

Ya en la parte metodológica hacíamos una primera anotación del porqué retomamos la MESMIS, citando lo referido por Maserá *et al.* (1999:11-12) es que “busca entender de *manera integral* las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico”. La forma en que estos autores plantean el objetivo y los alcances de dicha metodología destacan un par de aspectos que son especialmente relevantes. Si se observa en la cita “busca entender de *manera integral*” muestra que se permite tomar distancia al mismo tiempo que lleva implícito el hecho de reconocer la dinamicidad de lo social, de ahí que no se señale *entiende, estudia* o *comprende* o cualquier forma verbalizada que se lea como garante de que la aplicación de dicha metodología permitirá dicho entendimiento *integral* formando una segunda consideración.

Ello, no sólo refiere el reconocimiento de las partes que conforman un todo, sino la forma en que estas partes se integran para ya unidas ser más que la suma de las partes, lo cual aunque lógicamente pareciera una pirueta verbal muestra que una cosa es tener la posibilidad de identificar elementos unitarios y la otra suponer que la integración de éstos, necesariamente (hablando de manera reduccionista) la resultante sea una simple sumatoria.

Esta consideración es particularmente importante si se entiende que una comunidad no lo es porque haya sujetos *individuales* (individuos) que coexisten en un mismo espacio, sino que se constituye más allá de esta sumatoria, ya que implica la mixtura de elementos identitarios, tradicionales, usos, costumbres, etcétera, que culturalmente van caracterizando a cada grupo social al permear en los procesos de socialización y que define las prácticas que colectiva e individualmente desarrollan. De este modo, esta integralidad no sólo son cosas materiales, casas, servicios públicos, escuelas, hospitales, iglesias, sino también las prácticas, valores, formas de ser y pensar que subyacen en cada individuo y grupo social; de ahí que el todo sea más que la suma de las partes. Lo que nos lleva a retomar la consideración en que tomamos como referencia: *las limitantes y posibilidades* que puedan incentivar o frenar el desarrollo sustentable de esta comunidad.

Visto de esta forma, con base en los resultados, es posible inferir la poca proclividad que existe o, mejor dicho, la gran dificultad que existe para introducir estrategias de intervención en la comunidad de San Pedro Nexapa a fin de potenciar el desarrollo local. ¿A qué asociamos esta dificultad? Una respuesta aparentemente simple, pero cierta es a las condiciones que caracterizan a esta comunidad.

Realizando un proceso aún mayor de síntesis, podemos decir que esta comunidad integra personas de diferentes rangos de edad y con alta longevidad, en general con un grado bajo de instrucción de los padres, la mayoría sólo cuenta con primaria, en cuanto que en los hijos ya hay una transición a otros grados escolares, principalmente secundaria y preparatoria, aunque en menor proporción y sólo 5 (de 408 integrantes) han accedido a la formación universitaria de licenciatura representando 1.22%. Este factor es determinante para el tipo de actividades productivas que desarrollen los habitantes, pues si bien es cierto que una mayor instrucción no garantiza una mejor calidad de vida, sí puede influir en ésta por el acceso a otras fuentes de empleo alternativas tanto en la región como en otras zonas aledañas, lo que obliga en muchos casos a continuar con la *tradición familiar ocupacional* pero que asimismo influye de manera determinante en las actitudes, aptitudes y capacidades para concretar proyectos productivos alternos.

En cuanto a la calidad de vida, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se entiende como “la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive, en relación con sus objetivos, expectativas, normas e inquietudes. Ello implica que la calidad de vida es un concepto multidimensional que no sólo tiene que ver con el estilo de vida, el tipo de vivienda en que se habita, la posibilidad de tener una educación formal, o un empleo remunerado y que permita hacer frente a las necesidades familiares, es así que la calidad de vida se “conceptualiza de acuerdo con un sistema de valores, estándares o perspectivas que varían de persona a persona, de grupo a grupo y de lugar a lugar; así, la calidad de vida consiste en la sensación de bienestar que puede ser experimentada por las personas y que representa la suma de sensaciones subjetivas y personales del ‘sentirse bien’”. (Velarde y Ávila, 2002: 19).

Con base en la información obtenida, es posible considerar que la calidad de vida de los habitantes encuestados es baja en general, con viviendas deficientes, pocas habitaciones y materiales poco resistentes y de alto riesgo, alto grado de hacinamiento, condiciones insalubres de convivencia con los animales que pueden generar zoonosis donde las actividades recreativas son pocas ya, que salvo la televisión y la práctica esporádica de algún deporte, no ese realizan actividades de esparcimiento y recreación para los pobladores. Los habitantes no están conformes con lo que tienen, pero de alguna forma tampoco hacen algo para transformar sus propias circunstancias: atrapados en un círculo donde la pobreza, marginación y supervivencia les genera una sensación de abandono, pero a la vez de conformidad, no ven en el apoyo mutuo, en el trabajo colectivo, una posibilidad de construir nuevos horizontes de sentido, exhibiendo más bien un individualismo exacerbado que ha impactado negativamente la construcción de un capital social.

En cuanto a la calidad de vida, sin ser una comunidad que se considere en pobreza extrema salvo contadas excepciones en general, los ingresos cubren mínimamente las necesidades familiares, en parte por la percepción reducida que tienen, pero también por el hecho de ser familias de integrantes

de 5 y 7 en promedio. La falta de fuentes de empleo asociada a la instrucción baja y condicionada por el ingreso familiar ha llevado a que los habitantes sobreexploten los recursos naturales. Es aquí precisamente donde encontramos el punto mayor de contraste y de referencia que nos permite no sólo inferir, sino afirmar que en esta comunidad no hay una lógica de aprovechamiento que esté garantizando la conservación de los recursos, pues los usos y costumbres mediados por la racionalidad instrumental llevan paulatinamente al agotamiento e incluso desaparición de algunos de éstos.

El contraste está precisamente en el hecho de que a través de esta aproximación pudo constatar que como resultado de las prácticas que tradicionalmente se siguen en la comunidad existe una riqueza alta en el conocimiento sobre las potencialidades de los recursos naturales que están presentes en la zona, mismo que ha sido transmitido de generación en generación en proceso para socializar que deviene de la experiencia; conocimiento que ha permitido que los pobladores identifiquen para el autoconsumo y para la venta una gran variedad de plantas y recursos naturales (corteza de árboles, inflorescencias, raíces, tubérculos) medicinales; cuentan con el conocimiento para identificar y diferenciar los hongos comestibles de los venenosos y la tierra de la piedra pómez, conocen sobre plantas comestibles que crecen de manera silvestre, la utilización que se le puede dar a la resina de los árboles, el polen de muchas plantas como fortificante, la *tierra de hoja* –que en realidad es la hojarasca en grado alto de descomposición con contenido alto de humus– recolectan para el cultivo de plantas de ornato, así como la colecta de arbustos para fabricar escobas de varas, leña, la obtención de madera, heno, musgo, la fabricación de carbón, etcétera.

Este conocimiento ha sido tradicionalmente, como parte de los usos y costumbres de la población, empleado para satisfacer sus necesidades ya sea porque lo dirijan al autoconsumo o bien porque la recolecta de estos recursos está destinada a la venta de la cual obtienen ingresos para su subsistencia. Los recursos, aunque reconocidos constantemente, ya no son tan abundantes como en el pasado inclusive hay recursos que han dejado de existir, por ejemplo algunas variedades de hongos, animales como el conejo, armadillo, tuza, víbora

de cascabel, etcétera, que se cazaban para consumirlos. Cuando se les cuestiona a los pobladores sobre la conservación pareciera que creen que los recursos son inagotables a pesar de lo anterior.

En particular, cuando se les pidió opinión a los pobladores respecto a la vigilancia y las sanciones que se han impuesto para impedir la tala de árboles para la venta de madera, la fabricación de carbón o la colecta de leña, consideran que es “injusto que el gobierno haga eso porque entonces de qué van a vivir”, señalando además que “éstos están ahí, y si no se utilizan se echan a perder y ya nadie sale beneficiado”. Aun cuando están reconociendo implícita y explícitamente los efectos que ha tenido esta actividad, siguen haciéndolo. Generan estrategias alternas para continuar con la explotación: “hay veces que cuando se van las camionetas de la forestal, aunque estemos toda la noche subimos por la madera, pues sólo así tenemos centavos para comer”.

CONCLUSIONES

Los hallazgos derivados de la aproximación preliminar hecha en la comunidad de San Pedro Nexapa, municipio de Amecameca, Estado de México, evidencia que hay una racionalidad instrumental que está determinando la forma en que sus habitantes conocen y emplean los recursos naturales disponibles, así como la forma en que emplean el conocimiento heredado tradicionalmente sobre la naturaleza. Tal como hemos referido, esta racionalidad hace que se considere que la naturaleza y sus recursos están para ser utilizados (la naturaleza como medio) que deviene en perversión, pues aun cuando reconozcan los efectos que tienen sus prácticas continúan realizándolas generando un grave deterioro ambiental.

El hecho de que este tipo de racionalidad sea determinante no sólo para la utilización de los recursos, sino para las formas de convivencia social (hay exclusión y competencia), nos lleva a afirmar que dada la idiosincrasia y especificidad cultural de las comunidades, los usos y costumbres que tradicionalmente le caracterizan no

son garante para el aprovechamiento y conservación de los recursos, de lo cual se infiere la dificultad para potenciar estrategias de intervención que incentiven el desarrollo sustentable, lo cual no sólo tiene que ver con el impulso de una lógica proclive a la utilización regulada de los recursos naturales, sino con generar un cambio cultural radical, mismo que sin sacrificar los elementos identitarios propios de la comunidad les lleve a perfilar la posibilidad de construir *colectivamente* alternativas desde las cuales sea posible la emergencia de nuevas formas de subsistencia que garanticen la conservación de los recursos e impulsen el desarrollo desde lo local. Esto implica abandonar esta racionalidad instrumental para dejar de percibir a la naturaleza como un medio, para entenderla como una condición *sine qua non* de la propia comunidad considerando que el tránsito hacia la sustentabilidad supone la apertura hacia una alternativa orientada a desmontar la racionalidad instrumental y económica imperante que funciona sobre la base de una explotación irresponsable de los servicios ambientales y el riesgo ecológico para construir una racionalidad ambiental responsable fundada sobre diversos saberes y culturas como una alternativa a las tendencias dominantes en este mundo globalizado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Lizeth Juventina Salazar Paredes y Anthony Pérez Balcázar pasantes de la Licenciatura de Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM-Amecameca, así como a Graciela Sánchez Ortíz, María Guadalupe Pérez Burgos y Marisol Villanueva Sánchez por su apoyo en el levantamiento para recabar información.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiappe Hernández, M. (2008), “Indicadores sociales para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción familiares intensivos”, I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos, Sostenibilidad e Indicadores, Almería, 14-15 de julio de 2008, http://www.eulacias.org/.../indicadores_sociales_para_evaluacion_sustentabilidad_uy.pdf.
- Horkheimer, Max (1995), “Los comienzos de la filosofía burguesa”, *Historia, metafísica y escepticismo*, Barcelona, Altaza.
- Hoyos, Vásquez Guillermo y G. Vargas Guillén (1996), *La teoría de la acción comunicativa como nuevo paradigma de investigación en ciencias sociales: las ciencias de la discusión*, Colombia, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2005), II Censo de población y vivienda 2005, México, www.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/AbrirArchivo.aspx?upc.
- Leef, Enrique (2004), *Racionalidad ambiental. La apropiación social de la naturaleza*, México, Siglo xx.
- Masera, O. et al. (1999), *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*, México, Mundi-Prensa/GIRA/UNAM.
- Meza Cascante, Luis Gerardo (2003), “El paradigma positivista y la concepción dialéctica del conocimiento”, Costa Rica, Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico, <http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/ContribucionesV4n22003/meza/pag1.html>.
- Monografía municipal (2010), Municipio de Amecameca de Juárez, Estado de México, México, <http://www.amecameca.gob.mx/web/htm/turismo/monografia/fisico.html>.
- Stockle, C. et al. (1994), “A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems”, *American journal of alternative agriculture*, vol. 9, núm. 1-2, pp. 45-48.
- Velarde, Jurado Elizabeth y C. Ávila Figueroa (2002), “Evaluación de la calidad de vida”, *Salud pública*, vol.44, núm. 4, julio/agosto.
- World Health Organization (1997), *Measuring quality of life*.

USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DE LA LAGUNA DE SAN MIGUEL ALMAYA, CAPULHUAC, MÉXICO. DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS

Alejandro Rafael Alvarado Granados¹

Elizabeth Díaz Cuenca¹

Adriana Guadalupe Guerrero Peñuelas¹

INTRODUCCIÓN

Los resultados del trabajo que aquí se presentan forman la primera etapa de un proyecto de investigación aplicada que tiene como finalidad establecer los estudios técnicos para el saneamiento de la laguna de Almaya en el municipio de Capulhuac, Estado de México. En esta etapa inicial se define el área de influencia de la laguna y se caracteriza a los usuarios del agua en esa zona por el efecto que tienen en el estado del cuerpo del agua. Dicho saneamiento es a su vez una condición necesaria para establecer un ambicioso proyecto de desarrollo local sustentable que partió de la iniciativa de las autoridades de la Delegación Municipal y de los integrantes del Comisariado de Bienes Comunales quienes convocaron la participación de la Universidad Autónoma del Estado de México a través de las facultades de Planeación Urbana y Regional y de Turismo y Gastronomía.

¹ Facultad de Planeación Urbana y Regional. Cuerpo Académico de Desarrollo Ambiental y Procesos de Configuración Territorial, UAEM. Correos electrónicos: Alejandro Rafael Alvarado Granados: alex04_bum@hotmail.com, Elizabeth Díaz Cuenca: ediazc@uaemex.mx, Adriana Guadalupe Guerrero Peñuelas: adris_gp@hotmail.com.

En tal sentido, el proyecto de saneamiento de la laguna de San Miguel Almaya es parte de un proyecto de desarrollo que tiene carácter autogestivo, a partir de la tradición de la población local que está organizada en torno a estas autoridades que designan los representados y con carácter honorario y reconocimiento popular.

ANTECEDENTES

La laguna de San Miguel Almaya es un recurso natural de valor alto para la población local debido a que históricamente ha tomado un papel importante como centro de convivencia y fuente de alimento ayudando a la economía doméstica. Actualmente es también el centro de un proyecto de desarrollo turístico que pretende ser el motor de la economía local con beneficios directos para los comuneros del lugar que son los dueños de la tierra, los beneficiarios del cuerpo de agua, a la vez de ser los poseedores de la mano de obra que demanda la generación de riqueza.

La intención de aprovechar este cuerpo de agua con fines turísticos tiene su origen desde 2002, aunque ha pasado por un *impasse* superado por las autoridades de la Delegación Municipal y el Comisariado de los Bienes Comunales quienes desde finales de 2009 retomaron el proyecto realizado para adecuarlo a las condiciones actuales como un motor para el desarrollo local. Para tal finalidad, se conformó el Comité Técnico a partir del consenso de las autoridades delegacionales y comunales que está encargado de adecuar el proyecto turístico, el cual acordó que tendrá un claro beneficio social y económico. Para ello deberá ser sustentable, lo que implica usar recursos naturales disponibles atendiendo a los procesos de la naturaleza y los flujos de materia y energía de los ecosistemas y los tecnosistemas de la localidad, base material para el proyecto mencionado de desarrollo, pero también lo son para contribuir en la calidad de vida de la población local que se pretende beneficiar con el proyecto.

En tal sentido, la laguna de San Miguel Almaya es un recurso natural de gran importancia como parte del paisaje escénico que se complementa con el

ecosistema de bosque templado y los sistemas agrícolas y urbano dando lugar al paisaje local, un elemento central para la puesta en marcha del proyecto de desarrollo que contempla una serie de subproyectos e incluye saneamiento del agua, acuacultura, producción hortícola, ciclismo de montaña, tradición oral, hospedaje rural, imagen urbana, luz y sonido en torno a La Tlanchana que es un personaje lacustre de la mitología local, granjas didácticas, miradores y un parque turístico.

En este marco de desarrollo, la calidad del agua de la laguna es de gran importancia porque desencadena distintas sinergias en términos de producción acuícola, recreación, salud de la población y de los visitantes; toda vez que contar con agua limpia y en cantidad suficiente es una condición indispensable para mantener distintas especies de peces, practicar la pesca deportiva, realizar actividades acuáticas e influir en el estado de ánimo de quienes observan un paisaje lacustre o evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y dermatológicas principalmente.

Un bioindicador de la calidad del agua en cuerpos de agua es el estado de la flora acuática. En la laguna de San Miguel Almaya abunda la presencia de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) que cubre casi la mitad de la superficie del cuerpo de agua, a pesar de que durante la década de los noventa se realizó la limpieza dentro del cuerpo de agua, pero luego de su extracción, en poco más de una década, se encuentra de nuevo cubriéndose por esta plaga. Lo anterior habla de un exceso de nutrientes en el agua que favorece la expansión de esta comunidad vegetal en la laguna.

El origen de los nutrientes que contiene el agua de la laguna es por las actividades humanas que se desarrollan en su zona de captación, por lo que la extracción de las malezas acuáticas en la laguna es una práctica que resuelve en lo inmediato, pero la plaga se fertiliza y extiende. Por ello, la atención de este problema desde sus orígenes inicia con la identificación de las actividades humanas que usan el agua, así como la manera en que se usa y desecha el líquido que llega a la laguna.

De este modo, el concepto de cuenca hidrológica es de utilidad para definir el área de estudio o superficie que conduce el agua de lluvia hasta la laguna teniendo

presente las zonas de alimentación del acuífero que aporta directamente al cuerpo de agua a través de los manantiales de la laguna.

OBJETIVOS

Ante el problema de contaminación descrito que reduce las expectativas del proyecto turístico de San Miguel Almaya, en este documento se pretende caracterizar los usos del agua en la zona de captación de la laguna y enunciar alternativas de solución a los problemas identificados durante el proceso, para ello es necesario:

- Identificar a los distintos usuarios del agua en la zona de captación de la laguna de San Miguel Almaya, Capulhuac, Estado de México.
- Conocer las formas en que se aprovecha el líquido.
- Identificar las fuentes de contaminación que promueven la presencia de nutrientes en el agua de la laguna.
- Plantear alternativas técnicas como parte del saneamiento de este cuerpo de agua.

METODOLOGÍA

Para el logro de los objetivos mencionados aplicamos los métodos: descriptivo, analítico, sintético y comparativo para la generación y manejo de la información; se llevó a cabo a través de la consulta de mapas, estadísticas y textos sobre la zona de estudio, pero también fue de suma importancia el trabajo de campo para la verificación de datos documentales y el levantamiento de información a través de la observación y las entrevistas con informantes claves y con la población en general.

Primeramente el procedimiento seguido fue definir la cuenca hidrológica de la laguna de Almaya, que es la superficie que recibe agua a partir de la lluvia y los

alumbramientos que afloran del subsuelo y que se incorporan a los caudales que corren a través de los arroyos superficiales que conforman la red hidrográfica de la cuenca.

Una vez definida el área de estudio, fue necesario caracterizarla desde la perspectiva biofísica y de su población; ésta última como el componente socioeconómico que interviene en los procesos del ciclo hidrológico dentro de la cuenca sobre todo en el escurrimiento y la infiltración que tienen redundancia en el cuerpo de agua que es objeto de estudio.

Como parte de la caracterización destacan los aprovechamientos de agua y la manera en que se realizan las actividades económicas que usan este recurso natural y las formas en que se reincorporan a los procesos de la naturaleza para entender las causas del deterioro de la calidad y fertilización de la laguna para favorecer la maleza acuática.

Cuando se entendieron las causas del problema de incorporación de nutrientes al agua, fue necesario plantear alternativas para atender el problema a partir de las acciones que lo generan para realizar la evaluación técnica, económica y social, de las propuestas emitidas en la siguiente etapa de investigación con la finalidad de su difusión con los actores sociales a quienes están dirigidas y, en dado caso, su instrumentación posterior; todo ello de manera conjunta con las autoridades locales y la población.

RESULTADOS

San Miguel Almaya se encuentra hacia el poniente del Estado de México, dentro del valle de Toluca, en el municipio de Capulhuac, a 28 kilómetros en línea recta al sureste de la capital estatal, con una altitud próxima a 2 700 msnm, donde se desvanece la vertiente occidental de la sierra de Las Cruces, poco arriba de la segunda ciénaga de Lerma llamada de Tultepec que se encuentra en una altitud próxima a 2 580 msnm en la parte más baja del valle donde drena, entre otros, la zona de San Miguel Almaya de manera natural a través de un arroyo identificado como Almaya.

Por su fisiografía, como todo el Valle de Toluca, la laguna de Almaya y su zona de captación pertenecen a la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal, subprovincia: Lagos y Volcanes de Anáhuac con un sistema de topofomas definido como Sierra volcánica de estrato-volcanes o estrato-volcanes aislados (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2001).

La formación volcánica de la zona se manifiesta por la presencia del volcán Quilotzin que limita la laguna de Almaya hacia el poniente, mientras que en el norte y noroeste existe un derrame basáltico del mismo volcán que la población local llama *El Pedregal*, mismo que conserva su vegetación original de bosque de encinos en cuyo extremo oriental se encuentra el volcán Texontep, pero también se encuentran otros volcanes en la zona de captación de la laguna: Pehualtepec, Las Ratas, Tecontó y los Volcanes Cuates.

Por su localización en el Valle de Toluca, la laguna de Almaya y su zona de captación forman parte del Curso Alto de la Cuenca Alta del Río Lerma (Gobierno del Estado de México [GEM], 1993) y, por lo tanto, sus aguas contribuyen en la formación del río mencionado. La laguna cuenta con una superficie de 20 hectáreas, cubiertas por malezas acuáticas en casi 50% en una zona donde las aves ayudan en la difusión del material vegetativo; a través de semillas, a ésta y a la fertilización del cuerpo de agua se tienen condiciones óptimas para el crecimiento de los vegetales acuáticos.

Es importante destacar que en su condición original la laguna de Almaya era cerrada superficialmente y, además de la evaporación, sólo tenía una salida natural a través del Resumidero que es el espacio que dejan las rocas del derrame basáltico al noroeste del cuerpo de agua y permite la salida del líquido que viaja hacia el poniente de manera subterránea en el sentido general de la pendiente. El alumbramiento de esta corriente es a través de un manantial en la localidad de San Nicolás Tlazala, donde encuentra su salida natural a un costado del Acueducto Lerma para su derrame posterior en la ciénaga de Tultepec.

Sin embargo, con el paso del tiempo, la laguna fue modificada y actualmente cuenta con una salida artificial hacia el sur del cuerpo de agua, la cual es manejada a través de compuertas en un canal a contrapendiente que descarga al arroyo

Almaya, pero únicamente cuando el nivel del agua de la laguna alcanza un tope que permite el flujo del agua por gravedad al superar el pequeño parteaguas, casi imperceptible, que en el fondo del canal de descarga reduce la altura del parteaguas por la parte sur de la cuenca de la laguna.

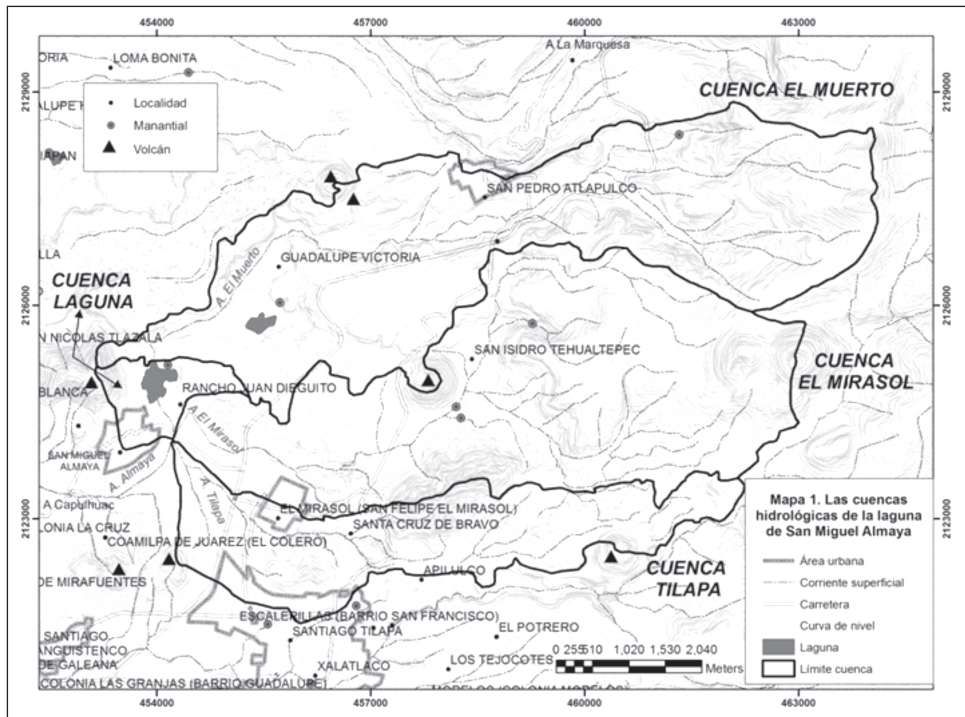
En relación con sus afluentes, la laguna se alimenta directamente del agua de los manantiales localizados en su orilla oriental y que son resultado de la infiltración por parte del agua de lluvia que precipita en la sierra de Las Cruces; dichos manantiales también son la fuente de suministro para la distribución de agua entubada para la población de San Miguel Almaya. De manera superficial, la laguna también recibe los aportes del arroyo El Muerto cuya cuenca de captación es de 2 121 ha, donde se encuentra una laguna pequeña en Guadalupe Victoria que incorpora su efluente al arroyo El Muerto y aguas abajo ingresa su caudal a la laguna de Almaya por el norte del cuerpo de agua a través de un cauce rectificado en su parte final.

Hay que destacar que originalmente la laguna recibía los aportes superficiales de otras dos corrientes que también descienden de la sierra de Las Cruces al sur del arroyo El Muerto. Dichas corrientes superficiales no registran nombre, pero por las localidades de procedencia se denominan los arroyos El Mirasol y Tilapa cuyos pequeños cauces, al igual que en el arroyo El Muerto, fueron rectificados y canalizados, pero en estos casos sobre una planicie arenosa hacia el arroyo Almaya que es el drenaje natural de la zona por el sur de la localidad del mismo nombre hasta la ciénaga de Tultepec.

El cuerpo de agua de interés también recibe aportaciones a través de la cuenca de La Laguna que es la superficie conformada por la ladera del volcán El Quilótzí y una franja perimetral alrededor de la laguna. Es importante resaltar que dicha cuenca de la laguna fue cartografiada con la precisión que ofrece la carta topográfica de escala 1:50 000 del INEGI, donde la equidistancia entre curvas de nivel es de 10 m; sin embargo, la diferencia de altitud entre la laguna de San Miguel Almaya y su parteaguas hacia el sur y sureste no alcanza esa magnitud, por lo que el límite de la cuenca mencionada se trazó con la aproximación que permite la cartografía usada. La definición de las cuencas y su contexto topográfico se puede apreciar en el mapa 1.

Mapa 1

LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA LAGUNA DE SAN MIGUEL ALMAYA



Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (1999).

A partir de esta conformación de cuencas que aportan agua superficial de manera directa o indirecta a la laguna de Almaya, se definió la zona de estudio como la superficie comprendida por las cuatro cuencas mencionadas tomando en consideración que por las transformaciones al régimen de entradas y salidas de la laguna los arroyos El Mirasol y Tilapa sólo aportan líquido cuando su caudal excede la capacidad de sus cauces.

Una característica fundamental de estas cuencas es su magnitud que varía como se menciona en el cuadro 1.

Cuadro 1
 SUPERFICIE DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS
 DE LA LAGUNA DE SAN MIGUEL ALMAYA

<i>Tamaño de cuencas</i>	<i>Hectáreas</i>	<i>%</i>
El Muerto	2 121	41.2
El Mirasol	1 987	38.6
Tilapa	883	17.2
La Laguna	152	3.0
Total	5 143	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (1999).

Cabe reiterar la importancia de la cuenca del arroyo El Muerto como la más importante por su magnitud y acceso directo a la laguna, así como la cuenca La Laguna que tiene el contacto perimetral y directo con el cuerpo de agua.

El origen del agua, tanto de los cauces superficiales como de la que procede de los manantiales con uso principalmente para el abastecimiento de la población, es la lluvia que precipita en las cuencas, la cual aumenta conforme lo hace también la altitud, de tal manera que en la zona de estudio se identificaron dos estaciones meteorológicas representativas de las partes baja y alta de la zona de estudio: Santiago Tianguistenco (00015113) y San Pedro Atlapulco (00015242) con altitudes de 2 630 msnm, y 2 995 msnm, respectivamente.

Es necesario mencionar que la estación de Santiago Tianguistenco está fuera de la zona de estudio, pero sí está muy próxima y con altitud similar a la de San Miguel Almaya por lo que se consideró representativa de la parte baja toda vez que los fenómenos meteorológicos no responden a parteaguas ni a divisiones administrativas; en tal sentido, los valores de precipitación pluvial registrados en cada una de las estaciones meteorológicas son de 888.2 mm y 1 056.9 mm anuales respectivamente (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], s. f.).

Una característica del régimen de precipitación en las estaciones analizadas es que se concentran durante el semestre de mayo a octubre cuando prácticamente

llueve 90% del total anual, lo que hace a la región abundante en agua, pero no durante todo el año, y promueve por lo tanto que los escurrimientos superficiales también sean temporales, con excepción de aquellos que se alimentan por manantiales.

Los manantiales en la zona de estudio como en toda la vertiente de la sierra de Las Cruces son relativamente abundantes, y en esta porción oriental del Valle de Toluca fueron símbolo del origen del río Lerma hasta antes de la construcción del Acueducto Lerma que aprovecha las aguas del subsuelo de la región al pie de esta cadena montañosa. La existencia de estos manantiales se explica básicamente por dos circunstancias: la cantidad de lluvia que precipita, cercana a un metro anual, y las características de las formaciones geológicas que han formado estratos de materiales impermeables y permeables que favorecen el paso del agua por el subsuelo, de tal manera que el INEGI (2000) estableció para la zona de estudio un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20 por ciento.

Lo anterior significa que del total de agua que precipita sólo escurre superficialmente entre 10 y 20%, lo que equivale a un volumen de escurrimiento entre 269 540 m² y 539 080 m³ anuales en la zona de influencia de la estación Tianguistenco que tiene un área de influencia de 303.5 ha, una altitud menor a 2 700 msnm dentro de la zona de estudio, mientras que el volumen anual de escurrimiento que se genera en la zona de influencia de la estación de San Pedro Atlapulco que son 4 840 ha del área de estudio por encima de los 2 700 msnm, oscila entre 5 115 334 m³ y 10 230 667 m³ anuales.

Esta cantidad de agua que precipita y escurre de manera superficial prácticamente no se ocupa y sólo sirve como *agua de empuje* para trasladar los efluentes domésticos hasta la ciénaga de Tultepec que es el destino final de las aguas que bajan de esta porción de la sierra de Las Cruces toda vez que el agua que se traslada superficialmente a través de arroyos; por lo general no tiene uso en el Valle de Toluca ni en otros lugares del país.

En materia de suelo, la zona de estudio tiene predominancia de suelos andosol derivados de las cenizas volcánicas recientes, lo cual se vincula con la abundancia de estas estructuras geológicas en la región. Dichos suelos son de alta susceptibilidad a la erosión sobre todo en las laderas donde predominan, pero

con la cubierta boscosa que los cubre se mantiene en su sitio con el potencial productivo que se le asocia y posibilita llevar a cabo sin deterioro del recurso, las actividades forestales y silvícolas en las que los ritmos de producción biológica no superen a los de su extracción.

A partir de la abundancia de andosoles en las laderas montañosas, en las pequeñas planicies intermontanas, existen procesos edafogénicos distintos que han dado lugar a la presencia de unidades edáficas con mayores oportunidades para el uso agrícola con cultivos anuales y de escarda, donde los procesos no son de erosión, sino de sedimentación que al evolucionar el suelo tiende hacia la formación de feozem y vertisoles incipientes.

En estas últimas condiciones edáficas, y en algunas laderas con menor pendiente, se están llevando a cabo actividades agrícolas principalmente con cultivos de gramíneas como el maíz, la avena y la cebada. En la zona de estudio no se percibe la erosión como un problema para el aprovechamiento del suelo donde sigue el predominio del bosque.

Por consiguiente, esta cubierta vegetal está conformada por comunidades de latifoliadas y coníferas con nivel de asociación mayor o menor entre ellas. Dentro de la primera comunidad destaca el bosque de encinos, mientras que las coníferas están representadas por distintas especies de pinos y oyamel que son las especies nativas en la región templada del centro de México.

La combinación de las formaciones geológicas, las precipitaciones pluviales, el suelo y la vegetación de la zona de estudio y en general en la vertiente occidental de la sierra de Las Cruces hacen de esta región natural un importante reservorio de agua subterránea, pero que es aprovechada (Comisión Nacional del Agua [CNA], 2010) por las extracciones del Acueducto Lerma, y otros aprovechamientos de carácter local.

Bajo esta perspectiva, las actividades humanas que usan el agua dentro de la zona de estudio tienen relación con la calidad de la misma y por lo tanto los procesos que siguen dichas actividades son de interés para el saneamiento del agua, toda vez que según los residuos que persisten en el agua desechada por estas actividades regresa a los cauces naturales de la cuenca de captación y tienen como destino a la laguna de San Miguel Almaya.

En la zona de estudio se identificaron usos del agua en los siguientes espacios y actividades: viviendas, agricultura y actividades fabriles, de donde destaca una empresa dedicada al tratamiento de residuos peligrosos por incineración y una fábrica de champiñones. Otros usos del agua como el recreativo y el de acuacultura se presentan en el cuerpo de agua a partir de la calidad del líquido disponible.

De los usos mencionados del agua el más relevante es el doméstico por su cuantía y trascendencia. En tal sentido, la población que ocupó la zona de captación de la laguna y descargó sus aguas residuales durante 2005 ascendió a 4 244 habitantes (INEGI, 2006) distribuidos como se menciona en el cuadro 2.

Cuadro 2

LOCALIDADES Y POBLACIÓN EN LAS CUENCAS DE LA LAGUNA DE SAN MIGUEL ALMAYA

Localidad	Municipio	Cuenca	Población total	Población que descarga a la cuenca	
				Habitantes	%
San Miguel Almaya	Capulhuac	Laguna	4 558	0 ⁽¹⁾	0
Rancho Juan Dieguito	Capulhuac	Laguna	92	92 ⁽²⁾	1.16
Guadalupe Victoria	Ocoyoacac	El Muerto	652	652 ⁽²⁾	8.24
San Pedro Atlapulco	Ocoyoacac	El Muerto	3 662	1 831 ⁽³⁾	23.14
El Mirasol	Capulhuac	El Mirasol	1 761	1 761 ⁽²⁾	22.26
San Isidro Tehualtepec	Ocoyoacac	El Mirasol	135	135 ⁽²⁾	1.71
Santa Cruz de Bravo	Tiangustenco	Tilapa	743	743 ⁽²⁾	9.39
Santiago Tilapa (1)	Tiangustenco	Tilapa	8 989	2 697 ⁽⁴⁾	34.09
TOTAL			19 622	4 244	100.0

Notas:

⁽¹⁾ Cantidad no calculada, pero es poco representativa por el sentido de la red de drenaje.

⁽²⁾ Toda la población en la zona de captación de la laguna.

⁽³⁾ Por interpretación de imagen, se calcula 70% de la población en la zona de captación; el resto descarga en la cuenca del arroyo México al norte de la zona de estudio.

⁽⁴⁾ Por interpretación de imagen, se calcula 30% de la población en la zona de captación, el resto descarga en la cuenca del arroyo Xalatlaco al sur de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2006), IGCEM (2000) e INEGI (1999).

Destaca del cuadro 1 que la mayor cantidad de población que descarga en la zona de captación de la laguna se encuentra en el arroyo Tilapa con 43.60% del total de habitantes de las cuatro cuencas. Aquí es importante destacar la nota (1) del cuadro, toda vez que alrededor de la mitad de la población de San Miguel Almaya se encuentra en la zona de captación, pero no descarga a la laguna sino al sistema de drenaje local que conduce las aguas residuales fuera de la zona de estudio. Por ello, se calcula que únicamente 1% de la población descarga hacia la cuenca de la laguna.

También es importante resaltar que la cuenca El Muerto participa con cerca de una tercera parte de los drenajes de la zona de captación, y lo hace de manera directa porque su arroyo principal desemboca directamente en la laguna. La otras dos terceras partes de la generación de aguas residuales domésticas provienen de las cuencas El Mirasol y Tilapa, pero con las desviaciones comentadas su contribución se reduce, aunque es importante tenerlo presente en caso de desbordamiento de estas corrientes impulsado por las avenidas de la temporada lluviosa.

Todas las localidades enlistadas en el cuadro 1 cuentan con servicio de drenaje (INEGI, 2006), mismo que cubre en promedio 93.8% de la población servida, con variaciones que oscilan entre 63.6% en San Isidro Tehualtepec, que es una comunidad pequeña, y 95.7% en Santiago Tilapa; sin embargo, no todos los efluentes de los sistemas de alcantarillado municipal descargan dentro de las cuencas de la laguna de interés. Así es el caso de las localidades de San Miguel Almaya, Santiago Tilapa y San Pedro Atlapulco.

Entre otras características de la población que habita en las localidades de las cuencas y que fue reportada por INEGI (2006) destacan los siguientes valores promediados entre las localidades de la zona de estudio, así como los datos extremos de la siguiente manera:

- Todas las localidades mantienen equilibrio entre hombres y mujeres con un promedio de 50.8% de mujeres. En los casos extremos están Rancho Juan Dieguito con 46.7% y San Pedro Atlapulco con 52.2 % de mujeres respectivamente.

- La relación de dependencia, que es un indicador que vincula a la cantidad de dependientes económicos (menores de 15 años y mayores de 60) por cada habitante en edad productiva, muestra un valor promedio de 0.634, con extremos en San Pedro Atlapulco (0.590) y Santa Cruz de Bravo (0.773), lo que significa que en promedio, y en condiciones de empleo pleno, viven 1.6 por cada habitante que trabaje.
- El grado de analfabetismo promedio es de 5.7%, pero en San Isidro Tehualtepec llega a 14.5%, mientras que en Rancho Juan Dieguito es de 3.6 por ciento.
- Las viviendas con piso de tierra representa 8.0%, con variaciones desde 2.6% en San Miguel Almaya hasta 28.6% en Santa Cruz de Bravo.
- La presencia de excusados o sanitarios en las viviendas es en promedio 93.5%, con amplias variaciones de 100% en Rancho Juan Dieguito y 57.6% en San Isidro Tehualtepec.
- El servicio de energía eléctrica tiene una cobertura promedio de 97.7%, con extremos entre 100% en Rancho Juan Dieguito y 96.5% en Guadalupe Victoria.
- Entre el equipo que poseen las viviendas, la televisión forma 93.2%, en promedio, pero en San Isidro Tehualtepec 75.8% de las viviendas cuenta con este electrodoméstico y en San Pedro Atlapulco 94.2 por ciento.
- El refrigerador está registrado en 53.3% de las viviendas en promedio y los valores extremos están en Santa Cruz de Bravo con 32.1% de las viviendas y San Miguel Almaya con 57.2 por ciento.
- En promedio, la lavadora está presente en 46.8% de las viviendas totales, pero sólo está presente en 20.0% de las viviendas de Rancho Juan Dieguito y en 54.4% de las existentes en San Pedro Atlapulco.
- Finalmente, el equipo de cómputo está en 10.8% de las viviendas de la zona de estudio, pero ausente en San Isidro Tehualtepec y Rancho Juan Dieguito y en un máximo de 12.7% de las viviendas de San Miguel Almaya.

Por otra parte, desde la perspectiva de la contaminación del agua en la zona de estudio destaca que todas las localidades cuentan con redes de alcantarillado sin

tratamiento de sus efluentes, por lo que se calculó de acuerdo con Weitzenfeld (1989), la cantidad de contaminantes emitidos por la población que descarga a la cuenca respecto a los siguientes indicadores: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos (SS), nitrógeno (N) y fósforo (P) a través de un modelo que toma en cuenta cargas contaminantes unitarias de donde resultaron los datos expresados en el cuadro 3.

Cuadro 3

CÁLCULO DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

Localidad	Población que descarga en la cuenca (habitantes)	Volumen desechado (miles m ³ /año)	Emisión de contaminantes (ton/año)				
			DBO	DQO	SS	N	P
Rancho Juan Dieguito	92	5.0	1.8	4.0	1.8	0.3	0.04
Guadalupe Victoria	652	35.7	12.8	28.7	13.0	2.2	0.3
San Pedro Atlapulco	1 831	100.2	36.1	80.6	36.6	6.0	0.7
El Mirasol	1 761	96.4	34.7	77.5	35.2	5.8	0.7
San Isidro Tehualtepec	135	7.4	2.7	5.9	2.7	0.4	0.1
Santa Cruz de Bravo	743	40.7	14.6	32.7	14.9	2.5	0.3
Santiago Tilapa	2 697	147.7	53.1	118.7	53.9	8.9	1.1
Total	7 911	433.1	155.8	348.1	158.2	26.1	3.2

Fuente. Elaboración propia con base en Weitzenfeld (1989) y el INEGI (2006).

Del cuadro 3 destaca que la carga contaminante mayor es por la demanda química de oxígeno, lo que se traduce en presencia de materiales que requieren oxidarse para su degradación. De ellos destaca la materia orgánica calculada a través de la DBO con menos de la mitad de la demanda de oxígeno. En términos de los aportes por asentamiento humano, es relevante que las contribuciones de contaminantes mayores proceden de Santiago Tilapa, seguido por San Pedro Atlapulco, pero esta última localidad es más trascendente para la laguna de

San Miguel Almaya porque está en la cuenca del arroyo El Muerto que sí tiene descarga directa a la laguna.

Por otra parte, al pasar este arroyo por Guadalupe Victoria sufre derivaciones para regar las milpas ubicadas en sus riberas durante el periodo de primavera, que es época de estiaje, con temperaturas ascendentes y las parcelas ya se encuentran sembradas; cuando es posible los productores agrícolas aplican el sistema denominado *punta de riego* en el que se utiliza agua disponible para este fin mientras se establece el temporal.

De esta manera se usa el agua para riego en la región y sólo se trata de algunas hectáreas porque la tierra agrícola no es abundante y el caudal del arroyo en esa temporada tampoco es amplio, aunque se trata de aguas residuales domésticas, principalmente de San Pedro Atlapulco, combinadas con las que proceden de los manantiales del Valle del Potrero, que es la última de las planicies intermontanas de la Sierra de Las Cruces cubiertas por pastizal inducido y son mejor conocidas como La Marquesa.

El efecto que se tiene por este tipo de riego es que los contaminantes disueltos y suspendidos en el agua se difunden a través de las parcelas donde se incorporan al suelo para su posible transformación o infiltración en el subsuelo. En el primer caso con beneficios porque la carga orgánica es relativa como se observó en el cuadro 3, a la vez que estas aguas contienen sustancias fertilizantes como nitrógeno, fósforo y azolves que en el suelo son recursos productivos.

Dicha práctica agrícola tiene sinergias por la conversión de un problema de contaminación en una oportunidad para el desarrollo de la actividad siempre y cuando no se incorporen a estas aguas sustancias peligrosas que puedan afectar las tierras de cultivo.

Por el contrario, en el caso de la infiltración al subsuelo se crea un problema de contaminación del acuífero, toda vez que la vertiente oriental de la sierra de Las Cruces es una zona de recarga de acuíferos (Comisión Nacional de Agua-GTZ, 2004) donde se abastece el acueducto Lerma que distribuye su agua al Distrito Federal, pero también de este acuífero es la principal fuente de abastecimiento de agua para los habitantes del Valle de Toluca comenzando por el propio San

Miguel Almaya que surte su red de abastecimiento de agua para la población en los manantiales contiguos a la propia laguna.

El uso industrial del agua dentro de la cuenca no representa un problema aparente, porque los establecimientos para esta actividad son escasos, y que en el caso de la fábrica de champiñones genera malos olores a la atmósfera, pero en materia de agua la producción de este hongo saprófito requiere de alrededor de 21 litros por metro cuadrado de cultivo durante todo el proceso con riegos escasos y de poca cantidad por la susceptibilidad del cultivo a la pérdida (Fernández, s. f.); por lo tanto, al no presentarse excedentes de agua en este proceso tampoco existe emisión de agua residual, antes que ello ocurra el producto corre el riesgo de perderse, por lo que los propios productores están al tanto de no exceder la cantidad usada.

El otro establecimiento industrial identificado en la zona de estudio es la empresa Quimigal S.A. de C.V. dedicada al tratamiento de residuos peligrosos por incineración, según su registro ante la Semarnat (2001) que le permite operar. Por su parte, la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (Concamin) (2009) reporta que Quimigal S.A. de C.V. recupera los solventes orgánicos que usa la empresa automotriz General Motors, en su área de pintura; en tal sentido, no se identifican impactos al agua que emite esta empresa. En dado caso, podría existir preocupación por las emisiones a la atmósfera.

De acuerdo con lo anterior, destaca como principal problema de contaminación el retorno de las aguas residuales domésticas a los cauces de los ríos sin tratamiento previo que mitigue la emisión de sustancias que desencadenan resultados indeseables y limitan las posibilidades para su aprovechamiento aguas abajo. Este problema está en proceso de solución a partir de que se incorporó un sistema de drenaje separado, en el que circule por un ducto el agua residual para su tratamiento en San Nicolás Tlazala, previo a su descarga en la ciénaga de Tultepec a la vez que por el otro lo hagan las aguas pluviales hacia el mismo destino, pero sin los contaminantes domésticos.

Sin embargo, la cobertura del ducto de aguas residuales en las localidades de la zona de estudio no será total, según entrevista con un representante de

la empresa Consolidadora Tecnológica encargada de realizar los estudios para la construcción del drenaje separado en los municipios de Capulhuac, Tianguistenco y Xatlalaco que cubrirá 25 km de colector para los tres municipios. En consecuencia, las localidades de San Pedro Atlapulco, Guadalupe Victoria, e Isidro Tehualtepec no están contempladas en el proyecto de red de drenaje separados por motivos de lejanía y no gozarán del beneficio del sistema; tampoco se podrán conectar a este sistema de drenaje Rancho Juan Dieguito ni algunas viviendas próximas a la laguna de San Miguel Almaya; en este caso, por no existir suficiente pendiente desde las viviendas hasta el nivel del ducto de las aguas residuales.

Por lo anterior, las alternativas para atender el problema del manejo de aguas residuales en el caso de las localidades que no quedarán beneficiadas por el colector de aguas residuales, es posible el tratamiento *in situ* con pequeñas plantas de tratamiento y capacidad suficiente para absorber la expansión de esos asentamientos en corto plazo, y que se realicen las descargas a los cauces naturales para su aprovechamiento posterior en el riego agrícola y otros usos que contemplan el llenado del cuerpo de agua.

En relación con las viviendas de San Miguel Almaya, que no alcanzarán a conectarse a la red de aguas residuales y las del Rancho Juan Dieguito, se plantea como una primera aproximación presentar a los habitantes de las viviendas marginadas del drenaje separado tres alternativas técnicas no tradicionales: una para el tratamiento de las aguas residuales domésticas *in situ* en pequeña escala; así como dos más para el manejo de excretas humanas, dichas alternativas son:

- SUTRANE (Sistema Unitario de Tratamiento y Reúso de Agua, Nutrientes y Energía).
- Letrina seca abonera.
- Sirdoc (Sistema Integral de Reciclaje de Desechos Orgánicos).

Dichas alternativas serán evaluadas en un proyecto próximo desde la perspectiva social, técnica, económica y ambiental para su eventual aplicación en estos asentamientos humanos.

DISCUSIÓN

Es importante destacar que en la zona de estudio, como en gran parte del país, el aprovechamiento del agua superficial es para el arrastre de las aguas residuales, y cuando se usa es para el riego agrícola, que en el caso que nos ocupa tiene implicaciones no sólo por la sanidad de los productos y el suelo, sino también por los lixiviados que alcanzan el acuífero que es la principal fuente de abastecimiento para la población, del propio Valle de Toluca, y para el acueducto Lerma que tiene como destino al Valle de México mediante un trasvase.

La satisfacción de la demanda de agua subterránea, al menos hasta el momento, se favorece por los procesos naturales del ciclo hidrológico donde se tiene un régimen de lluvias con cerca de 1 000 mm anuales distribuidos en un semestre; una formación geológica superficial que permite el flujo de agua entre las rocas ígneas que la conforman y una vegetación boscosa que reduce el impacto erosivo de la lluvia retiene el suelo y ofrece un servicio ambiental hidrológico al favorecer el *efecto de esponja* que es la capacidad que tiene el conjunto formado por la vegetación, el suelo y el subsuelo para promover la infiltración del agua de lluvia para la recarga de acuíferos.

En tal sentido, la variable modificable fácilmente, que debería ser constante, para mantener el funcionamiento del sistema de recarga del acuífero es el de la vegetación que en la zona de estudio, a pesar de tener una buena cobertura de bosque; en lo general, es importante recuperar algunas áreas deforestadas y mantener las existentes toda vez que prácticamente toda la zona de estudio es de recarga del acuífero del Valle de Toluca que está catalogado como un acuífero sobreexplotado (CNA, 2010); aunque también se debe cuidar la calidad del agua con la que se recarga dicho acuífero.

Para ello es importante el tratamiento del agua residual antes de su incorporación a los cuerpos receptores para darle algún uso, como es el agrícola, pero con agua de calidad suficiente; de manera similar, es importante la revisión de la red de drenaje para evitar fugas contaminantes y cumplir en la zona de estudio con la NOM-001-CNA-1995 que establece las especificaciones de hermeticidad de los

sistemas de alcantarillado ya que no se tiene información sobre las fugas en las redes de drenaje municipal, que en el caso de San Miguel Almaya fue construido desde 1972, pero tomando en cuenta que las vibraciones, los sismos, colapsos y compactaciones del suelo y el subsuelo durante 38 años, aunado a las *juntas*, poco confiables de los tubos de concreto de la red sanitaria, es muy probable que existan fugas de aguas residuales hacia el subsuelo en esta zona de recarga del acuífero del valle que nos ocupa.

De manera similar, es importante definir los impactos causados por los agroquímicos usados en la agricultura, que sin ser muy extendida, es potencialmente contaminante del acuífero en la zona de recarga. Dichas sustancias, capaces de afectar esta fuente de abastecimiento, pueden tener alguno de tres caminos (Aguilar, 2009): que se disuelvan, que floten o que precipiten, y sólo se sabrá de ellas cuando se realizan muestreos en los manantiales o en pozos.

Dichas alteraciones a la laguna, al acuífero, así como el conjunto de actividades que se realizan sobre la zona de captación de la laguna son originadas por la población: el conjunto de personas que habitan en la zona de estudio quienes tienen características que influyen en las formas de realizar las actividades productivas y cotidianas con efectos distintos, pero motivadas según la percepción del grupo social, así se considera importante establecer comparaciones entre la población de la zona de estudio relacionada a la del Estado de México, como se menciona en el cuadro 4.

Cuadro 4

COMPARACIÓN DE VARIABLES SOCIALES EN LA ZONA DE ESTUDIO Y EL ESTADO DE MÉXICO

<i>Variables sociales</i>	<i>Valores (%)</i>	
	<i>Zona de estudio</i>	<i>Estado de México</i>
Relación de dependencia	0.6335	0.6033
Población masculina	49.24	48.78
Población femenina	50.76	51.22
Población analfabeta de 15 años y más	5.72	11.85

Continuación...

<i>Variables sociales</i>	<i>Valores (%)</i>	
	<i>Zona de estudio</i>	<i>Estado de México</i>
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	93.46	89.19
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública	96.09	88.32
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	93.84	87.93
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	97.67	93.68
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisión	93.17	90.88
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	53.29	74.24
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	46.80	60.39
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora	10.76	11.11

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2006).

Las características enlistadas son relevantes porque definen, en alguna medida, las prácticas socioambientales de la población en particular aquellas vinculadas con el uso del agua que afectan la calidad de los influentes de la laguna de San Miguel Almaya, por eso se destacan del cuadro 4 las siguientes diferencias entre el perfil demográfico de los habitantes de la zona de captación de la laguna de San Miguel Almaya y el de la población de la entidad federativa donde se encuentra la zona de estudio:

- La relación de dependencia es ligeramente mayor en las cuencas de captación de la laguna.
- En la zona de estudio la población analfabeta es prácticamente la mitad que en el Estado de México.
- Los servicios a la vivienda enlistados tienen mayor cobertura en la zona de estudio, respecto al promedio estatal.

- El excusado sanitario es un mueble de uso más común en las viviendas de la zona de estudio, que en toda la entidad federativa, así como la presencia de televisores y su impacto.
- El refrigerador, la lavadora y la computadora son enseres domésticos más presentes en el Estado de México, respecto a la zona de estudio.

A partir de lo anterior puede suponerse un uso mayor y generación de agua per cápita en las cuencas de la laguna de Almaya porque tienen mayor disponibilidad del recurso y mayor cantidad de muebles de baño, y existe una mayor cantidad de emisiones por cada 1000 habitantes respecto a la entidad mexiquense; pero también en la zona de estudio se trata de una población con mayores capacidades en la lectoescritura y transmisión de mensajes necesarios para la sensibilización sobre los problemas y las formas de actuación para contar con menos analfabetismo que pueda favorecer la apertura para el planteamiento de alternativas en el uso del agua y el manejo de excretas como factor de desarrollo.

En relación con el servicio de alcantarillado en los asentamientos humanos de la zona de estudio todas las localidades carecen de sistemas de tratamiento de sus aguas residuales, por lo que sus descargas llegan finalmente a los cauces naturales y no se resuelve el problema sanitario, sino se traslada aguas abajo. En la cuenca del arroyo El Muerto una parte se usa para el riego agrícola, pero mantiene la contaminación emitida desde las viviendas para seguir cualquiera de los tres caminos siguientes: escurrir superficialmente aguas abajo, infiltrarse hacia el subsuelo y contribuir a la recarga de agua subterránea o bien evaporarse y aumentar la concentración de contaminantes que en el caso extremo de llegar a la evaporación total los sólidos disueltos y suspendidos quedan en el terreno para su remoción posterior en las siguientes lluvias reactivando la dinámica del agua y las sustancias que contiene, puesto que durante el estiaje el viento disemina patógenos que se dispersaron por el agua.

En relación con los cálculos reportados en los resultados del cuadro 3, sobre la generación de contaminantes que permitió conocer las emisiones en

la zona de estudio, es importante contrastarlos con algún referente que permita dimensionar el problema, por lo que en el cuadro 5 se comparan los valores obtenidos para zona de estudio mediante las categorías extremas del sistema PRATI con la finalidad de clasificar las aguas superficiales según un estándar de la calidad del agua y establecer una interpretación de los mismos.

Cuadro 5

C CATEGORÍAS DEL SISTEMA PRATI
Y CONTAMINANTES DOMÉSTICOS EN LAS CUENCAS DE LA LAGUNA DE SAN MIGUEL ALMAYA

Parámetro	Sistema PRATI		Cuencas de Almaya
	Excelente	Muy contaminada	
DBO (ppm)	1.5	> 12	359.8
DQO (ppm)	10	>80	803.7
SS (ppm)	20	>278	365.3
N (ppm)*	4	>108	60.3

* El Sistema PRATI establece sólo nitratos, mientras que los resultados de la ERFCa comprenden nitrógeno total.

Fuente: Elaboración propia con base en Ott (s.f.), citado por Weitzenfeld (1989).

Destacan del cuadro 5 los valores excedidos altamente en todos los parámetros considerados que confirman el problema de contaminación de las aguas que emiten las descargas domésticas que son más que muy contaminadas; sin embargo, estos efluentes se disuelven con el agua de lluvia antes de llegar al embalse de Almaya. Sin embargo la referencia consultada no establece, en relación a que, son esos juicios para las categorías de *excelente*, *aceptable*, *ligeramente contaminada* y *muy contaminada*.

El sistema PRATI sólo hace referencia a una forma del nitrógeno que son los nitratos; en el caso del nitrógeno, aunque es poco comparable, los valores de los efluentes domésticos incluyen todas las formas de este elemento químico.

CONCLUSIONES

Los manantiales en la zona de estudio conforman un mecanismo para dosificar el agua durante todo el año, lo cual es una función ambiental que mantiene el agua de lluvia limpia y sin desplazamiento de actividades humanas ni de comunidades vegetales; al contrario, complementan el proceso para realizar la función de recarga del acuífero que tiene un importante impacto social.

En dado caso, son las actividades humanas las que alteran esta importante función ambiental, motivo necesario revisar sus modalidades para su eventual modificación con fines de evitar impactos negativos y fomentar sinergias positivas.

En la zona de estudio, los manantiales contribuyen al abastecimiento directo de la laguna de San Miguel Almaya y son la fuente de suministro para las poblaciones locales como es frecuente en las zonas rurales de México, donde cuentan con este recurso; es importante cuidar las zonas de recarga y los puntos de emisión que pueden llegar a obstruirse físicamente o a contaminarse; en algunos casos como Santiago Tilapa se tiene un manantial protegido del paso de personas.

La laguna de San Miguel Almaya ha estado sujeta a transformaciones humanas y de esta manera pasó de ser un ecosistema acuático, alimentado por manantiales y corrientes superficiales, a un hidrosistema alterado en sus influentes superficiales de dos maneras: en términos de la cantidad, se realizó la desviación de los cauces El Mirasol y Tilapa y se redujo el influente del embalse; mientras que por su calidad, se incorporaron aguas residuales, principalmente domésticas que contienen nutrientes para las plantas acuáticas que se expanden y limitan el uso del cuerpo de agua a la vez que incrementan su evaporación

Sin embargo, el momento es oportuno para atender las causas estructurales del problema de calidad y no sólo los efectos visibles y limitantes. Dicha atención requiere establecer un manejo del agua residual doméstica de manera distinta a lo convencional donde el sistema de drenaje separado es una alternativa viable y en proceso, pero para quienes queden al margen sí es importante la alternativa deberá adecuarse a las condiciones locales de acuerdo con las siguientes perspectivas:

- Desde el punto de vista biofísico es necesario tener presente el microrrelieve de la zona, en el que las viviendas están por debajo de los niveles que tendrá la obra del drenaje de aguas residuales, y que deja al margen algunas viviendas.
- Por la parte tecnológica se requiere atender el problema del manejo de aguas residuales y las excretas con tecnología eficaz y eficiente para resolver un problema sanitario para la laguna, pero también y más importante para la población.
- Para la aceptación social es necesario concientizar a los pobladores beneficiados del problema, de las alternativas y del papel que le corresponde para su atención de acuerdo con los conocimientos, recursos y expectativas de los usuarios del agua que están al margen del servicio del colector de aguas residuales.
- En términos económicos se requiere presupuestar los costos de las alternativas tecnológicas respecto a los que se generan por el manejo actual del agua residual, incluyendo las limitaciones y la falta de oportunidades por no actuar, así como los ingresos de la población que instrumentarían alguna alternativa y su capacidad de adquisición.
- El conocimiento de las políticas gubernamentales, en los órdenes local, regional y nacional es básico para gestionar un proyecto de beneficio social donde el manejo del agua es un factor de desarrollo porque es importante usar el aparato de gobierno para resolver los problemas sociales; se requiere revisar los planes, programas y proyectos del gobierno, sector privado y organizaciones sociales que puedan integrar esfuerzos para la atención de problemas y el impulso de proyectos de desarrollo local sustentable, según el marco jurídico vigente.

Finalmente, es importante considerar para su prevención un posible problema epidemiológico debido que no se tiene un cálculo, pero no está demás contemplar un escenario en el que aguas arriba ocasione el brote de alguna enfermedad parasitaria como el cólera, sarmonela o cualquier otra que se difunda a través

del agua provocando de esta manera un problema de salud pública con todas las pérdidas que implicadas, además de las molestias de quienes padezcan alguno de estos padecimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Ibarra, Alonso (2009), *Gestión de la calidad del agua subterránea con la participación de usuarios*, *Revista digital universitaria*, vol. 10, núm. 8, <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num8/art48/int48.htm>.
- Comisión Nacional del Agua (CNA)-GTZ, Comisión Nacional del agua-Agencia Alemana de Cooperación Técnica (2004), *Plan de gestión integral del acuífero del valle de Toluca*, Metepec, México.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) (2010), *Estadísticas del agua en México*, Semarnat, México, http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/EAM2010_Espanol_16Junio2010.pdf.
- Concamin (Confederación Nacional de Cámaras Industriales) (2009), *Organizaciones involucradas*, Concamin-México, Metepec, México, http://www.nisp.org.mx/images/case_study/Solvente%20GM-Quimigal.pdf.
- Fernández Michel, Francisco (s.f.), “Cultivo comercial del champiñón, ZOE Tecno-campo, México”, <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/Champi8.htm>.
- GEM (Gobierno del Estado de México) (1993), *Atlas ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma*, Tomo I, Toluca, México, Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la Cuenca del Río Lerma-Facultad de Geografía, UAEM.
- IGESEM (Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México) (2000), *Ortofotos digitales, escala 1:10, 000*, Toluca, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (1990), *Guía para la interpretación de cartografía: edafología*, Aguascalientes, México.
- (1999), *Conjunto de datos vectoriales E14A48 de la carta topográfica escala 1:50, 000 (Tenango)*, Aguascalientes, México.

- (2000), *Carta hidrológica de aguas subterráneas, E-14-2, escala 1:250,000*, 2ª impr., Aguascalientes, México.
- (2001), *Síntesis de información geográfica del Estado de México*, Aguascalientes, México.
- (2006), II Conteo de Población, www.inegi.gob.mx.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2001), *Base de autorizaciones*, Distrito Federal, México, <http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/resolutivos/Calidad%20del%20aire/HISTORICO%20RESOLUTIVOS%202001.pdf>.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional), *Estaciones meteorológicas del sistema CLICOM*, Comisión Nacional del Agua (CNA), México.
- Weitzenfeld, Henryk (1989), *Documentos para el curso básico sobre evaluación rápida de fuentes de contaminación ambiental (aire, agua y suelo)*, Metepec, México, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Mundial de la Salud.

MANEJO DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE SANTA MARÍA DEL MONTE, ZINACANTEPEC, ESTADO DE MÉXICO

Edna Saray Nava Zarza¹

Patricia Míreles Lezama²

Ma. Eugenia Valdez Pérez³

INTRODUCCIÓN

Las partes altas y las áreas de captación de las cuencas en México presentan graves problemas de deterioro de los recursos naturales que repercute en forma negativa en la sostenibilidad de las actividades productivas y por consecuencia en la calidad de vida de los habitantes de las áreas rurales.

En el caso de la localidad de Santa María del Monte el aumento poblacional que se ha dado en los últimos años y sus actividades repercuten directamente en el recurso agua, el cual ha sido utilizado de un modo inadecuado alterando los ciclos naturales, propiedades, características y composición generando escasez y contaminación del agua por la descarga de aguas residuales.

¹ Licenciada en Ciencias Ambientales, Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM. Correo electrónico: esaray_214@hotmail.com.

² Maestra en Ciencias y profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales SEP/UAEMéx-C28. Correo electrónico: mireleslezamap@gmail.com.

³ Maestra en Geografía y profesora del Centro Universitario UAEM Tenancingo. Correo electrónico: mevaldezp@uaemex.mx.

Por esta razón, es necesario hacer una evaluación del manejo del agua para evidenciar las tendencias posibles tomando en cuenta las características, uso del recurso y comportamiento de la microcuenca. Asimismo, es necesario identificar que debido al mal manejo de los recursos en la localidad de Santa María del Monte se ha afectado la dinámica de la microcuenca aguas abajo.

La metodología aplicada se desarrolla en tres etapas: la primera de ellas consiste en la recopilación bibliográfica sobre el manejo integral de cuencas y reconocimiento del problema; la segunda en la elaboración del diagnóstico, el cual incluyó aspectos físico-geográficos, sociodemográficos, problemática y recursos hídricos; finalmente en la tercera etapa se procedió a la correlación de la información obtenida en las dos etapas anteriores para determinar las tendencias del manejo del agua.

ANTECEDENTES

La comunidad de Santa María del Monte es una localidad rural alojada en el piedemonte del volcán Nevado de Toluca. Se caracteriza principalmente por ser una comunidad campesina que tiene el maíz como principal cultivo en siembra de temporal.

Según el conteo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2005), esta localidad cuenta con 23 000 habitantes que demandan más cantidad de servicios como redes de agua potable, drenaje y alcantarillado. Respecto a la dotación de estos servicios, se ha complicado fundamentalmente porque la localidad está asentada en terrenos ejidales que en su momento propició un crecimiento habitacional disperso que provocó un mal manejo del recurso agua e indujo la contaminación de ríos por la descarga del drenaje.

La localidad se ubica en la microcuenca Paso de Vázquez. Ésta última funciona como un sistema en equilibrio en el cual cualquier alteración en alguno de sus elementos repercute directamente en otro alterando la dinámica natural.

El Xatí, uno de los principales ríos, sigue su curso hacia otras comunidades como San Miguel Almoloyán, San Agustín Poteje y Santa María Nativitas por lo cual es necesario conocer el impacto que generan estas localidades al equilibrio hidrológico aguas abajo.

El problema de contaminación del agua no ha sido atendido por parte de la comunidad ni del municipio, ya que hasta la fecha no cuenta con una planta tratadora para reducir el impacto a los ríos donde se descargan agua negras, lo que evidencia la contaminación y disminución del agua aprovechada por los pobladores.

Las demandas de agua potable de la población son pobremente satisfechas por dos pozos profundos: uno ubicado en el centro de la comunidad de la colonia La Virgen al margen de la carretera principal; el otro situado en el barrio de San Bartolo del Llano. Estos pozos son explotados sin ninguna medida de recarga o acciones que garanticen el abasto de agua potable a corto y largo plazo en la comunidad.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la cantidad y la calidad del agua en la comunidad de Santa María del Monte dentro del contexto de la microcuenca Paso de Vázquez.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Recopilar y analizar fuentes bibliográficas en relación con el manejo integral de cuencas y específicamente de la microcuenca Paso de Vázquez.
- Medir la cantidad de agua que aportan los ríos Xatí y Escobal a la comunidad en época de lluvias y de estiaje, así como medir su calidad antes y después de su paso por la comunidad.
- Caracterizar social y económicamente a la población de la comunidad.

- Identificar infraestructura, servicios de agua potable y drenaje con que cuenta la población.
- Cuantificar la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de la población.
- Proponer acciones para mejorar la calidad de los recursos en cuanto a disponibilidad y utilización.

METODOLOGÍA

Se retoma la propuesta establecida en la *Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas* del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam, 2003) que se adapta “a la metodología para una cuenca operacional definiendo las acciones concretas a realizar de protección y conservación con cada uno de los recursos naturales presentes en el sistema cuenca”.

Las fases del proceso de ordenación de cuencas que se establecen son aprestamiento, diagnóstico, prospectiva, formulación, ejecución, evaluación, seguimiento y monitoreo; se desarrollan sincrónicamente y adquieren en el siguiente ciclo magnitudes mayores acordes con el desarrollo del proceso de ordenamiento.

La investigación aplicada y desarrollada en el proyecto presente es de carácter descriptiva-analítica, según el nivel de información y procesamiento de ésta así como transversal por la temporalidad del estudio y su prospectiva.

La investigación se desarrolló aplicando las fases de aprestamiento y prospectiva de la metodología citada y adicionalmente los lineamientos propuestos por la Comisión Nacional del Agua (CNA) para realizar la etapa de diagnóstico.

APRESTAMIENTO

El aprestamiento es una fase preparatoria de construcción; esta fase de la metodología inició con la delimitación de la cuenca (Valdez *et al.* 2008) y una visita de campo para reconocimiento del área de estudio e identificación del problema.

Se identificaron los grupos de suelos presentes en la cuenca, y se llevó a cabo una revisión bibliográfica para conocimiento de estudios previos en el contexto de la microcuenca.

Se delimitó la zona con base en las cartas 1:50 000 y 1:5 000, tanto la localidad como la cuenca; posteriormente se elaboró un mapa digital de la microcuenca para identificar las formas del paisaje, las zonas más alteradas y la posible problemática de acuerdo a lo observado en fotografías aéreas y considerando lo establecido en Guía Técnica para la Elaboración de Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC) (Fideicomiso de Riesgo Compartido [Fircol], 2005).

Es importante mencionar que se limitó el estudio de la cuenca al impacto de la comunidad sobre el recurso agua, por lo que el trabajo hace una evaluación local del impacto de la población ubicada en la microcuenca y hasta el límite del municipio de Zinacantepec.

Con base en el mapa de hidrología, se tomaron las principales corrientes transportadoras de agua para la comunidad, puntos de entrada y salida en tres zonas de estudio: río El Escobal, río Xatí y pozo Xatí salida, nombradas con base en la carta topográfica infraestructura presente en el sitio.

Se eligieron estos sitios por la relación directa con la población y el recurso agua dentro de la microcuenca; además de dos puntos en zonas de captación de agua, donde se ubican tomas y redes de distribución para dos de los principales barrios de la localidad, y el último sitio se consideró por la concentración de ser punto de salida del río hacia otro municipio.

DIAGNÓSTICO

Para integrar parte de la fase del diagnóstico y sustentar los resultados se fundamentó gran parte de la investigación en la toma de muestras y análisis mensuales de agua, finalmente se presentan resultados y discusión. El diagnóstico va dirigido a

conocer las situaciones donde hay problema en una área determinada o en una área seleccionada previamente para encaminar acciones y soluciones prioritarias.

El diagnóstico se realizó mediante una recopilación bibliográfica, caracterización física que abarca, fisiografía, geomorfología, geología, edafología, los aspectos hidrográficos y población en diversas fuentes como el Plan municipal de desarrollo de Zinacantepec del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de topografía de la zona, entre otros. La CNA considera que dentro del diagnóstico se requiere recopilar la siguiente información (Ideam, 2003):

Aspectos físicos

El diagnóstico comprendió las características físicas de la zona de estudio: ubicación, extensión y superficie, límites geográficos y localidades, topografía, tipo de suelos, hidrología, así como otros aspectos que se consideren relevantes.

Las características físicas se tomaron con base en el estudio de cálculo de la producción de agua superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) (Valdez *et al.*, 2008) utilizando la clasificación de microcuencas; con base en las cartas topográficas escala 1:50 000, se retomaron las corrientes principales y los ríos tributarios con fundamento en las curvas de nivel y su deformación para identificar las corrientes intermitentes.

Para complementar esta sección se desarrollaron las fórmulas descritas en *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas* de Heano (2006) con la finalidad comprender la dinámica hídrica de la microcuenca.

Se obtuvo el área de la cuenca mediante la herramienta de AutoCad, así como el perímetro y longitud axial; otro elemento es el ancho promedio obtenido mediante la fórmula: Ancho promedio = (área/longitud axial) y el Factor forma= (ancho promedio/ longitud axial) y Coeficiente de compacidad= (perímetro/2 la raíz cuadrada de $3.1416 * \text{área}$). Estos cálculos nos ayudan a la caracterización de la microcuenca y obtener el comportamiento hídrico.

Aspectos biofísicos

Se describió la situación actual de los recursos naturales y los principales problemas que se presentan en la cuenca en materia de agua como escasez, contaminación y efectos sobre otros elementos del medio.

Aspectos sociodemográficos

Los datos se tomaron directamente de la base de datos de los censos generales de población y vivienda de 2000 y conteo 2005, así como las principales variables a estudiar de infraestructura hidráulica y situación de abastecimiento de agua potable, agua corriente, drenaje, sanitarios y total de la población del área de estudio.

Antecedentes de la problemática

Esta etapa se elaboró a partir de la investigación de campo. Se procedió a la recopilación de datos existentes y de observación directa acerca de las condiciones que propician el estado actual de la microcuenca; posteriormente se llevó a cabo un análisis para lograr una visión sistémica del estado de los recursos presentes y las actividades de la población y conocer la problemática de la zona y sus posibles causas al igual que la ubicación de las áreas prioritarias de la localidad de Santa María del Monte en materia ambiental tomando en cuenta las funciones de la microcuenca hidrológica, ecológica, ambiental y socioeconómica.

Se eligieron puntos de muestreo de agua con base en las ortofotos 1:5 000 considerando el límite de la zona comunal y límite del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT). Se estudió la calidad del agua que llega a la comunidad con base en la normas NOM-014-SSA1-1993 y NOM-127-SSA1-1994.

Se tomó un total de 29 muestras de agua dividiendo el periodo de análisis en época de estiaje y de lluvias; se recabaron tres muestras por mes en el periodo comprendido de abril a julio de 2008 (dos puntos de muestreo a la altura donde entran los arroyos Xatí y Escobal a Santa María del Monte y otra en la salida de la población) y tres más en el periodo comprendido de agosto a diciembre del mismo año; se completó los análisis al incorporar seis muestras para examen de Coliformes Totales. Las muestras de agua se consiguieron *in situ* donde se determinó: temperatura, pH, conductividad, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto (DO) y organismos coliformes totales manteniendo en hielo las muestras antes de llevarlas al laboratorio de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cuadro 1
NORMAS OFICIALES MEXICANAS UTILIZADAS PARA AGUA

<i>Parámetros</i>	<i>Normas</i>
pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Conductividad electrolítica	NMX-AA-093-SCFI-2000
Turbiedad	NMX-AA-038-SCFI-2001
Oxígeno disuelto	NMX-AA-012-SCFI-2001
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2001
Sólidos y sales	NMX-AA-034-SCFI-2001
Coliformas totales	NOM-112-SSA1-1994
Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	NOM-001-ECOL-1996
Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización	NOM-127-SSA1-1994

Fuente: Elaboración propia con base en las normas mexicanas consultadas.

Los análisis se obtuvieron del medidor de calidad del agua Modelo U10, número de serie 60 2003, que fue calibrado previamente en el laboratorio de Química Ambiental y Microbiología de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma

del Estado de México (UAEM); posteriormente se llevaron a cabo en el laboratorio de Ciencias Ambientales para realizar los estudios correspondientes a las muestras de agua recolectadas.

Para determinar la cantidad del agua superficial que llega a la comunidad, en los sitios elegidos, se utilizó la metodología empleada por la Food and Agriculture and Organization (FAO) (1997), que consiste en medir el caudal de cada uno de los ríos estudiados y obtener el área de la sección transversal del canal.

PROSPECTIVA

Con el diagnóstico obtenido se tuvo claridad de la problemática y de las áreas prioritarias en la localidad y en la microcuenca. De esta manera fue posible presentar acciones y propuestas para cada zona de acuerdo con las características del lugar tomando en cuenta el paisaje original y su estado actual al considerar que la afectación de la microcuenca repercute en la calidad de vida de los habitantes.

Cabe mencionar que las fases de formulación, ejecución, seguimiento y evaluación no se realizaron puesto que este análisis es una primera fase de la investigación y la base para continuar con un plan de manejo del área, además por ser de orden público les corresponde a las autoridades municipales.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DEL AGUA EN SANTA MARÍA DEL MONTE

Descripción geográfica de la microcuenca y localidad

La microcuenca Paso de Vázquez es parte de la Región Hidrológica Número 12 Lerma-Chapala-Santiago se encuentra dentro de la Cuenca Lerma-Toluca (A) y de la subcuenca: La Gavia (i), (Gobierno del Estado de México, 1993). Las coordenadas extremas de ésta son 99° 51' 44.100" y 99° 48' 32.148" longitud oeste, 19° 14' 58.847" y 19° 19' 07.428" latitud norte.

La microcuenca Paso de Vázquez toma su nombre de la delimitación hidrológica por microcuencas del PNNT; colinda al noroeste con la microcuenca El Oyamel, al sureste con Buenavista-La Garrapata y al sur con Peña Blanca (Valdez *et al.*, 2008).

Esta microcuenca comprende los ríos el Xatí y el Escobal, así como pequeñas afluentes, ojos de agua, zonas forestales, de pastizales, zona de recarga de agua, barrancas, cañadas, zonas agrícola, urbanas y de esparcimiento.

Localización

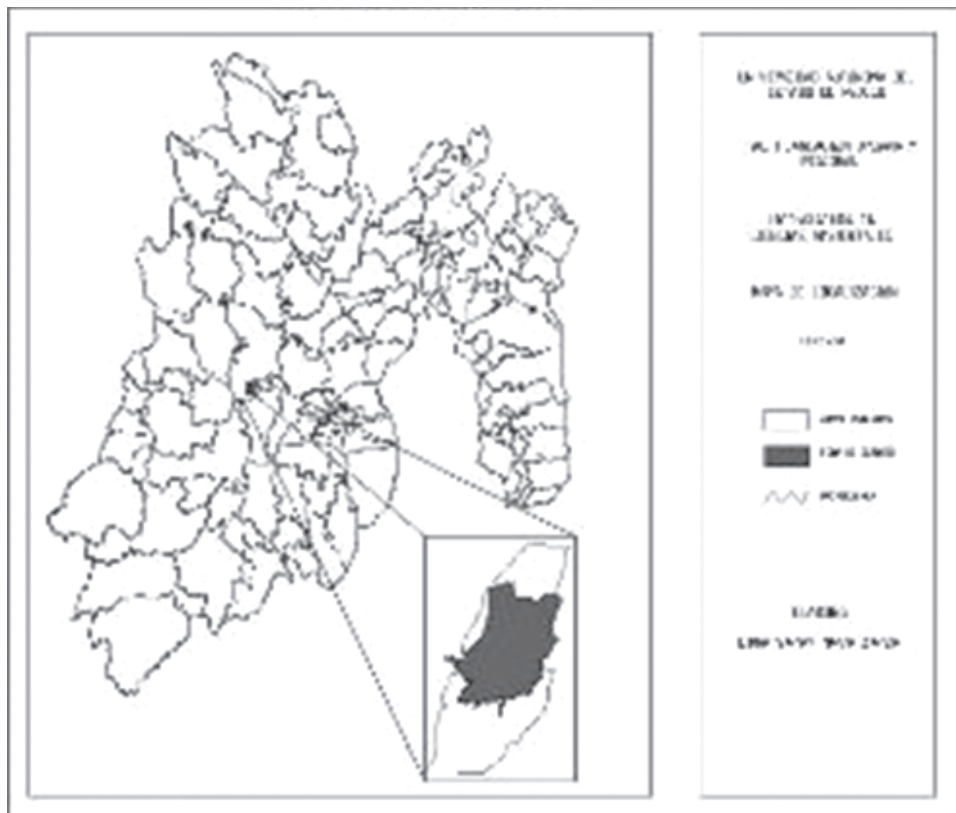
El municipio de Zinacantepec, donde se encuentra ubicada la zona de estudio, pertenece a la región XIII (Toluca está situada en la porción occidental del Valle de Toluca en los 19° 17' 00" de latitud norte y en los 99° 44' 00" de longitud oeste; limita al norte con Almoloya de Juárez, al sur con Texcaltitlán, al este con Toluca y Calimaya, al oeste con Temascaltepec y Amanalco de Becerra y al sureste con Villa Guerrero y Coatepec Harinas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MICROCUENCA PASO DE VÁZQUEZ

En la microcuenca predomina el clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano $Cb'(w_2)(w)ig$. La temperatura media anual oscila entre 11 y 16 grados centígrados, mientras que la época más calurosa se presenta en los meses mayo, junio y julio con una temperatura máxima extrema de 38 °C. La temperatura mínima varía de -10° a 4 °C durante la época invernal debido a la cercanía con el Nevado de Toluca.

La precipitación total anual supera los 1 225 mm; los meses de mayor lluvia son de junio a septiembre; la época de mayores fenómenos meteorológicos se presenta durante los meses de diciembre a abril ya que se registran heladas, granizadas y tormentas eléctricas provocando daños considerables en las zonas agrícolas y en la población de escasos recursos.

Mapa 1
LOCALIZACIÓN



Fuente: INEGI, 1983b.

Se encuentra ubicada dentro del sistema fisiográfico de la provincia del Sistema volcánico transversal y la Subprovincia de los Lagos y Volcanes del Anáhuac, por lo que su sistema de topoformas se encuentra integrada por la Gran Sierra Volcánica con estratovolcanes y estratovolcanes aislados, laderas escarpadas, lomeríos de colinas redondeadas cuyas alturas van de 2 750 hasta 3 800 msnm registrando pendientes de entre 6 y 25 por ciento.

La zona forma parte del valle del Xinantécatl, por lo que la mayor parte de su territorio está integrado por elevaciones y zonas accidentadas. De acuerdo con la carta topográfica del municipio, la localidad de Santa María del Monte se ubica en zonas accidentadas, lo cual origina un sinnúmero de escurrimientos naturales que desciende de sur a norte.

El municipio se localiza en la provincia geológica volcánica cenozoica del sistema volcánico transversal, por lo que su composición geológica se integra principalmente de rocas ígneas extrusivas del terciario superior, rocas volcano sedimentarias y brechas sedimentarias; andesita y toba intermedia (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 1983a).

Entre los tipos de suelo presentes en la zona de estudio se encuentran: andosol húmico, feozem háplico; los subórdenes: litosol, feozem lúvico.

Los usos del suelo que sobresalen son la agricultura de temporal, aunque se han transformado en construcciones domésticas con traspatios como zonas de cultivo para consumo y solares para uso exclusivo de los propietarios. El uso de suelo de la comunidad se divide de la siguiente manera: agricultura de temporal, zona habitacional y zonas arboladas.

El área de la cuenca “es una de las características morfométricas más importantes de una cuenca, a partir de ésta se determina si una cuenca es grande o pequeña, además de que el área afecta directamente a las crecidas, el flujo mínimo y la corriente media; al considerar que entre más grande sea la microcuenca, mayor tiempo necesitará el pico de crecida en pasar por un punto determinado y necesariamente sucede que las crecidas son menores cuando la cuenca aumenta de tamaño” (Heano, 2006: 57).

En la microcuenca dentro de los límites de la comunidad, se reconocen tres vertientes: Xatí, Apolonias y Escobal; de acuerdo con sus clases corresponde a una microcuenca de tipo embudo con las siguientes características:

- Pendientes fuertes: 30°- 40°
- Rocas impermeables
- Suelos finos
- Crecidas de fuertes intensidades

- Forma poco alargada
- Red densa y ramificada
- Índice de homogeneidad pequeño

Otras medidas

La longitud axial es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano que es de 54.2847 km teniendo un ancho promedio de 0.92 metros. Es importante conocer la forma de la cuenca para analizar los índices del movimiento del agua que tiene, así como su respuesta debido a que la forma controla la velocidad del agua en las crecidas.

Para mostrar la organización del drenaje es necesario que se obtenga por medio del factor forma que para esta microcuenca es de 1.701901 indicando la susceptibilidad sobre todo en la temporada de lluvias la cuenca ante las crecidas, en este caso presenta un valor moderado.

Otro índice es el coeficiente de compacidad, el cual mide el tiempo que tarda el agua de lluvia en llegar al desagüe, donde la cuenca tiene un valor de 1.5, ubicándolo en la clase Kc2 de forma oval redonda a oval oblonga; cuando el índice tiende a 1 la microcuenca es más redonda, lo que aumenta su peligrosidad en las crecidas.

Con lo anterior, la microcuenca Paso de Vázquez concentra las aguas de escorrentía en una red muy densa que aporta demasiada agua al flujo de las crecidas y tiene pendientes pronunciadas con presencia de material rocoso; la cantidad de lluvia satura al suelo mostrando que la población está susceptible y en riesgo. En temporada de lluvias y considerando el material rocoso, suelos finos, las cantidades de agua que se arrastran por las pendientes, los ríos pueden ser letales; derriban casas, caminos, puentes, provocan derrumbes, lo que propicia un escenario peligrosos para la población que se asienta en zona de riesgo en la comunidad de Santa María del Monte. El comportamiento de la microcuenca se debe a la red de drenaje, en este caso es de orden 3; significa que tiene

una dinámica en forma erosional en relación con el número de corrientes de orden 1, 2 y 3 al tener una corriente muy caudalosa como principal característica, particularmente en temporada de lluvias con importantes crecidas; la erosión se presenta donde la corriente se acelera, el problema que puede ocasionar es azolve en las zonas bajas de la microcuenca.

CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA MICROCUENCA PASO DE VÁZQUEZ

En el interior de la microcuenca establecida se localiza asentada la población de Santa María del Monte presentando los siguientes datos:

Tabla 1

POBLACIÓN TOTAL DE LA LOCALIDAD DE SANTA MARÍA DEL MONTE

<i>Población total</i>		<i>2000</i>	<i>Pob fem*</i>	<i>Pob masc*</i>	<i>2005</i>	<i>Pob fem</i>	<i>Pob masc</i>
<i>Localidades de Santa María del Monte</i>	Santa María del Monte (centro)	4 761	2 364	2 397	3 382	1 716	1 666
	Barrio de México	3 279	1 611	1 668	6 268	3 138	3 130
	Cóporo	4 618	2 306	2 312	5 416	2 750	2 666
	Curtidor	1 546	782	764	1 904	967	937
	San Bartolo del Llano	1 805	874	931	1 772	879	893
	San Bartolo El Viejo	3 265	1 665	1 600	2 387	1 206	1 181
	Colonia La Virgen	473	247	276	946	476	470
<i>Población total</i>		19 747	9 849	9 948	22 075	11 132	10 943

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000; 2005).

* Abreviaturas:

Pob fem: población femenina.

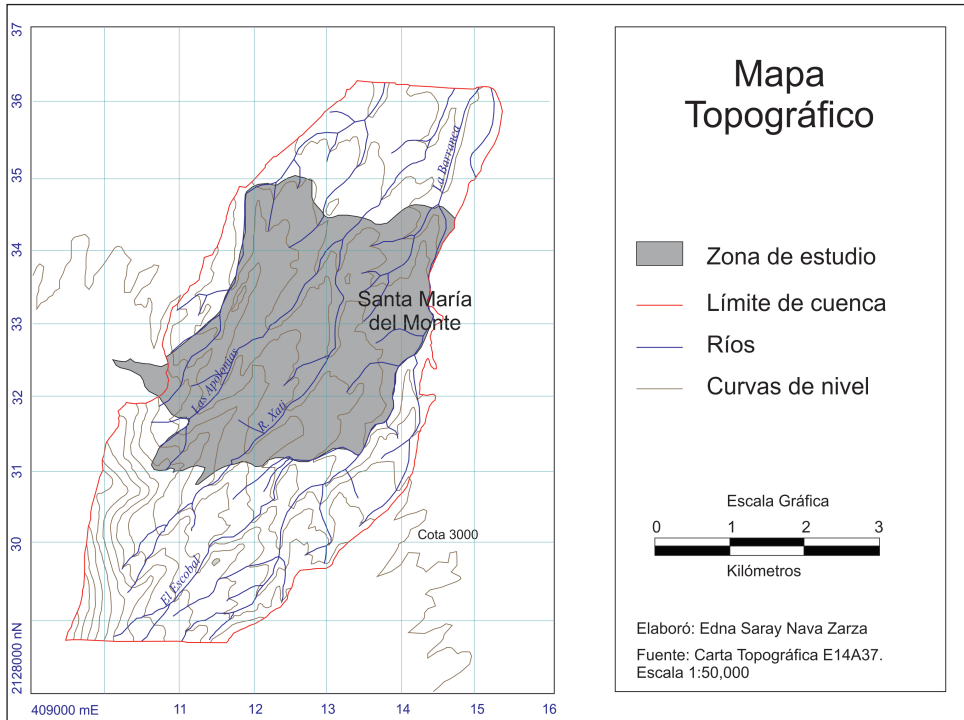
Pob mas: población masculina.

Es importante mencionar que la comunidad de Santa María del Monte se ubica en el flujo del recurso hídrico, aguas arriba, afectando directamente a la calidad del elemento aguas abajo y a lo largo del cauce del río.

La delimitación de la comunidad se realizó a través de los datos proporcionados en la presidencia municipal de Zinacantepec por medio de ortofotos escala 1:20000 del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM) con números de hoja: 1313, 1314, 1250 y 1251, las coordenadas extremas son 99° 51' 20.34" y 99° 48' 42.119" longitud oeste, 19°16' 01.308" y 19° 18' 27.504" latitud norte.

La comunidad de Santa María del Monte se encuentra ubicada en la cota de los 2 900 msnm, ocupando una superficie de 10.39190 hectáreas en el piedemonte del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) y dentro de la microcuenca Paso de Vázquez, denominada así partir de las cota de los 3 000 msnm; después de esta referencia la microcuenca abarca una superficie de 23.93 ha y 23.34 km² de perímetro.

Mapa 2
TOPOGRÁFICO



Fuente: INEGI, 1983b.

La población local de este lugar se caracteriza por ser una población rural, campesina y creciente en número de individuos, que demanda la creación de infraestructura, servicios, territorio y por supuesto la necesidad del recurso hídrico para satisfacer las necesidades básicas de utilización y aprovechamiento.

La comunidad ha ocupado el territorio de una manera muy dispersa esto porque los terrenos ejidales fueron ocupados y utilizados para la agricultura. En estos lugares construyeron casas, pero muy apartadas del centro del pueblo; carecen de servicios básicos como de agua potable y drenaje, actualmente estas poblaciones aisladas han crecido y demandan más servicios, pero su misma ubicación y lejanía de la concentración de los servicios limitan la dotación de infraestructura de agua.

En la tabla 2 se muestran los datos de las viviendas que cuentan con estos servicios para identificar el efecto de la población sobre el recurso agua, y la contaminación generada a partir de la falta de redes adecuadas de drenaje, así como la infraestructura para su uso y aprovechamiento.

Tabla 2

SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA EN LA COMUNIDAD

Descripción	Barrios de Santa María del Monte													
	María del Monte (centro)		Barrio de México		Cóporo		Curtidor		San Bartolo El Viejo		San Bartolo del Llano		Colonia La Virgen	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Total de viviendas habitadas 2000	872	722	533	1 136	798	919	291	369	593	484	351	352	216	
Promedio de ocupantes en viviendas particulares	5.54	4.68	6.27	5.52	5.87	5.89	5.35	5.16	5.56	4.93	5.22	5.03	4.38	
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	587	648	288	822	314	714	88	290	308	358	198	271	187	
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública	708	687	406	872	642	437	124	285	501	439	308	282	153	
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	538	655	157	730	324	649	36	270	317	346	229	272	170	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	S/R*	26	S/R	250	S/R	452	S/R	77	S/R	34	S/R	49	43	
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	S/R	55	S/R	383	S/R	237	S/R	92	S/R	118	S/R	57	25	
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	86	22	106	226	156	125	45	44	60	32	33	23	2	

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000; 2005).

* S/R: Sin registro.

La descripción anterior evidencia la falta de un manejo adecuado de los recursos naturales y principalmente del agua. Las acciones que realiza el comité de agua local no son suficientes para brindar un aprovechamiento óptimo del recurso que garantice la cantidad del servicio prestado, así como su calidad del recurso.

Las funciones que realiza el comité están limitadas al abastecimiento de agua a la población por ciertos días en determinados lapsos, además de lograr que la población pague su correspondiente cuota por el servicio puesto que hay demasiadas personas morosas a quienes se les hacen cortes en el suministro del agua por secciones provocando un endeudamiento por el consumo de luz para el funcionamiento y mantenimiento de las bombas utilizadas en la extracción de agua.

Es por esto que la participación de la comunidad en materia de conservación, no es impulsada por los organismos presentes los delegados ni por el ayuntamiento y comité de agua potable que logren crear en la población una conciencia ambiental de preservación y manejo adecuado del recurso. Esta falta de interés de las autoridades se refleja en el estado actual de toda la red hidráulica y de drenaje, tubería a cielo abierto, cañería sin tubos de drenaje, rompimiento de los ductos que provocan fugas y desagües conectados directamente a los cauces de ríos y barrancas. Por lo que no hay una organización en el rol que cada sector debe tener en materia de agua, y sobre todo no hay un interés colectivo de generar acciones de protecciones, restauración y conservación del recurso hídrico.

POZOS DE AGUA

La comunidad satisface las necesidades de agua potable por dos pozos profundos: el primero ubicado en una comunidad del barrio de la colonia La Virgen y localizado en las siguientes coordenadas: 99° 48' 56.988" longitud oeste, 19° 17' 13.704" latitud norte; pozo que abastece un área que abarca en centro de la comunidad, la colonia la Virgen, Loma de Pote, Loma de Gonzáles, parte de Barrio de México; el segundo ubicado en el barrio de San Bartolo del Llano con

coordenadas de 99° 48' 59.795" longitud oeste, 19° 18' 33.911" latitud norte, éste abastece a los barrios de San Bartolo del Llano, San Bartolo El Viejo, Curtidor y parte de Cópore.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2003) calcula que el consumo promedio para que una persona satisfaga sus necesidades básicas de consumo y de salud en el área rural es de 60 litros diarios y en zona urbana de 200 a 250 litros diarios.

La cantidad que se extrae es de 9.83 m³/seg y se da un servicio de tres días hábiles y entre semana un promedio de 12 horas.

Las partes restantes del Barrio de México y del Cópore se abastecen del agua superficial que produce el PNNT en depósitos del recurso, en este lugar se ubicaron las zonas de muestreo; consideramos importante que estas fuentes ayudarían a dotar a la población de suficiente agua para la demanda de toda la comunidad.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL

Los principales ríos que se localizan dentro de la microcuenca y donde se ubican los puntos de muestreo nacen en el PNNT; el primero, el río Xatí nace en los 3 320 msnm, su importancia radica en que atraviesa la comunidad y divide a los dos barrios más grandes en cuanto a extensión y total de la población, continúa aguas abajo uniéndose con otros ríos y sigue hacia otras comunidades del municipio colindante.

El segundo río es el Escobal nace en los 3 300 msnm, que recorre todo el poblado y continúa su recorrido aguas abajo hacia otro municipio; el río las Apolonias también nace dentro del PNNT en los 3 170 msnm, pero en su recorrido se une al Xatí.

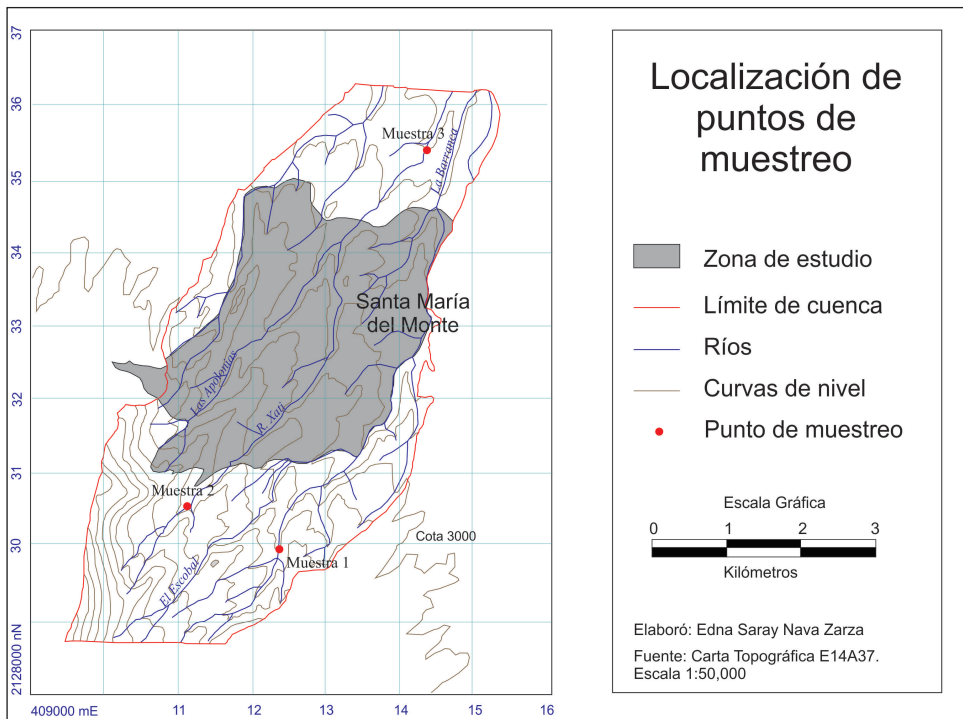
Es de suma importancia considerar, de acuerdo con lo observado en las visitas de campo, que la comunidad de Santa María del Monte es la localidad que vierte sus aguas residuales a estos dos ríos y con referencia a la NOM-001-ECOL-1996 y la NOM-127-SSA1-1994 se tomaron 29 muestras simples de agua de los puntos elegidos estratégicamente para medir la cantidad y calidad antes de entrar a la

comunidad y uno al final de la zona comunal para cuantificar el impacto que ejerce la comunidad a sus arroyos.

Los puntos seleccionados se identifican como río Escobal; se tomó la (muestra 1) a una altitud de 2 921 msnm con coordenadas $99^{\circ} 50' 03.50''$ longitud oeste, $19^{\circ} 15' 38.231''$ latitud norte. Este río que recorre aguas abajo hacia el poblado sirve de referencia para delimitar la comunidad y es uno de los principales ríos que aportan agua a los depósitos. De éste se abastece parte del Barrio de México y las casas aisladas localizadas en el extremo sur de la comunidad, por lo cual se midió la calidad del agua antes de que sea utilizada para tener un parámetro de cómo la recibe el PNNT y cómo sale una vez que pasa por la localidad.

Mapa 3

LOCALIZACIÓN DE ZONAS DE MUESTREO



Fuente: INEGI, 1983 b.

El río Xatí es el río principal; su cauce divide a la comunidad y a la población de los barrios más extensos del pueblo. Se tomó la muestra de este río en dos sitios: antes y después de entrar a la comunidad, pues la mayoría de los barrios vierten sus aguas residuales al mismo.

El primer sitio (muestra 2) se ubica en los 3 086 msnm con coordenadas 99° 50' 49.38" longitud oeste, 19° 16' 00.48" latitud norte. El segundo punto de este río (muestra 3) se localizó a los 2 758 msnm con coordenadas 99° 48' 56.159" longitud oeste, 19° 18' 36.972" latitud norte aguas abajo. De esta manera se podrá evidenciar con datos de calidad el impacto directo de la población a este río. El promedio de las muestras de agua de acuerdo con las normas oficiales correspondientes a cada parámetro analizado se obtuvo a lo largo de nueve meses de muestreo en los puntos mencionados y se exponen en la tabla 3.

Tabla 3
PROMEDIO DE PARÁMETROS ANALIZADOS

Coordenadas		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
		W	99° 51' 03.50"	99° 50' 49.38"	99° 48' 56.159"
		N	19° 15' 38.231"	19° 16' 00.48"	19° 18' 36.972"
msnm*		2 921	3 086	2 758	
pH		8.535	8.418	9.055	
Conductividad		0.373	0.517	1.08	
Turbidez		1.5	2	123.28	
DO mg/l		8.45	8.292	5.807	
Salinidad		0,00	0,00	0,00	
Temperatura		9.2125	8.475	9.61	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo obtenidos.

* msnm: metros sobre el nivel del mar.

También se enlistan los valores máximos y mínimos de estos parámetros para cada muestra en la tabla 4.

Tabla 4
VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LOS PARÁMETROS

Coordenadas	W N	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		99° 51' 03.50"	19° 15' 38.231"	99° 50' 49.38"	99° 48' 56.159"	19° 16' 00.48"	19° 18' 36.972"
msnm*		2 921		3 086		2 758	
Picos		máx *	min*	máx	min	máx	min
Periodo (mes)		abril	diciembre	octubre	mayo	diciembre	julio
pH		9.09	8.17	9.09	7.77	9.3	8.83
Periodo (mes)		mayo/ agosto	abril	mayo	abril	julio	septiembre
Conductividad		0.069	0.066	0.081	0.0105	4.25	0.318
Periodo (mes)		agosto	abril/ octubre/ diciembre	mayo	septiembre/ octubre/ diciembre	noviembre	septiembre
Turbidez		4	0	4	1	326	25
Periodo (mes)		mayo	agosto	octubre	julio	septiembre	noviembre
DO mg/l		9	7.77	9.8	7.3	7.5	2.8
Periodo (mes)		jul/agos	diciembre	agosto	diciembre	julio	diciembre
Temperatura		12°	5°	11°	5.5°	14°	4°
Periodo (mes)						julio/ septiembre/ octubre	mayo/agosto/ noviembre/ diciembre
Salinidad		0,00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia con base en datos de obtenidos campo.

* msnm: metros sobre el nivel del mar.

* máx: máxima; min: mínima.

Otro parámetro que se analizó es el de coliformes totales. Para éste se tomaron en consideración los periodos de lluvia y de sequía por lo que hicieron dos análisis a los tres puntos de muestreo; los datos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5
COLIFORMES TOTALES

<i>Coordenadas</i>	W N	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	
		99° 51' 03.50"	99° 50' 49.38"	99° 48' 56.159"	19° 15' 38.231"
Coliformes Totales (T sequía)		2.0 NMP/100ml	17.0 NMP/100ml	110.0 NMP/100ml	
Coliformes Totales (T lluvia)		79.0 NMP/100ml	7.8 NMP/100ml	11000.0 NMP/100ml	

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de campo.

Para la muestra 1 al río Escobal le corresponde un total de ocho muestras simples de agua; para la muestra 2 del río Xatí (entrada), le corresponde ocho muestras simples de agua, y para la muestra 3 al río Xatí (salida-pozo), le corresponde siete muestras simples de agua.

En todas las muestras se agregan dos muestras más para la determinación de coliformes totales; hacen en total 29 muestras recabas para el periodo de abril a diciembre. En el mes de junio el acceso hasta los puntos de muestreo se hizo imposible.

Determinar la cantidad de agua implicó que se midieran los causes de los tres sitios de muestreo obteniendo el área de la sección transversal del cause, y para el cálculo volumen del agua de cada uno de los causes se realizó la toma de velocidad promedio obtenida de tres lecturas mensuales. Los aforos para los tres sitios se realizaron en abril y a partir del mes siguiente se procedió a la toma de velocidades promedio.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de calidad del agua para este estudio se basan en el análisis de las normas oficiales para los límites máximos permisibles que debe de contener el agua y ser aprovechada para uso y consumo por la población.

Respecto a lo observado en campo y a la caracterización del agua que llega a la comunidad, se identifican los escenarios relacionados con la temporalidad y espacio del estudio; se observó que en temporada de lluvias aumenta el riesgo de desborde de ríos ya que el cauce crece de acuerdo con la intensidad de la lluvia arrastrando piedras, troncos, ramas y basura de la gente que vive cerca del río.

Asimismo, como la localidad se ubica en laderas escarpadas aumenta el riesgo de remoción en masa provocado por las fuertes crecidas y la pérdida de cobertura forestal por cambio de uso del suelo y por la fragilidad del tipo de suelo presente.

Es importante reconocer la dinámica que juega la microcuenca para esta temporada. El orden que se identificó corresponde a orden 3, lo que significa que esta microcuenca presenta una estabilidad en cuanto a su dinámica interna y presenta un equilibrio entre erosión y depósito de sedimentos, pero también debe darse importancia al número de corrientes erosionables.

Las corrientes de orden 1 y 2 se localizan en la parte sur de la microcuenca y en territorio de la comunidad; es esta zona de riesgo mayor por asentamientos de población en laderas, lecho del río y barrancas escarpadas considerando que en esta parte la corriente es sumamente erosiva, por la velocidad de la crecida, lo que puede provocar desborde del río o desprendimiento de material, de piedra y lodo sepultando a la población.

El cambio de uso de suelo y la pérdida de vegetación ocasiona el aumento de sedimentos provocando sedimentación aguas abajo sobre el lecho del río como lo menciona la Food Agriculture and Organization .

Este arrastre de sedimentos, principalmente de laderas abiertas a la agricultura, trae sustancias como nitratos y fertilizantes además de algunos compuestos orgánicos, lo que provoca la eutrofa y la presencia posible de organismos indeseables dejando focos de infección; lo anterior se localizó aguas abajo en el río Xatí después de salir de la comunidad.

Para temporada de sequías aumenta la concentración de estos organismos, la escasez de depósito del líquido por azolve y, por lo observado en campo, se aprecia

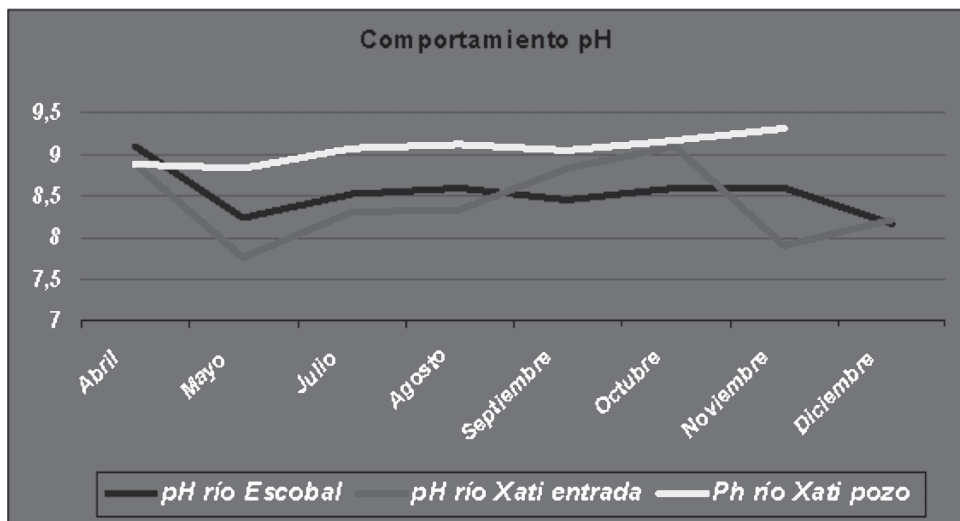
que la comunidad no ha realizado un manejo adecuado del agua superficial y ha convertido los lechos de ríos en alcantarillas de aguas residuales y desperdicios.

El promedio del pH en el periodo comprendido de abril a diciembre para los tres puntos de muestreo, de acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994 del río Escobal y del río Xatí (entrada), es de buena calidad y aceptable para consumo humano mientras que para la muestra del pozo sus cifras no entran en los parámetros de calidad aceptable; cabe recordar que las muestras del río Escobal y del Xatí son determinantes para conocer la calidad del agua que entra a la comunidad antes de ser utilizada en cuanto que para la muestra del pozo es el análisis del impacto generado directamente por la población; ahora, si hacemos referencia a la NOM-001-ECOL-1996 que establece límites de 5-10 unidades en estos parámetros las tres muestras están dentro de los límites.

El comportamiento del pH durante todo el periodo de muestreo no presenta fluctuaciones manteniéndose constante en relación con las otras dos.

Gráfica 1

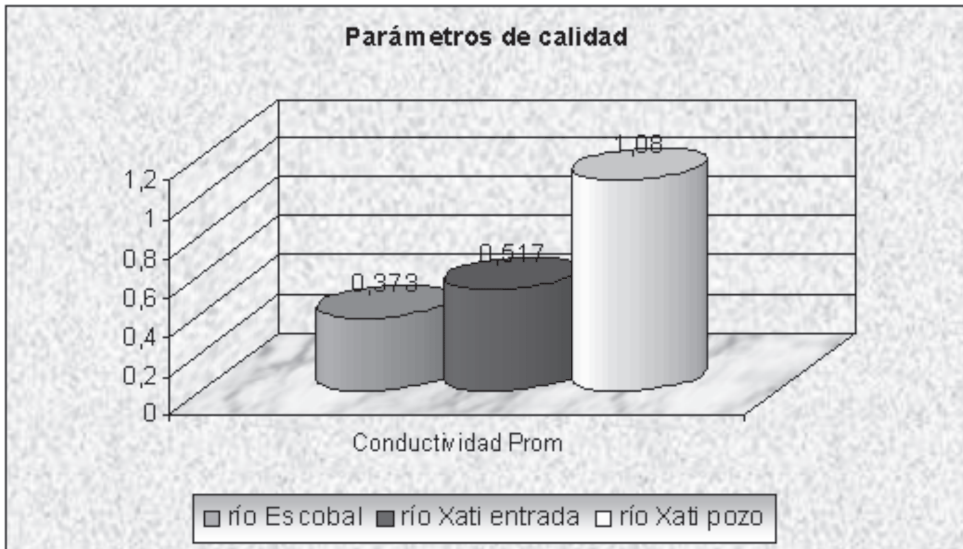
COMPORTAMIENTO DEL pH DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO



Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de campo.

Con relación a la conductividad promedio, los resultados obtenidos mediante el análisis de muestras para determinar los límites del agua potable, podemos decir que las muestras del río Escobal, río Xatí y para pozo están dentro de los límites tanto para uso doméstico como para potable

Gráfica 2
CONDUCTIVIDAD PROMEDIO

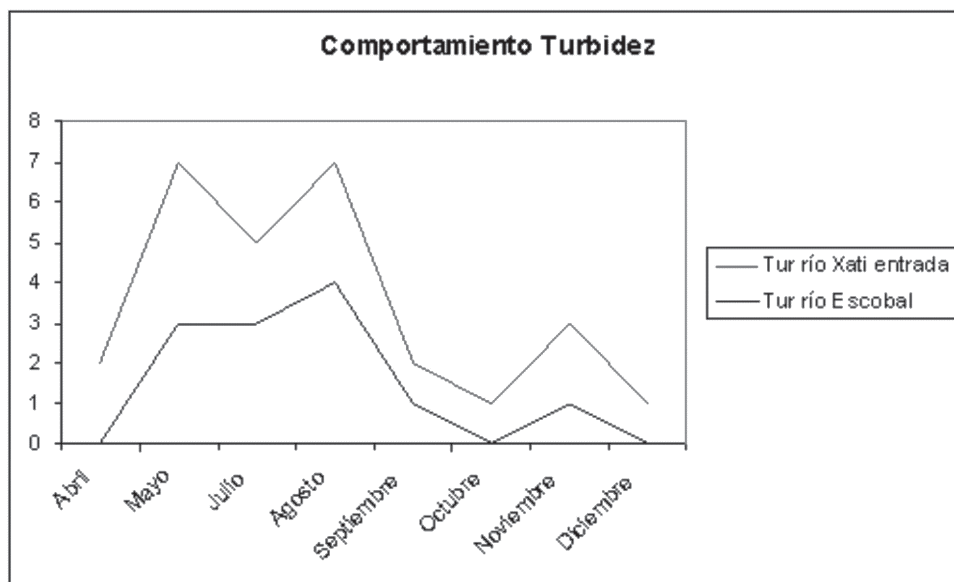


Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de campo.

La siguiente gráfica presenta la concentración de sólidos suspendidos totales, particularmente de suelo en los sitios 1 y 2, río Escobal y río Xatí, en consideración con la NOM-127-SSA1-1994 que marca 5 unidades de turbiedad. Estos niveles están por debajo de esas cifras, es de muy buena calidad, algo contrario a lo que pasa con el sitio del pozo pues sus niveles están muy por encima de lo que marca la norma.

Gráfica 3

COMPORTAMIENTO DE LA TURBIDEZ DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO



Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de campo.

Lo anterior se explica por la presencia de basura y, aunado al tipo de suelo andosol desprotegido de la cobertura natural y la ubicación laderas escarpadas y abiertas a la agricultura, se infiere que los sedimentos son producto de la pérdida de suelo tan severa que se presenta en la comunidad por efecto de las lluvias torrenciales.

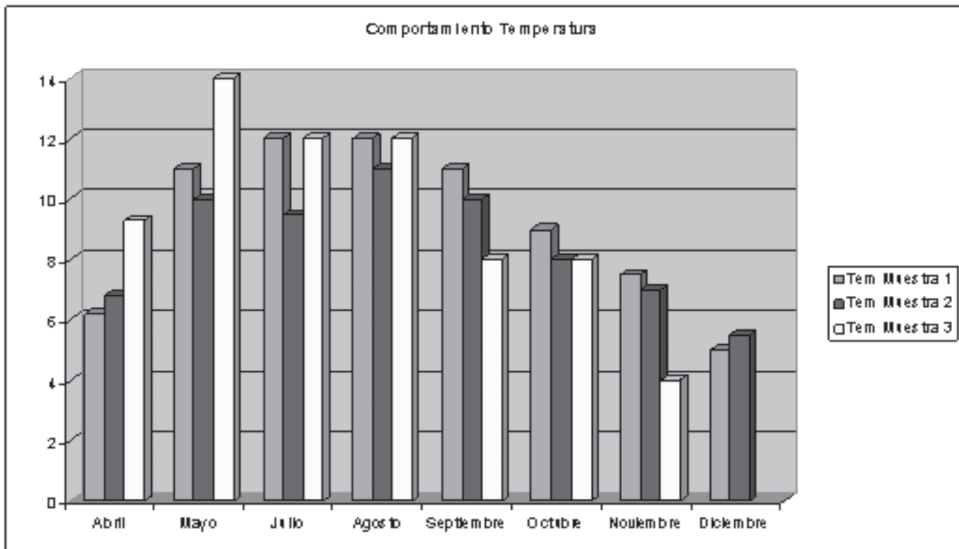
El comportamiento del río Escobal y del río Xatí es muy similar: los picos se presentan entre mayo a agosto en temporada de lluvias y, considerando la cercanía de estos sitios al límite del PNNT, se evidencia el arrastre de sedimentos desde aguas arriba.

El sitio 3 del pozo presenta una variación importante en los meses de noviembre y diciembre; no está relacionado con la temporada de lluvias así que el aumento de turbidez se condiciona directamente a las actividades que desempeña la población en estos meses como la abertura de canales para introducir agua potable y drenaje.

La gráfica 4 para oxígeno disuelto promedio incluye las tres muestras de agua. Aunque las normas NOM-001-ECOL-1996 y NOM-127-SSA1-1994 no establecen límites permisibles, se retomó lo que dice la OMS (2003) que indica que este parámetro está directamente relacionado con la temperatura.

Gráfica 4

COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO



Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de campo.

Los límites no llegan a la saturación adecuada, sin embargo si consideramos que las muestras fueron trasladadas al laboratorio para tomar lectura de los parámetros, es favorable que este indicador sufriera un cambio por la distancia porque ya no es agua corriente, sino almacenada sin contacto con el aire para oxigenarse. Se pudo perder saturación aunque es importante considerar la temperatura junto con este indicador.

Lo que nos dice la OMS (2003) es que la relación de la temperatura con el oxígeno disuelto es inversamente proporcional; en cambio cuando la temperatura sube el oxígeno disminuye y viceversa según la NOM-001-ECOL-1996 el límite

máximo permitido es de 40 °C mientras que la NOM-127-SSA1-1994 no establece límites; las tres muestras están en niveles aceptables, por lo que se deduce que los niveles de oxígeno también lo son considerando la distancia que recorre el río que sirve para oxigenar el agua.

La salinidad en el agua es nula en los dos primeras muestras y en la muestra 3 es muy pequeña por lo que se considera que la calidad es buena puesto que no hay límites y no hay datos de campo.

En cuanto a los organismos coliformes totales, la norma NOM-001-ECOL-1996 no establece límites; sin embargo la NOM-127-SSA1-1994 marca como límite 2 NMP/100ml y 2 UFC/100ml. Con estos datos solo la muestra 1 del río Escobal entra en los límites, pero en sólo una temporada ocurre lo inverso con la muestra 2 del río Xatí (entrada); el estudio se hizo dos veces diferenciando la temporada de lluvias y la de sequía.

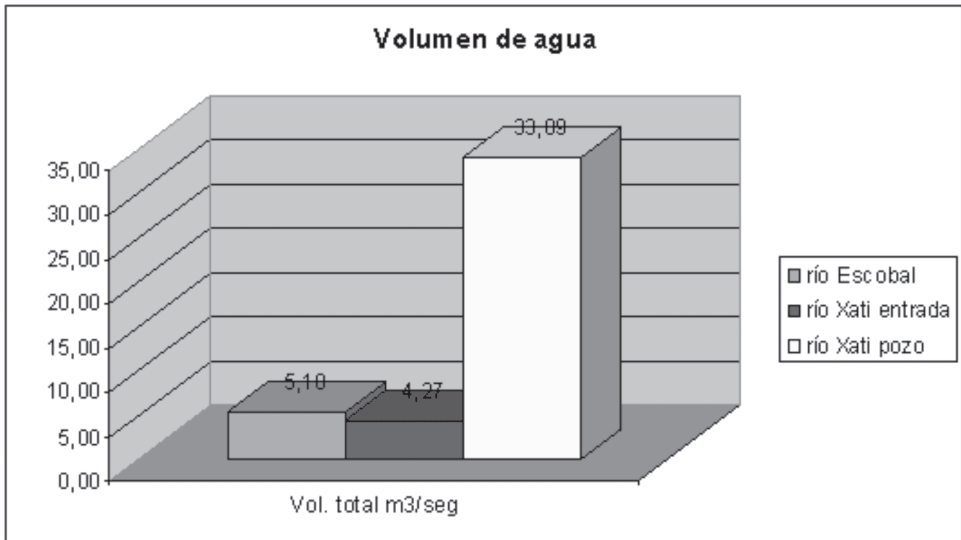
La muestra 1 en la temporada de sequía está dentro de los límites, aunque no es de excelente calidad mientras que en temporada de lluvias se dispara casi hasta 80% más, pero en relación con la muestra 2 (sequía) está muy por encima. Para la muestra 2 los valores descienden drásticamente y se encuentran dentro de los límites.

Se deduciría que esté afectando otro factor; por ejemplo, en la muestra 1 se hallaron indicios de pastoreo, que dispara el arrastre de coliformes; para la muestra 3 la situación es muy distinta ya que a esta altura el río ya pasó por la comunidad ratificando que la contaminación se debe a las descargas de aguas residuales de todas las casas que están conectadas al río como drenaje y a las actividades de la población sobre los lechos de estos ríos.

Por todo esto se concluye que la calidad del agua que llega a la comunidad proveniente de las partes altas de la comunidad en los límites con el PNNT y que corresponden a las zonas de muestreo 1 y 2 del río Escobal y Río Xatí, entrada respectivamente, es de muy buena calidad y se puede aprovechar como agua potable para la población; respecto a la muestra 3 del río Xatí salida, este río se contamina por la comunidad afectando las localidades asentadas aguas abajo, haciendo imposible su aprovechamiento y limitando sus actividades y funciones.

Los resultados del cálculo del volumen del agua superficial se explican en la gráfica 5. El agua superficial que se produce es de $43.24 \text{ m}^3/\text{seg}$, sin embargo la que se considera de buena calidad se reduce sólo a $9.451 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Gráfica 5
VOLUMEN TOTAL DEL AGUA SUPERFICIAL



Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de campo.

Respecto a lo que informa la OMS (2003), el uso de agua para el área rural es de 60 litros diarios. Si la población total de la localidad para 2005 era de 22 075 habitantes sólo contando hombres y mujeres, esta población necesitaría un promedio de agua de 1 324 500 litros diarios; respecto a lo extraído de los pozos y lo almacenado de los ríos esta cantidad es insuficiente.

Ahora bien la participación de la población para producir estos efectos en los parámetros medidos tiene que ver directamente con las aguas residuales que se vierten en cause. Con relación al promedio de habitantes por vivienda, estas cifras para 2005 son alrededor de 4 000 casas con promedio de 5 habitantes; atenuado con la problemática que se vive de la falta de recursos por el incumplimiento de

pago y las ineficiencias en el servicio, se hace imposible restaurar la infraestructura presente que lleva más de 20 años en operación. La creación de redes organizadas de drenaje evidencia la cantidad de faltas que presenta el servicio para la comunidad, y como no hay redes adecuadas las descargas se van a los ríos comprobando los estragos que sufren.

Para darnos una idea clara de la cantidad de aguas residuales que se vierten directamente en el río, aparte de las casas que ya existen, hay casas en construcción; estas futuras casas estarán conectadas a los ríos y sus aguas domésticas llegarán directamente aumentando el impacto negativo del agua.

Con todo esto es preciso decir que la cuenca tiene una dinámica socioeconómica principalmente en el sector agropecuario y un aumento de casas habitación que requieren servicios demandados por sus habitantes y representa un trabajo para las autoridades locales para dotarlas de los servicios indispensables.

MARCO NORMATIVO

La Ley de agua del Estado de México, el Bando de Policía y Buen Gobierno establecen las concesiones y las responsabilidades en nivel local y municipal acerca del agua potable, drenaje y las aguas residuales para fundamentar acciones que mitiguen el impacto negativo de contaminación de agua por descargas residuales.

La normatividad citada nos ayuda a reflexionar de qué manera están jugando su rol los representantes de la ley, las autoridades y los ayuntamientos. Respecto al tema de los recursos naturales las normas están presentes, pero ¿por qué no se cumplen? tal vez la población no tiene un contacto directo con sus obligaciones y responsabilidades, sin embargo sí se deben reclamar los derechos que marca la constitución para tener acceso al recurso.

¿Por qué no hay una conciencia ambiental formada desde niños?, ¿será que las autoridades no cumplen las leyes? Hay que tomar cada quien el papel que corresponde respecto a los reglamentos, conocerlos y respetarlos.

RECOMENDACIONES

La comunidad presenta diversos aspectos en los que hay que proponer alternativas de solución. Son importantes las reforestaciones que se realizan en el PNNT en colaboración con el ayuntamiento y con la UAEM, pero hay que integrar a los pobladores por medio de las campañas de medioambiente que se realizan en las escuelas esto para garantizar la infiltración de agua para recarga de mantos acuíferos y pozos principales, así como garantizar la calidad y el aumento del caudal de los ríos Xatí y Escobal antes de entrar en la comunidad.

Para los pozos profundos es necesario crear perímetros de protección que garanticen la infiltración para recarga de los ya existentes, así como su calidad sin que haya excavación de otro pozo profundo.

La cantidad de sedimentos, por la agricultura y la pérdida de cobertura forestal, evidencian la recuperación de terrenos erosionados mediante la realización de cortinas rompevientos y retención de escorrentías gracias a la siembra de árboles, de magueyes o arbustos en los alrededores de los terrenos así como de incentivos económicos para la población por la siembra árboles nativos en sus terrenos, y de esta manera garantizar la recuperación de zonas arboladas o cadenas de árboles.

La contaminación del río se puede aminorar si se construye una planta tratadora; considerando que las descargas que se dirigen a otra comunidad y salen de la jurisdicción municipal, es responsabilidad delegacional y del organismo de agua local restaurar las condiciones de la que se drena al río.

La creación de una planta tratadora abre la posibilidad de aprovechar los lodos para la agricultura y restauración de suelos en terrenos erosionados y de agua tratada para riego y otras actividades que podrían dar un impulso económico a la comunidad por la creación de empleos.

El abasto de agua para todas las casas existentes y las nuevas seguirá siendo imposible por lo disperso de la población, por lo que se recomienda utilizar enotecnias que ayuden a tener agua potable por captación de lluvia, cisternas de almacenamiento y techos recolectores que la garanticen a las casas asiladas evitando construir casas en lechos de ríos para prevenir desastres futuros y contaminar el

suelo y agua por descargas residuales o letrinas; construcción de baños secos para evitar heces fecales en el suelo y en el agua ayudando a la población más pobre que no cuente con recursos para pagar tomas de agua.

CONCLUSIONES

La evaluación de la calidad realizada para el agua superficial de la comunidad de Santa María del Monte, en el contexto de la microcuenca a la que pertenece (Paso de Vázquez), identificó la alteración que se presenta en el lugar mediante la comparación de los límites máximos permisibles de los parámetros físicos, químicos y biológicos que se analizaron al agua como pH, conductividad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez, coliformes totales. Estos datos arrojaron que el agua superficial que produce el PNNT es de muy buena calidad para el aprovechamiento adecuado del recurso; sus resultados están dentro de los límites permisibles que marcan las NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-001-ECOL-1996 para el contacto directo con la población.

En el punto de salida del río Xatí se elevan los resultados en comparación a su punto de entrada a la comunidad demostrando la alteración de la calidad, pues todos los resultados en el análisis de cada parámetros rebasaron los límites que establecen las normas limitando el uso de esta agua, que posiblemente sea un foco alarmante de infección.

El crecimiento de la población representa un reto para encontrar la manera de dotar y suministrar agua potable, redes y drenaje a toda la población. Esto se puede lograr con la participación ciudadana buscando integrarnos como parte de este sistema y, una vez que se respete el lugar, donde habitamos seremos menos vulnerables pues conoceremos las leyes que rigen a la naturaleza permitiéndonos responder rápida y eficazmente frente a los desastres para garantizar la sostenibilidad de los recursos.

Es necesario que este estudio se lleve a escala mayor continuando con la delimitación de la cuenca para integrar localidades y ayuntamientos que

realicen acciones conjuntas para restablecer recursos naturales compartidos. Los resultados de este trabajo servirán para guiar estudios similares de evaluación de recursos encaminándose a un estudio del sistema de cuenca y así obtener su manejo integral.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Almazán Reyes Marco Aurelio (2006), *Imágenes y recuerdos. Colección fotográfica de Santa María del Monte y textos sobre su historia ejidal y comunitaria*, Toluca, México, Conaculta.
- Aparicio, Francisco (2001), *Fundamentos de hidrología de superficie*, México, Limusa Noriega.
- Caire Martínez, Georgina Leticia (2006), *Implicaciones del marco institucional y de la organización gubernamental para la gestión Ambiental por cuencas. El caso de la cuenca Lerma-Chapala*, México, Instituto Nacional de Ecología.
- Cotler, H. y Ángel Priego (2006), *El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas*, Colombia.
- Cotler, Helena (2004), *El manejo integral de cuencas en México*, México, Semarnat, INE.
- (2006), *La cuenca Lerma-Chapala: algunas ideas para un antiguo problema*, México, Instituto Nacional de Ecología.
- Cherres Guzmán, Pedro (2000), *Formulación de un plan de manejo, restauración y conservación de suelos en la Microcuenca Laguna de Zinciro, Michoacán*, Texcoco, Departamento de suelos, Universidad Autónoma de Chapingo.
- R.L. Wrlcomme (1980), *Cuencas fluviales*, Roma, Dirección de Ambientes y Recursos Pesqueros.
- Firco (Fideicomiso de riesgo compartido) (2005), *Guía técnica para la elaboración de planes rectores de producción y conservación*.
- Granados, Hernández (2005), *La cuenca hidrológica, unidad ecológica de manejo*, México, Universidad Autónoma de Chapingo
- Heano, J., (2006), *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*, María Bejarano (editora), Bogotá, Universidad Santo Tomás.

- Ideam (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estadísticas Ambientales) (2003), *Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática) (2000), *Síntesis geográfica del Estado de México*.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática) (2005), *Conteo de población y vivienda*.
- (1983a), Carta geológica E 14 A 87. Escala 1:50 000, 3ª edición.
- (1983b), Carta topográfica E 14 A 87. Escala 1:50 000, 3ª edición.
- (2000), *Censo de población y vivienda*.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2003), La cantidad de agua domiciliaria. El nivel del servicio y la salud, http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/iusho302/es/index.html.
- Maass José Manuel (2001), *La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala*, INE.
- Manríquez, E. y R. Rojas (2004), *Metodología para la conservación privada*, México, Pronatura.
- Martínez, M. R. (1999), IX CONGRESO NACIONAL DE IRRIGACIÓN, Simposio 4, Manejo integral de cuencas hidrológicas. Pasado, presente y futuro, Colegio de postgraduados Culiacán, Sinaloa, México
- Perales Rivera, Hugo (2000), *La teoría de sistemas en la investigación agrícola: el caso del sistema citricota en la región de Nuevo León*, México, tesis, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ruiz, J. y Francisco Reyes (2005), *Geografía, Física Aplicada*, Málaga, Universidad de Málaga.
- Vargas, et al. (comp.) (2003), *Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*, Bogota, Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.
- Von, Bertalanffy (1976), *Teoría general de los sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Gobierno del Estado de México (1993), *Atlas ecológico de la cuenca hidrológica del río Lerma*, Comisión coordinadora para la recuperación ecológica de la cuenca del río Lerma.
- Valdez, Ma. et al.(2008), “Estimación de la producción de agua superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca para el año 2006”, *Quivera*, México, UAEM.

NORMAS

- NOM-014-SSA1-1993, “Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados”.
- NOM-112-SSA1-1994, “Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable”.
- NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”.
- NOM-001-ECOL-1996, “Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”.
- NMX-AA-093-SCFI-2000, “Análisis de agua-determinación de la conductividad electrolítica-método de prueba (cancela a la NMX-AA-093-1984)”.
- NMX-AA-008-SCFI-2000, “Análisis de agua-determinación del pH-método de prueba (cancela a la NMX-AA-008-1980)”.
- NMX-AA-034-SCFI-2001, “Análisis de agua-determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba (cancela a las NMX-AA-020-1980 y NMX-AA-034-1981)”.
- NMX-AA-007-SCFI-2001, “Análisis de agua-determinación de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba (cancela a la NMX-AA-007-1980)”.
- NMX-AA-012-SCFI-2001, “Análisis de agua-determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba (cancela a la NMX-AA-012-1980)”.
- NMX-AA-038-SCFI-2001, “Análisis de agua-determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba (cancela a la NMX-AA-038-1981)”.

LOS RECURSOS NATURALES FORRAJEROS NATIVOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS LECHEROS COMO MEJORADORES DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y REDUCTORES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Julieta G. Estrada Flores¹

Raquel Martínez Loperena²

Luz María Ramírez Montes de Oca³

Octavio A. Castelán Ortega⁴

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción campesinos tienen gran importancia en el centro de México; una de las actividades principales es el cultivo de maíz que además es la base para la alimentación del ganado (Castelán *et al.*, 1997; Villa *et al.*, 1998) durante todo el año, primordialmente en la época de estiaje. En época de lluvias los campesinos hacen un uso adecuado de otro tipo de recursos naturales disponibles como son las arvenses (plantas que crecen dentro de los cultivos de maíz) y de vegetación tanto ruderal como riparia que ocurre dentro de los sistemas campesinos con recursos económicos limitados. Esta forma de alimentación permite a los productores reducir los gastos de alimentación.

¹ Investigadora del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, UAEM, Integrante del Cuerpo Académico Producción Animal Campesina. Correo electrónico: jgestradaf@uaemex.mx.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Yucatán.

³ Facultad de Planeación Urbana y Regional, 4, Universidad Autónoma del Estado de México.

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México.

Estos sistemas utilizan una gran diversidad de recursos forrajeros generados directamente en las unidades de producción que se complementan con otros recursos alimenticios de bajo costo como esquilmos agrícolas (rastrosos principalmente) y subproductos de la industria alimenticia y pecuaria: acemite de trigo, desechos de galletería, subproductos de cervecería y gallinaza o pollinaza.

Aunque es común el uso de las arvenses para alimentar a los bovinos lecheros, se conoce muy poco acerca de sus características nutritivas no sólo desde el punto de vista bromatológico, sino también desde una caracterización más específica como lo es la cinética de fermentación ruminal a través de producir gas *in vitro* y obtener de los parámetros de fermentación a partir del ajuste matemático de dicha producción a una ecuación exponencial.

La fermentación ruminal del alimento genera ácidos grasos volátiles que son los productos que realmente utiliza el animal; sin embargo, también se generan como parte de la fermentación productos de desecho como el bióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4). Uno de los grandes retos en la alimentación de los bovinos es encontrar dietas que reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero. Las arvenses, al igual que otras plantas de zonas tropicales, contienen taninos que se ha comprobado mejoran la fermentación reduciendo dichas emisiones.

DEFINICIÓN DE ARVENSES

Se utiliza el término *arvenses* para definir a las plantas que viven entre los cultivos y crecen en forma espontánea en áreas agrícolas (Nava Bernal *et al.*, 2000). Las arvenses generalmente no causan daño a los cultivos, sólo cuando abundan al inicio del desarrollo del cultivo y pueden competir intensamente con las plantas pequeñas; pero las arvenses que se establecen después de 40 días de nacidas en las plantas del cultivo (maíz) ya no afectan el desarrollo y producción de granos, aunque sus poblaciones sean abundantes, excepto si son especies trepadoras como *Echinosystis lobata* (calabacilla) y *Sicyos deppei* (chayotillo) que se enredan en las plantas de maíz y pueden derribarlas, además producen espinas que dificultan la cosecha (Vieyra Odilon y Vibrans, 2001).

CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LAS ARVENSES

Las arvenses tienen un potencial reproductivo alto debido a una producción y viabilidad elevada de sus semillas por varios años, no siempre, y una reproducción continua de semillas de algunas especies. El comportamiento del banco de semilla es de gran persistencia, ya que la vida media de las semillas dentro del suelo es mayor a dos años en la mayoría de los casos; sobreviven a situaciones cambiantes o extremas, además su amplia distribución es consecuencia de su gran potencial de colonización y dispersión (Espinosa García, 1997).

USO Y APROVECHAMIENTO DE LAS ARVENSES EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN PEQUEÑA ESCALA DEL VALLE DE TOLUCA

Las arvenses son utilizadas en combinación con pastoreo de besanas o bien administradas directamente en los comederos durante todo el día; en muchas ocasiones contribuyen a subsanar la falta de zonas de pastoreo comunal, ya que gran parte de la tierra agrícola se encuentra dedicada al cultivo del maíz incrementando con ello la posibilidad de tener mayor número de cabezas de ganado, pues la disponibilidad de rastrojo de maíz durante la época de lluvias es limitada (Arriaga *et al.*, 1997). La mayoría de los pequeños productores proporcionan estas plantas a sus animales tal como las cortan y algunos picadas. La cantidad suministrada depende de la disponibilidad del forraje directamente relacionada con el área dedicada al cultivo de maíz, así como el tiempo que el productor dedica a su corte limitado por el cumplimiento de otras tareas que tienen mayor peso específico dentro de la unidad de producción en las diferentes temporadas del año.

Además de su uso en la alimentación del ganado bovino, las arvenses también se utilizan para alimentar al ganado ovino, equino y porcino que se encuentra en la unidad de producción. Con la designación genérica del quelite se conocen las arvenses comestibles cuyo principal consumo es como *verdura*. Dentro de las

arvenses utilizadas como alimento para el hombre se encuentran especies como el quelite cenizo (*Chenopodium álbum*), cuyas hojas son utilizadas como alimento, o las plantas del género *Amaranthus* en la preparación de dulces como la alegría que es utilizada en México desde tiempos prehispánicos (Nava, 1995; Vibrans, 1998).

Marshall *et al.* (2003) indican que existen datos en los que las arvenses cumplen un papel importante en la biodiversidad teniendo efectos benéficos por ejemplo en el control de plagas y varias especies de pájaros. Especies como *Poa annua* L. y *P. aviculare* tienen mayor importancia para la biodiversidad en sistemas de cultivos que otras como la *A. myosuroides* y *V. persica*. Concluye que es necesario conocer el manejo y el efecto que tiene el uso de los herbicidas sobre la diversidad de arvenses, así como la comprensión y datos cuantitativos de las interacciones entre flora y fauna y los espacios destinados a cultivos.

DIVERSIDAD DE LAS ARVENSES

La diversidad se define como la abundancia relativa de las especies de un ecosistema; es decir, las especies presentes pueden ser abundantes y raras. También se define como el número de especies diferentes que conforman una comunidad en un lugar determinando (Glessman, 2002).

La diversidad refleja las interacciones que se producen entre las especies que componen el ecosistema. Todo aquello que contribuye a impedir fuertes interacciones entre especies que favorecerá la diversidad (Fernández y Leiva Morales, 2003). Además cuenta con dos componentes: la riqueza y la abundancia (Odum, 1995).

La diversidad alfa (α) es la diversidad de especies en un lugar determinado; es simplemente la variedad de especies en un área relativamente pequeña de una comunidad (Glessman, 2002). Se entiende la diversidad alfa como el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular, entonces un simple conteo del número de especies de un sitio bastará para su determinación (Moreno, 2001).

DEGRADACIÓN DEL ALIMENTO EN EL RUMEN

La digestión de los alimentos en el rumen es el resultado de dos procesos complejos: la degradación y pasaje. La degradación ocurre primeramente a través de la actividad de los microorganismos en el rumen (Dijkstra *et al.*, 2007). La digestión de las plantas en el rumen sucede cuando el ganado al pastorear elimina las hojas y porciones del tallo de los cultivos; el tallo es masticado brevemente, enrollado en bolo y pasa al rumen. La planta entra en el rumen como una masa heterogénea en condiciones normales. La biomasa de la planta reside en el rumen cerca de 24 horas dependiendo del tamaño de partícula; durante el curso de esta incubación las paredes celulares son degradadas y las proteínas son divididas a péptidos y aminoácidos. El tamaño de partícula del forraje disminuye a través de las fuerzas mecánicas ejercidas por las paredes del rumen y, aunque este proceso es largo, la planta tiene que pasar por el proceso de regurgitación y remasticación (Kingston Smith y Theodorou, 2000).

Diversas poblaciones de bacterias anaerobias, hongos y protozoarios colonizan nuevamente el material ingerido degradando las paredes celulares y proteínas para liberar la base del crecimiento microbial. Esta población microbiana provee de la energía y requerimiento de N al animal: la energía es derivada de la fermentación de ácidos grasos volátiles (AGV's) de la planta (absorbida en el rumen) y el N de la degradación de la biomasa microbial en el abomaso. Por lo tanto la digestión de las plantas en el rumen alimenta la población microbial y provee al animal de energía. Mientras que la digestión de la proteína microbial en el estómago verdadero provee al animal de proteína (Kingston Smith y Theodorou, 2000).

El otro proceso de digestión es la tasa de pasaje; determina el tiempo en el que el alimento es retenido en varios compartimentos del tracto digestivo por la digestión. Este proceso ha sido integrado y descrito matemáticamente por la predicción de la digestión de los alimentos y la producción de los ácidos grasos volátiles y materia microbial en el rumen y la predicción del flujo de alimento indigestible y materia microbial (Dijkstra *et al.*, 2007).

TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO*

La técnica de producción de gas *in vitro* es una prueba que ha sido usada para la evaluación de alimento para ganado, principalmente porque pueden calcularse las tasas de fermentación vía acumulación de gas. Aunque los productos de desecho, gases fermentados (principalmente CO₂ y CH₄) representan parte del alimento que ha sido degradado, el uso de esta técnica liga precisamente los productos de desecho con los productos fermentados como son los ácidos grasos de enlaces corto o biomasa microbial (Blümmel *et al.*, 1999).

La técnica de producción de gas *in vitro* originalmente desarrollada por Menke *et al.* (1979) y Menke y Steingass (1988) se ha utilizado para determinar el valor nutritivo de los forrajes. El principio fundamental de la técnica es que la cantidad de gas liberada cuando una muestra de alimento es incubada *in vitro* con líquido ruminal es directamente proporcional con la digestibilidad o la degradación del sustrato de la muestra y por lo tanto con el valor energético del alimento (Menke *et al.*, 1979; Menke y Steingass, 1988; Blümmel y Orskov, 1993; Khazaal *et al.*, 1993; Krishnamoorthy *et al.*, 1995). El gas producido está formado básicamente de CO₂ y CH₄, así como también de ácidos grasos volátiles (Rymer *et al.*, 1998). La tasa y producción de gas pueden relacionarse con la tasa y degradación del sustrato (FND). La determinación de proteína cruda, grasa cruda y nitrógeno en la evaluación hacen un cálculo más adecuado para los forrajes que otros métodos como los de Tilley y Terry (1963).

Herrero *et al.* (1996) sugieren que esta técnica provee mejores predicciones de digestibilidad y predicción del valor energético de los forrajes que otras técnicas *in vitro* puede ser usada para representar la dinámica de fermentación de las muestras incubadas. La importancia de esta técnica es que permite conocer las características de degradación de la materia seca, la ingesta del forraje y el comportamiento animal (Kibon y Ørskov, 1993); es decir, la cinética de fermentación así como también la evaluación de la tasa de fermentación de los alimentos en sus diferentes componentes (Mertens y Weimer, 1998). La producción de gas se ha usado para determinar directamente el contenido de energía metabolizable de los forrajes y

la digestibilidad de la materia orgánica a través de ecuaciones (Menke *et al.*, 1979; Menke y Steingass, 1988).

La base teórica está en que la prueba de producción de gas *in vitro* producido cuantitativamente y cualitativamente, y de acuerdo con la estequiometría de Wolin, la cantidad de CO₂ y CH₄ fermentado podría ser exactamente calculada por la cantidad y proporción de acetato, propionato y butirato presentes en el medio de incubación. Al adicionar CO₂ se produce AGV's del *buffer* y cerca de 54% del volumen total de gas es atribuido a esta reacción del *buffer* al suponer que 1 mmol de AGV's libera 1mmol de CO₂ del buffer de bicarbonato dentro de la fase de gas. Bajo este método se tiene que después de las 24 h de incubación los alimentos producen un promedio de 1.08 mmol de AGV's compuesto por 0.67 de acetato, 0.21 de propionato, 0.11 de butirato y 0.01 de isobutirato. Después de las 48 h la producción media de AGV's fue de 1.27 mmol con un modelo similar de ácidos grasos individuales después de las 24 horas (Blümmel *et al.*, 1999).

COMPONENTES SECUNDARIOS DE LAS PLANTAS

Los componentes secundarios de la planta (CSP) son un grupo diverso de moléculas que están encargadas en la adaptación de la planta y su ambiente, pero no son parte de las rutas bioquímicas primarias del crecimiento celular y reproductivo de la misma. Son alrededor de 24 000 estructuras que tienen efectos tanto antinutricionales como tóxicos en los mamíferos. Estos componentes incluyen alcaloides, aminoácidos no proticos, glucósidos cianogénicos, terpenoides volátiles, saponinas, ácidos fenólicos, taninos hidrolizables (TH) y flavonoides, incluyendo proantocianidinas (PA) e isoflavones. Estos componentes están involucrados en la defensa de la planta contra otros herbívoros y patógenos, regulación de simbiosis. Controlan la germinación de la semilla y la inhibición química por la competencia con otras especies. Por lo tanto la parte integral de los CSP es la relacionada con la interacción que existe entre las diversas especies de plantas y animales (Reed *et al.*, 2000).

Las investigaciones que se han realizado sobre estos componentes van encaminados a los efectos antinutricionales y tóxicos sobre el ganado y de esta manera se han clasificado en dos grupos:

1. Componentes tóxicos que están presentes en plantas en concentraciones bajas (generalmente menos de 20 g Kg^{-1} de materia seca). Cuando son absorbidos, los efectos negativos son generalmente fisiológico-negativos como problemas neurológicos, fallas reproductivas, bocio, gangrena y muerte. Ejemplos de estos componentes son los alcaloides, glucósidos cianogénicos, aminoácidos tóxicos, saponinas, isoflavonoides, entre otros.
2. Los componentes no tóxicos son los que disminuyen la digestibilidad y palatabilidad de las plantas. Se requiere de altas concentraciones ($> 20 \text{ g kg}^{-1}$ de materia seca) de estos componentes para que tengan efectos negativos y el principal sitio de afectación es la actividad del tracto digestivo u órganos sensoriales asociados con la alimentación. Esta clase incluye lignina, taninos, cutinas, sílica biogénica y terpenoides volátiles. Los componentes que tienen un rol estructural en la planta disminuyen la degradabilidad microbial en los polisacáridos de la pared celular. La principal función de los taninos y terpenoides es la defensa de la planta sobre predadores (Reed *et al.*, 2000).

Sin embargo, los CSP en forrajes también han sido asociados con el mejoramiento del valor nutritivo y efectos benéficos sobre la salud animal. Por ejemplo, los proantocianidinas son llamados comúnmente taninos condensados presentes en leguminosas forrajeras que están asociados con el mejoramiento de la digestión de la proteína y el metabolismo en los rumiantes (Reed *et al.*, 2000).

Wei-Lian *et al.* (2005) investigaron el efecto de las saponinas del té sobre la fermentación ruminal. Encontraron que existe una inhibición del crecimiento de protozoarios y se reduce la concentración de metano y N-amoniaco e incrementa el rendimiento de la masa microbial sin tener un efecto significativo en la producción de ácidos grasos volátiles.

Por otro lado, Puchala *et al.* (2004) realizaron una comparación de las emisiones de metano en cabras que consumieron taninos condensados contenidos

en forraje de sericea lespedaza (*Lespedeza cuneata*) y una mezcla de pasto silvestre, Kentucky 31m y alto en festuca. El consumo y digestibilidad de materia seca fue mayor para sericea lespedaza que para la mezcla de pasto silvestre y festuca. El N amoniacal y las concentraciones de Nurea fueron más bajas para sericea lespedaza que para la mezcla, mientras que la concentración de AGV's totales no tuvo diferencias significativas y las emisiones de metano fueron más bajas para sericea lespedaza que para la mezcla. Estos resultados indican el potencial de los taninos condensados en forrajes como sericea lespedaza para la disminución de las emisiones de metano. En suma con otros beneficios cuando no es incluida en altos porcentajes en la dieta, así como un incremento en la absorción de aminoácidos.

OBJETIVO

Determinar la diversidad de arvenses presente en los terrenos de cultivo, la cinética de fermentación ruminal de las especies más abundantes, la cinética de fermentación ruminal y el contenido de metabolitos secundarios como posibles reductoras de las emisiones de gases de efecto invernadero.

METODOLOGÍA

Determinación de diversidad

Se seleccionaron diez milpas en el Valle de Toluca. La colecta de las especies se realizó utilizando el método de cuadrantes que consiste en contar el número total de individuos de cada una de las especies presentes (densidad) en un cuadrante de 0.5 x 0.5 metros que se colocó al azar con una repetibilidad de 10 a 15 cuadrantes por parcela. (Castelán Ortega, 1999; Castelán *et al.*, 2003). Posteriormente se colectaron al menos tres individuos con flores de cada especie, los cuales se prensaron y secaron para su identificación posterior.

Determinación de los índices de diversidad

La abundancia, que es la distribución de individuos de una especie (Odum, 1995) o bien es el cálculo de la cantidad de individuos de una especie dentro del área, se obtiene sumando los valores obtenidos por cada especie en cada cuadro y el total se divide entre el número de cuadros en los cuales la especie referida está presente de acuerdo con la siguiente fórmula (García *et al.*, 2000):

$$A = V_{sj}/C_s$$

Donde:

A = Abundancia

V_{sj} = Valor obtenido por la especie en los cuadros

C_s = Número total de cuadros con la especie

Índice de equidad de Shanonn-Weaver

Toma en cuenta dos componentes de la diversidad el número de especies y la equitatividad o uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie; de acuerdo con lo anterior un número mayor de especies incrementa la diversidad y la uniformidad (López, 1995).

$$H' = - \sum [(p_i) \ln (p_i)]$$

Donde:

p_i = n_i/N

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de individuos totales

Índice de dominancia de Simpson

Indica la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies; calcula si hay especies muy dominantes en el ecosistema (Fernández y Leiva Morales, 2003; Moreno, 2001).

$$\lambda_i = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Determinación de las eficiencias de fermentación y metabolitos secundarios

Las arvenses fueron separadas por especie una vez colectadas y para obtener la mezcla por especie se juntaron al menos cinco individuos provenientes de diversas parcelas. Las muestras utilizadas para el análisis químico proximal y para la cinética de fermentación ruminal se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C y se molieron en un molino Willey a un tamaño de partícula de 1 mm. Posteriormente se realizaron cinco mezclas de cada una de las diez especies con rastrojo de maíz, con las siguientes proporciones 100/0, 80/20, 60/40, 40/60 y 20/80 arvense-rastrojo de maíz respectivamente. Para la determinación de taninos las muestras se secaron en una secadora botánica a aproximadamente 30 grados centígrados.

Para determinar la cinética de fermentación ruminal se utilizó la técnica de producción de gas *in vitro* de a cuerdo con el método propuesto por Menke *et al.* (1979) y modificado por la Universidad de Reading según Mauricio *et al.* (1999). Aproximadamente 0.9999 mg MS de las mezclas de cada especie fueron incubadas en botellas de vidrio con 90 ml de solución buffer y 10 ml de líquido ruminal teniendo una réplica de tres botellas por muestra. El líquido ruminal fue colectado de dos vacas fistuladas que fueron alimentadas con una dieta basada en 83% de forraje y 17% de concentrado. Las botellas fueron incubadas en baño

maría a 39 °C. El volumen de gas fue registrado cada hora durante las primeras ocho posteriormente a las 12, 16, 20, 24, 28, 36, 44, 52 y 72 horas de incubación. Después del periodo de incubación los residuos fueron removidos para la determinación de la digestibilidad de la materia seca (dMS) y digestibilidad de la fibra detergente neutro (dFDN). El volumen acumulado de gas de cada una de las botellas se ajustó al modelo matemático propuesto por Jessop y Herrero (1996):

$$GP = a \times (1 - \exp(-ca \times t)) + b \times (1 - \exp(-cb \times (t - \text{lag}))) \times (t > \text{lag}) \times -1$$

Donde:

PG = producción acumulada de gas (ml)

a = producción de gas a partir de la fermentación (ml) de la fracción soluble de los carbohidratos

b = producción potencial de gas (ml) a partir de la fracción insoluble pero potencial degradable

ca = tasa de fermentación de la fracción a

cb = tasa de fermentación de la fracción b

lag = fase antes de iniciar la fermentación de la fibra de detergente neutro

Para la realización de los ajustes de la curva de producción de gas se utilizó el programa Grafit v3. En cada una de las muestras (arvenses y rastrojo de maíz) con sus respectivas mezclas se determinó la concentración de N por el método Kjeldahl (Association Official of Analytical Chemists [AOAC], 1989) y se multiplicó por 6.25 para determinar su contenido de proteína cruda (PC), para el caso de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) por el método de Van Soest *et al.* (1991). La dMS se calculó a partir del residuo no fermentado en las botellas después de 72 h de fermentación, el cual se secó a 60 °C por 48 h y posteriormente se le determinó el contenido de fibra detergente neutro.

La determinación de metabolitos secundarios (fenoles totales, taninos totales y taninos no fenólicos) se realizó a las diez especies más abundantes. La cantidad

de fenoles totales se calculó como el equivalente de ácido tánico con la curva de calibración. La cantidad de taninos no fenólicos se determinó utilizando polivinil polipirridone (PVPP) a través de la curva de calibración y los taninos totales por diferencia entre fenoles totales y taninos no fenólicos (Makkar, 2003).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas (Steel y Torrie, 1997) en el cual la parcela mayor fueron las especies, la parcela menor los tratamientos o inclusiones de arvense/rastrojo de maíz y los bloques los periodos. Las variables analizadas fueron la composición química, digestibilidad *in vitro* y cinética de fermentación ruminal. El modelo general lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + E_j + \Delta_{ij} + T_k + (E \times T)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

- Y = variable respuesta
- μ = media general
- P_i = efecto del periodo ($i=1, 2, 3$)
- A_i = parcela mayor ($i=1, \dots, 10$), que son las arvenses
- Δ_j = error asociado con la parcela mayor
- T_k = parcela menor ($k=1, \dots, 5$), que son los tratamientos (arvenses: rastrojo de maíz)
- $E \times T$ = interacción entre especies y tratamientos
- e_{ijk} = efecto del error residual

El análisis de los metabolitos secundarios se realizó mediante un diseño completamente al azar (Steel y Torrie, 1997), donde los tratamientos fueron las especies. El modelo general lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

μ = media general

t_i = efecto debido a las especies ($i=1, \dots, 10$)

e_{ij} = error residual

Las variables analizadas fueron taninos no fenólicos, fenoles y taninos totales.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y se expresaron en medias con su respectivo error estándar. La diferencia entre medias ($p < 0.05$) se calculó mediante la prueba Tukey. Se empleó el comando de Modelo General Lineal del paquete estadístico Minitab versión 14 (2000).

RESULTADOS

Selección y diversidad de especies

El cuadro 1 muestra las diez especies seleccionadas por el valor de su abundancia. Las familias con número mayor de especies fueron asteraceae y poaceae con nueve y ocho especies respectivamente; familias como cucurbitaceae, oxalidaceae, polygonaceae, entre otras, sólo registraron una especie. La especie *Oxalis divergens* de la familia oxalidaceae presentó una abundancia mayor.

Cuadro 1

ÍNDICE DE ABUNDANCIA DE LAS DIEZ ESPECIES DE ARVENSES EN CULTIVOS DE MAÍZ
SELECCIONADAS EN LOS TRES PERIODOS DE MUESTREO

Agosto 2007		Septiembre 2007		Octubre 2007	
Especie	A	Especie	A	Especie	A
<i>Bidens anthemoides</i>	2.08	<i>Bidens anthemoides</i>	2.48	<i>Bidens anthemoides</i>	2.03
<i>Bidens odorata</i>	2.43	<i>Bidens odorata</i>	1.81	<i>Bidens odorata</i>	2.19
<i>Cosmos bipinnatus</i>	4.20	<i>Cosmos bipinnatus</i>	3.25	<i>Cosmos bipinnatus</i>	1.00
<i>Drymaria laxiflora</i>	12.79	<i>Drymaria laxiflora</i>	10.66	<i>Drymaria laxiflora</i>	4.26
<i>Echinochloa oplismenoides</i>	7.13	<i>Echinochloa oplismenoides</i>	2.29	<i>Echinochloa oplismenoides</i>	3.37
<i>Oxalis divergens</i>	15.67	<i>Oxalis divergens</i>	10.65	<i>Oxalis divergens</i>	7.44
<i>Simsia amplexicaulis</i>	1.88	<i>Simsia amplexicaulis</i>	1.64	<i>Simsia amplexicaulis</i>	1.32
<i>Tithonia tubiformis</i>	2.67	<i>Tithonia tubiformis</i>	1.00	<i>Tithonia tubiformis</i>	1.64
<i>Tridax coronopifolia</i>	2.10	<i>Tridax coronopifolia</i>	3.47	<i>Tridax coronopifolia</i>	3.41
<i>Tripogandra purpurascens</i>	3.28	<i>Tripogandra purpurascens</i>	3.20	<i>Tripogandra purpurascens</i>	2.33

A: Índice de abundancia.

En el cuadro 2 se presentan los índices de diversidad por periodo; el índice de Shannon indica que para el mes de septiembre es cuando existe una mejor distribución de las especies, mientras que la uniformidad disminuye drásticamente en el mes de octubre-noviembre.

Cuadro 2

ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR PERIODO

	Índice de Simpson	Índice de Shannon	Riqueza
Agosto	0.34	0.96	17
Septiembre	0.24	1.12	18
Octubre-noviembre	0.41	0.54	19

Esto se complementa con el índice de Simpson, en el cual se puede observar que el agroecosistema está dominado por unas cuantas especies especialmente en el último periodo de evaluación. La riqueza es similar en los tres periodos.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

En cuanto a la calidad nutritiva de las especies, el cuadro 3 muestra que las especies con mayor contenido de PC son *Oxalis divergens* y *Drymaria laxiflora*, la especie con menor contenido ($p < 0.001$) fue *Bidens odorata*. Para el caso de la FDN se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$), especies como *Echinochloa oplismenoides* y *Cosmos bipinnatus* son las que tienen los aportes de FDN más elevados. La digestibilidad de la materia seca (dMS) presentó diferencias significativas ($p < 0.001$) y éstas varían desde 542.50 g/kg de MS, en *Cosmos bipinnatus* hasta 633.40 g/kg de MS en *Tripogandra purpuracens*. La digestibilidad de la FDN (dFDN) entre las especies evaluadas muestra una gran variación ($p < 0.001$), ya que va desde 349.50 g/kg de MS en *Drymaria laxiflora* hasta 652.10 g/kg de MS en *Oxalis divergens*.

Cuadro 3

COMPOSICIÓN QUÍMICA (G /KG MS) POR ESPECIE, TRATAMIENTO Y PERIODO

Especie	PC	FDN	FDA	dMS	dFDN
<i>Bidens odorata</i>	42.20 ^c	581.20 ^c	388.40 ^b	594.20 ^b	470.00 ^c
<i>Bidens anthemoides</i>	70.39 ^b	596.10 ^c	401.10 ^b	548.40 ^b	390.50 ^c
<i>Cosmos bipinnatus</i>	73.85 ^b	634.40 ^b	422.80 ^a	542.50 ^b	427.80 ^c
<i>Drymaria laxiflora</i>	86.52 ^{ab}	607.10 ^{cb}	361.00 ^c	548.90 ^b	349.50 ^{ef}
<i>Echinochloa oplismenoides</i>	60.10 ^b	673.70 ^a	403.70 ^{ab}	613.00 ^{ab}	552.70 ^{ce}
<i>Tridax coronopifolia</i>	74.97 ^b	586.10 ^c	390.10 ^b	557.80 ^b	388.00 ^{ef}
<i>Tithonia tubiformis</i>	68.30 ^b	609.60 ^{cb}	399.60 ^b	560.90 ^b	525.20 ^{de}
<i>Oxalis divergens</i>	99.12 ^a	565.50 ^{cd}	360.30 ^c	576.00 ^b	652.10 ^a

Continuación...

<i>Especie</i>	<i>PC</i>	<i>FDN</i>	<i>FDA</i>	<i>dMS</i>	<i>dFDN</i>
<i>Tripogandra purpuracens</i>	73.06 ^b	549.00 ^{ce}	334.70 ^d	633.40 ^{ab}	581.30 ^{be}
<i>Simsia amplexicaulis</i>	69.41 ^b	580.20 ^c	384.10 ^b	566.10 ^b	452.80 ^c
<i>EEM</i>	3.9	9.3	5.6	18.5	24.9
<i>p</i> <	***	***	***	***	***
Tratamientos					
100/0	98.11 ^a	499.30 ^e	341.00 ^e	587.30	432.70 ^c
80/20	83.30 ^b	550.80 ^d	363.90 ^d	582.20	464.40 ^c
60/40	71.01 ^c	597.10 ^c	383.60 ^c	580.80	466.70 ^c
40/60	58.69 ^d	644.50 ^b	405.60 ^b	569.60	502.40 ^{bc}
20/80	47.82 ^e	699.80 ^a	428.70 ^a	550.60	528.70 ^{ab}
<i>EEM</i>	5.5	13.1	8.0	26.2	35.3
<i>p</i> <	***	***	***	NS	***
Periodos					
1	83.75 ^a	591.00 ^b	377.70 ^c	579.70 ^b	474.80 ^a
2	66.72 ^b	595.20 ^b	389.50 ^b	557.30 ^b	501.70 ^a
3	64.90 ^b	608.70 ^{ab}	386.60 ^{ab}	585.40 ^{ab}	460.50 ^{ab}
<i>EEM</i>	7.2	17.0	10.3	33.8	45.6
<i>p</i> <	***	**	**	**	**
Periodos*Especie	***	**	***	**	***
Especie*Tratamiento	NS	**	***	NS	**

^{abcdef}: Diferentes letras en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

PC: Proteína cruda, FND: Fibra neutro detergente, FDA: Fibra ácido detergente, dMS: Digestibilidad de la Materia Seca, dFND: Digestibilidad de la fibra neutro detergente, EE: Error estándar de la media.

NS: No significativo; * ($p < 0.05$); ** ($P < 0.01$); *** ($p < 0.001$).

CINÉTICA DE FERMENTACIÓN RUMINAL

Los resultados de la cinética de fermentación se presentan en el cuadro 4. La fracción *a* fue mayor ($p < 0.01$) en las especies *Tridax coronopifolia*, *Tripogandra purpuracens* y *Drymaria laxiflora* con respecto al resto. En cuanto al efecto debido a los tratamientos, las combinaciones 40/60 y 20/80 son las que menos carbohidratos solubles proporcionan a la fermentación ($p < 0.001$). Se observó un incremento en la fracción *b* en estos mismos tratamientos; sin embargo, la inclusión baja de rastrojo de maíz aumenta la fracción *a*, lo que sugiere que la combinación con las arvenses mejora la fracción soluble (*a*). La fracción *b* fue diferente para especie ($p < 0.01$), tratamiento y periodo ($p < 0.001$). La tasa de fermentación para esta fracción fue significativa ($p < 0.01$) para especie, periodo y tratamiento. Las especies con mayor tasa de fermentación fueron *Tripogandra purpuracens*, *Tridax coronopifolia* y *Oxalis divergens*. Respecto a *cb* se afectó por el nivel de inclusión de rastrojo, dado que a mayor nivel de inclusión la tasa disminuyó de 0.04 a 0.02. En el caso de los periodos existe un aumento importante de *cb* para el periodo 3.

El tiempo *lag* por especie ($p < 0.01$) presenta una variación que va desde 6.45 en *Bidens odorata* hasta 12.84 en *Tripogandra purpuracens*, lo cual indica que el inicio de la fermentación de la FDN varía hasta 5 h de una especie a otra. En el caso de los tratamientos y periodos el tiempo *lag* es similar ($p > 0.05$).

Cuadro 4

PARÁMETROS DE CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* POR ESPECIE, TRATAMIENTOS (ARVENSES: RASTROJO DE MAÍZ) Y PERIODOS

Especie	<i>a</i>	<i>ca</i>	<i>b</i>	<i>cb</i>	<i>lag</i>
<i>Bidens odorata</i>	24.35 ^d	0.0487	235.70 ^d	0.0248 ^c	6.45 ^c
<i>Bidens anthemoides</i>	53.99 ^d	0.0463	171.20 ^{de}	0.0272 ^c	7.99 ^c
<i>Cosmos bipinnatus</i>	17.10 ^e	0.0573	195.20 ^d	0.0313 ^c	8.51 ^c
<i>Drymaria laxiflora</i>	48.182 ^d	0.0620	177.50 ^d	0.0216 ^c	9.14 ^c
<i>Echinochloa oplismenoides</i>	44.97 ^d	0.0498	241.60 ^d	0.0207 ^c	9.05 ^c

Continuación...

<i>Especie</i>	<i>a</i>	<i>ca</i>	<i>b</i>	<i>cb</i>	<i>lag</i>
<i>Tridax coronopifolia</i>	64.92 ^d	0.1070	147.70 ^e	0.0446 ^{de}	9.42 ^e
<i>Tithonia tubiformis</i>	18.56 ^e	0.0611	189.80 ^d	0.0301 ^d	7.25 ^e
<i>Oxalis divergens</i>	35.29 ^d	0.0481	203.50 ^d	0.0441 ^{de}	7.62 ^e
<i>Tripogandra purpuracens</i>	51.29 ^d	0.0542	201.20 ^d	0.0452 ^{de}	12.84 ^{de}
<i>Simsia amplexicaulis</i>	28.48 ^d	0.0880	223.70 ^d	0.0254 ^e	7.62 ^d
EE	12.7	0.028	23.9	0.0039	1.4
<i>p</i> <	**	NS	**	***	**
Tratamientos					
100/0	50.54 ^d	0.0539	141.70 ^e	0.0418 ^d	8.14
80/20	50.87 ^d	0.0497	174.0 ^e	0.0317 ^e	7.89
60/40	45.04 ^d	0.0551	190.80 ^e	0.0318 ^{de}	8.41
40/60	30.51 ^d	0.0772	230.90 ^{de}	0.0262 ^{ef}	8.94
20/80	16.6 ^e	0.0819	256.60 ^d	0.0260 ^{ef}	9.56
EEM	18.0	0.040	33.8	0.005	2.0
<i>p</i> <	***	NS	***	***	NS
Periodos					
1	30.13 ^e	0.0657	217.10 ^d	0.0261 ^e	8.85
2	35.18 ^e	0.0664	220.80 ^d	0.0270 ^e	7.84
3	50.83 ^d	0.0546	158.50 ^e	0.0415 ^d	9.08
EEM	23.2	0.052	43.7	0.0071	2.6
<i>p</i> <	**	NS	***	***	NS
Periodos*Especie	**	NS	***	***	**
Especie*Tratamiento	NS	NS	NS	**	NS

^{def}: Diferentes letras en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.5$)

NS: No significativo; * ($p < 0.05$); ** ($P < 0.01$); *** ($p < 0.001$).

a: Producción de gas a las 4 horas de fermentación (ml gas/g MS), *ca*: Tasa de fermentación de la fracción *a*, *b*: Producción potencial de gas (ml gas/g MS), *cb*: Tasa de fermentación de la fracción, *b lag*: Fase antes de iniciar la fermentación de la FND, EEM: Error estándar de la media.

METABOLITOS SECUNDARIOS

En el caso de los taninos no fenólicos las especies con los mayores contenidos son *Oxalis divergens*, *Cosmos bipinnatus*, *Bidens odorata* y *Bidens anthemoides* (cuadro 5). Solo se observaron diferencias ($P < 0.05$) en el contenido de taninos no fenólicos para *Oxalis divergens* y *Simsia amplexicaulis*. Sin embargo, los metabolitos secundarios de mayor importancia son los taninos totales, ya que estos contienen tanto taninos condensados como hidrosolubles que son los que provocan un efecto importante en el animal. Como se muestra en el cuadro 5, las especies con mayor contenido de taninos totales también son las que tienen mayor producción de gas con un valor mayor principalmente en la fracción *a*.

Cuadro 5

CONTENIDO DE TANINOS (%) NO FENÓLICOS, FENOLES TOTALES Y TANINOS TOTALES DE LAS ARVENSES

<i>Especie</i>	<i>Taninos no fenólicos (%)</i>	<i>Fenoles totales (%)</i>	<i>Taninos totales (%)</i>
<i>Bidens odorata</i>	0.25 ^{ab}	5.02	4.77
<i>Bidens anthemoides</i>	0.24 ^{ab}	7.75	7.50
<i>Cosmos bipinnatus</i>	0.26 ^b	7.04	6.77
<i>Drymaria laxiflora</i>	0.16 ^{ab}	2.89	2.27
<i>Echinochloa oplismenoides</i>	0.16 ^{ab}	5.92	5.72
<i>Tridax coronopifolia</i>	0.18 ^{ab}	8.60	8.42
<i>Tithonia tubiformis</i>	0.26 ^{ab}	3.59	3.32
<i>Oxalis divergens</i>	0.29 ^a	3.61	3.31
<i>Triplaganandra purpuracens</i>	0.16 ^{ab}	2.24	2.07
<i>Simsia amplexicaulis</i>	0.13 ^b	1.70	1.56
EEM	0.02	1.30	1.30
<i>p</i> <	*	NS	NS

^{ab} ($p < 0.05$); NS: No significativo; EEM: Error estándar de la media.

DISCUSIÓN

La abundancia es alta sólo para algunas especies, esto se debe a que se trata de un ecosistema agrícola el cual es menos diverso que los naturales (Fernandez y Leiva Morales, 2003). La baja diversidad se debe a que en estas parcelas agrícolas se lleva a cabo el monocultivo y la aplicación de grandes cantidades de herbicidas, además de estar perturbadas por las prácticas de labranza, lo cual afecta la abundancia poblacional y la composición florística de la vegetación (Hass y Streibig, 1982); ocasiona que el flujo de energía se vea interrumpido, pues con pocas especies sólo se puede armar un número reducido de cadenas tróficas, caso contrario de los policultivos y explotaciones mixtas agrícola-ganaderas que son más estables (Fernandez y Leiva Morales, 2003).

La diversidad de las plantas arvenses está determinada por muchos factores; sin embargo, el principal factor que determina una alta o baja diversidad es el uso de fertilizantes, ya sea químico u orgánico (Carvajal y Mondragón, 2000). En este caso el uso de las arvenses como alimento para ganado en ciertos meses y el uso de altas cantidades de herbicidas afecta la equitatividad de la distribución del número de individuos de especies, ya que en este tipo de parcelas presenta una alta dominancia e indica que la distribución del número de individuos de las especies no es equitativa; significa que de alguna manera hay una selección en la dinámica de la población de las arvenses, el establecimiento de algunas de ellas y por lo tanto incrementa la densidad poblacional (López, 1995; Marcano *et al.*, 1998) ocasionando que las especies menos dominantes se vean afectadas en su distribución poblacional y sean menos competitivas para aquellas que sí lo son; lo que significa una reducción drástica en la diversidad de arvenses, al volverse dominantes algunas de ellas por la presión de la selección probablemente provocada por la acción de las actividades antropogénicas.

La riqueza en este tipo de parcelas es mucho más baja que la encontrada por Carvajal y Mondragón (2000) en sistemas de producción campesinos en San Pablo Tlalchichilpa, municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México, donde no usan ningún pesticida. Esto se debe a que el uso desmesurado de pesticidas

limita el mantenimiento de una mayor diversidad que desde el punto de vista ambiental tiene efectos negativos ya que, al encontrarse un menor número de especies, la diversidad es menor y las consecuencias tendrán efectos adversos como rompimiento de las cadenas tróficas, desaparición de especies, menor retención de agua, erosión hídrica y eólica. Las tasas de reciclaje de nutrimentos, los cambios de eficiencia y el flujo de energía son alterados y aumenta la dependencia de insumos y de la interferencia humana (Glessman, 2002).

La combinación de arvenses con rastrojo de maíz representa una opción, así lo mencionan Niderkorn y Baumont (2009); indican que la suplementación de forrajes de baja y mediana calidad, altos niveles de lignina y bajos niveles de N en combinación con plantas de otras especies más nutritivas es una estrategia importante para mejorar la calidad de la mezcla de forrajes en su conjunto; sin embargo la planta complementaria debe proveer a los microorganismos del rumen los nutrientes requeridos para su crecimiento y actividad fibrolítica, en especial proteína y energía. Estos nutrientes, en especial el N, se deben encontrar fácilmente disponibles para los microorganismos del rumen aportando por ejemplo el amonio y los carbohidratos solubles necesarios para la síntesis de proteína microbiana en rumen. Por lo que la presencia de una fuente de fácil fermentación de celulosa y hemicelulosa en la dieta incrementa el número de microorganismos fibrolíticos estimulando la digestibilidad de otras fuentes bajas en fibras menos degradables como lo es el rastrojo de maíz (Fisher *et al.*, 1995). Este efecto se aprecia claramente pues la digestibilidad de la MS es mayor a altos niveles de inclusión de arvenses en la mezcla, no así la dFDN que cual disminuye; esto sugiere que la fibra de las arvenses es menos digestible por un lado y por otro lado que la cantidad de carbohidratos (CH) y PC fácilmente fermentables es mayor en las arvenses que en el rastrojo de maíz. Esto es particularmente cierto porque las digestibilidades observadas en el nivel 20/80 corresponde prácticamente a la del rastrojo. El efecto más representativo en cuanto al aporte de proteína debido al estado de madurez se presentó en el periodo 3 ($p < 0.001$) donde se observaron las menores concentraciones, probablemente asociados al envejecimiento de las plantas (Pinto *et al.* 2002; Tas *et al.* 2006).

Medina *et al.* (2009) menciona que para especies como *Tithonia diversifolia* la degradabilidad ruminal en la fase inicial de crecimiento contiene un valor nutritivo elevado. Considerando que la dFND tiene un gran impacto en el contenido energético en la dieta, Oba y Allen (2003) concluyen que por una unidad de aumento en la dFND en la dieta resulta en 0.177 kg/día de incremento de MS, por lo tanto vacas lecheras en lactación consumirán más forraje, el cual posee un contenido energético elevado cuando los forrajes son ricos en digestibilidad de la fibra detergente neutro.

La baja inclusión de rastrojo de maíz aumenta la fracción *a*, lo que sugiere que la combinación con las arvenses mejora la fracción soluble (*a*). Tas *et al.* (2006) mencionan que una mayor concentración de PC está asociada con una mayor tasa fraccional de degradación, este comportamiento también se observó en los resultados presentados en este estudio en las especies *Tridax coronopifolia*, *Bidens anthemoides*, *Tripogandra purpuracens*, *Drymaria laxiflora*, cuya tasa fraccional de degradación va de 0.04 a 0.10 específicamente de la fracción soluble *a*.

La inclusión de una mayor cantidad de rastrojo en comparación con las arvenses hace que la producción de gas se incremente, esto se debe a que existe una disponibilidad mayor de carbohidratos estructurales (Estrada Flores *et al.*, 2006). En el caso de la tasa de fermentación *cb* se incrementa en el periodo 3, esto indica, por un lado, que el combinar diversos grados de madurez mejora la tasa de fermentación de los carbohidratos estructurales y, por otra parte, que aunque se obtuvo una menor producción de gas en esta fracción (*b*) la fermentación es más rápida comparada con los periodos 1 y 2 (Noguera *et al.*, 2006).

En el caso del tiempo en el que inicia la fermentación de la fibra detergente neutro (tiempo *lag*), un valor menor en la fase *lag* sugiere que existe un aumento en la densidad energética de la ración lo que favorece el crecimiento microbiano y la rápida colonización del sustrato (Noguera *et al.*, 2006); Dijkstra *et al.* (2002) mencionan que el material soluble puede no ser metabolizado por los microorganismos del rumen porque la suplementación podría exceder la capacidad máxima de los microorganismos para usar todos estos sustratos inmediatamente; en este caso el tiempo *lag*, tanto en los tratamientos como en los periodos fue similar el tiempo *lag*.

La evaluación del contenido de metabolitos secundarios en este tipo de forrajes tiene una gran importancia ya que pueden ayudar o perjudicar al animal de diversas maneras. Los metabolitos secundarios de mayor importancia son los taninos totales puesto que contienen tanto taninos condensados como hidrosolubles, que son los que provocan un efecto importante en el animal, algunas veces es benéfico como en el caso de los taninos condensados que tienen la capacidad de enlazar la proteína para que pueda ser digerida en el intestino o los taninos hidrosolubles que tienen efecto perjudicial, específicamente en altas concentraciones son tóxicos (Reed *et al.*, 2000). Makkar (2003) menciona que valores superiores al 4.5% y 2% en fenoles y taninos totales en forrajes tropicales respectivamente no producen efectos negativos significantes en los rumiantes. Como se muestra en el cuadro 5, las especies con mayor contenido de taninos totales también son las que tienen mayor producción de gas con un valor mayor principalmente en la fracción *a*. Los valores elevados de este parámetro se encuentran relacionados con una mayor proporción de nutrientes solubles y la aceptable fracción fibrosa de la biomasa (Pinto *et al.*, 2002).

Los resultados obtenidos en cuanto a fenoles totales son superiores a los citados por Gutiérrez *et al.* (2008) en las especies *Cosmos bipinnatus*, *Oxalis divergens*, *Tithonia tubiformis* y *Simsia amplexicaulis*; éstas son consideradas de buena calidad para el mantenimiento del ganado, sin afectar su productividad y el nivel superior de estos componentes fenólicos en estas especies representan una fuente natural de antioxidantes (Gutiérrez *et al.*, 2008). La mayor parte de los estudios sobre metabolitos secundarios están enfocados a las especies de climas tropicales o subtropicales. Es importante resaltar que las especies del presente estudio son arvenses de valles altos y que existe poca información en cuanto al contenido de estos parámetros. No obstante, Makkar (2003) realizó el estudio de diversas especies de malezas en las cuales se observaron bajos niveles de taninos totales, específicamente estos van de 0.4 a 3.8%, para este caso especies como *Drymaria laxiflora*, *Thithonia tubiformis*, *Oxalis divergens*, *Tripogandra purpuracens* y *Simsia*

amplexicaulis son las que tienen valores que se encuentran en los rangos descritos por este autor y en el que concluye que valores bajos de taninos serán benéficos para los rumiantes dado que los taninos protegen la proteína de la dieta de la degradación del rumen y por lo tanto incrementan la proteína sin degradar en el nivel ruminal, por lo que se destaca una suplementación mayor de aminoácidos de origen alimenticio en el nivel postruminal en el animal, y una mayor absorción de estos como proteína digestible en el intestino (Makkar *et al.*, 1995a; Makkar *et al.*, 1995b).

CONCLUSIONES

Aunque la diversidad de arvenses en estos sistemas campesinos se encuentra disminuida por la presión de los productores al tratar únicamente de tener monocultivos sin considerar al agroecosistema como un todo, éstas especies representan una excelente fuente de forraje a los animales ya que les aportan los nutrientes necesarios para mantener una dieta de mantenimiento.

Por otro lado la composición química de las arvenses muestra que son una fuente de proteína para los rumiantes. *Oxalis divergens* es la que presenta un mayor contenido de PC y digestibilidad de la FND, además de que es la especie más abundante en los terrenos de cultivo.

La presencia de metabolitos secundarios en las concentraciones encontradas en este estudio no tiene un efecto directo sobre la fermentación, por lo que pueden ser utilizados como alimento para el ganado bovino. Un nivel mayor, el de inclusión de las arvenses sobre el rastrojo de maíz, incrementa el aporte de PC y mejora la cinética de fermentación ruminal.

La presencia de metabolitos secundarios en estas especies sugiere realizar estudios posteriores donde se pruebe el efecto que tienen estas especies sobre la fermentación ruminal y sobre la posibilidad de que se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero al mejorar dicha fermentación.

AGRADECIMIENTOS

A los colaboradores de este trabajo y a la Universidad Autónoma del Estado de México por el apoyo financiero otorgado por medio de los proyectos 2422/2007U y del Proyecto PIFI FE058/2008. Así también a los productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, J. C. *et al.* (1997), "Resultados de investigación participativa rural en el mejoramiento de sistemas de producción de leche en pequeña escala en el Estado de México", Investigación para el desarrollo rural. Diez años de experiencia del CICA (Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias) X aniversario, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Association Official of Analytical Chemists (AOAC) (1990), *Official methods of analysis of the association official of analytical chemists*, Estados Unidos, Hormitz.
- Blümmel, M. y E. R. Orskov (1993), "Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle", *Animal feed science and technology*, 40, pp. 109-119.
- Blümmel, M. *et al.* (1999), "A note on the stoichiometrical relationship of short chain fatty acid production and gas formation in vitro in feedstuffs of widely differing quality", *Journal of animal physiology*, 81, pp.157-167.
- Carvajal E. H. y P. J. Mondragón (2000), *Diversidad y etnobotánica de la vegetación arvense en la comunidad mazahua San Pablo Tlalchichilpan, municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Castelán Ortega, O. A. (1999), *A decision support system for campesina maize-cattle production systems of the Toluca Valley in Centro Mexico*, thesis submitted for the degree of doctor of philosophy, Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh.

- Castelán, O. *et al.* (1997), "Caracterización y evaluación de los sistemas campesinos de producción de leche, el caso de dos comunidades del Valle de Toluca", Investigación para el desarrollo rural. Diez años de experiencia del CICA (Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias) X aniversario, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Castelán O. *et al.* (2003), "Degradation characteristics of maize weeds, used as forage in smallholder maize-livestock production systems of central México, in different growing periods", *Tropical and subtropical agroecosystems*, 3, pp. 115-119.
- Dijkstra, J. *et al.* (2007), "Predicting the profile of nutrients available for absorption: from nutrient requirement to animal response and environmental impact", *Animal*, 1, pp. 99-111.
- Dijkstra, J. *et al.* (2002), The role of dynamic modeling in understanding the microbial contribution to rumen function, *Nutrition research review*, 15, pp.67-90.
- Espinosa García, F. J. (1997), *Manual de malezas del valle de México*, Instituto de Ecología, UNAM, Fondo de Cultura.
- Estrada Flores, J. G. *et al.* (2006), "Chemical composition and fermentation characteristics of grain and different parts of the stover from maize land races harvested at different growing periods in two zones of Central Mexico", *Animal science*, 82, pp. 1-9.
- Fernández. A. R. y M. de J. Leiva Morales (2003), *Ecología para la agricultura*, Mundi-Prensa.
- Fisher, D. *et al.* (1995), "The nutritive evaluation of forage", en R. F. Barnes, *An introduction to grassland agriculture*, Iowa, Estados Unidos, State University Press Ames.
- García, S. M. *et al.* (2000), "Un aporte a la determinación del periodo crítico de interferencia de malezas en cafetales del estado Monagas", *Bioagro*, 12(3), pp. 63-70.
- Glessman, S. R. (2002), *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*, CATIE, Turrialba.
- Gutiérrez, D. *et al.* (2008), "Proximate composition, mineral content, and antioxidant properties of 14 mexican weeds used as fodder", *Weed biology and management*, 8, pp. 291-296.
- Has, H. y C.J. Streibig (1982), "Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors", en Lebaron, H. M. y J. Gressel (eds.), *Herbicide resistance in plants*, John Wiley and Sons, Nueva York, Estados Unidos.

- Herrero, M. *et al.* (1996), "Prediction of the in vitro gas production and chemical composition of kikuyu grass by near-infrared reflectance spectroscopy", *Animal feed science and technology*, 60, pp. 51-67.
- Khazaal, K. *et al.* (1993), "A comparison of gas production during incubation with rumen constants in vitro and nylon bag degradability as predictors of the apparent digestibility in vivo and the voluntary intake of hays", *Animal production*, 57, pp. 105-112.
- Kibon, A. y E. R. Ørskov (1993), "The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goats", *Animal production*, 57, pp. 247-252.
- Kingston Smith, A. H. y M.K. Theodorou (2000), "Post-ingestion metabolism of fresh forage", *New phytol*, 148, pp. 37-551.
- Krishnamoorthy, U. *et al.* (1995), "Energy and protein evaluation of tropical feedstuffs for whole tract and ruminal digestion by chemical analyses and rumen inoculum studies in vitro", *Animal feed science and technology*, 52, pp. 177-188.
- López, J. F. (1995), *Manual de ecología*, 2ª ed., México, Trillas.
- Makkar, H. P. S. *et al.* (1995a), "In vitro effects and interactions of tannins and saponins and fate of tannin in rumen", *Journal science food agriculture*, 69, pp. 481-493.
- Makkar, H. P. S. *et al.* (1995b), "Application of an in vitro gas method to understand the effects of natural plant products on availability and partitioning of nutrients. BSAP". Occasional Meeting on *In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants*, 8-10 of July.
- Makkar, H. P. S. (2003), *Chemical, protein precipitation and bioassays for tannins, tannin levels and activity in unconventional feeds, and effects and fate of tannins. Quantification of tannins in tree and shrub foliage*, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, pp. 1-42.
- Marcano, J.J. *et al.* (1998), "Control de malezas en yuca", *Divulga*, núm. 49, Fonaiap.
- Marshall, E. J. P. *et al.* (2003), "The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields", *European weed research society weed research*, 43, pp. 77-89.
- Medina, G. M. *et al.* (2009), "Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento", *Zootecnica tropical*, 2, pp. 121-134.

- Mauricio, M. *et al.* (1999), "A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation", *Animal feed science and technology*, 79, pp. 321-330.
- Menke, K. H. y H. Steingass (1988), "Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analyses and in vitro gas production using rumen fluid", *Animal research and development*, 28, pp. 7-55.
- Menke, K. H. *et al.* (1979), "The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro", *Journal agricultural science Cambridge*, 93, pp. 217-222.
- Mertens, D.R. y P. J. Weimer (1998), "Method for measuring gas production kinetics", en E.R Deaville *et al.* (eds.), *In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants*, occasional publication, *British society of animal science*, núm. 22, pp. 209-211.
- Minitab Version 14 (2000), *Statistical software. User's guide 1: data graphics and macros*, Estados Unidos.
- Moreno, C. E. (2001), *Métodos para determinar la biodiversidad*, Cyted, Orcyt- Unesco, Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Nava, B. E. G. (1995), *Importancia de las arvenses en los sistemas de producción campesina en dos zonas del municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Nava Bernal, E.G. *et al* (2000), *La vegetación arvense en sistemas de producción campesinos de dos zonas del municipio de San Felipe del Progreso México*, Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), Universidad Autónoma del Estado de México.
- Niderkorn, V. y Baumont R. (2009), "Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants", *Animal*, 3, pp. 951-950.
- Noguera, R. R. *et al.* (2006), "Efecto de la inclusión de papa (*Solanum tuberosum*) en la cinética de fermentación in vitro del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)", *Livestock research for rural development*, 18, pp. 1-13.
- Oba, M. y M. S. Allen (2003), "Effects of diet fermentability on efficiency of microbial nitrogen production in lactating dairy cows", *Journal of dairy science*, 86, pp. 195-207.
- Odum, P. E. (1995), *Ecología. Peligra la vida*, 2ª ed, Interamerican McGraw-Hill.

- Pinto, R. *et al.* (2002), "Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México", *Pastos y forrajes*, 25, pp.171-180.
- Puchala, R. *et al.* (2004), "The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats", *Journal animal science*, 83, pp.182-186.
- Reed, J. D. *et al.* (2000), "Secondary plant compounds and forage evaluation", en D. I. Givens (eds.), *Forage evaluation in ruminant nutrition*, CAB International, pp. 433-448.
- Rymer, C. *et al.* (1998), "Factors affecting the amount of indirect gas produced by the in vitro gas production technique", en E.R. Deaville *et al.* (eds.), *In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants*, núm. 22., occasional publication, *British society of animal science*, pp. 89-91.
- Steel, R. G. D. y H. Torrie (1997), *Bioestadística: principios y procedimientos*, 2ª ed., McGraw-Hill, Mexico, 539 pp.
- Tas, B.M. *et al.* (2006), "Rumen degradation characteristics of perennial ryegrass cultivars during the growing season", *Journal animal science*, 131, pp. 102-119.
- Tilley, J. M. A. y R. A. Terry (1963), "A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops", *Journal of the british grassland society*, 18, pp.104-111.
- Van Soest, P. J. *et al.* (1991), "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition", *Journal of dairy science*, 74, pp. 3583-3597.
- Vibrans, H. (1998), "Native maize field weed communities in south-central Mexico", *Weed research*, 38, pp.153-166.
- Vieyra-Odilon, L. y H. Vibrans (2001), "Weeds as crops: the value of maize field weeds in the valley of Toluca, Mexico", *Economic botany*, 55(3), pp. 426-443.
- Villa, C. I. *et al.* (1998), "La diversidad de la producción agrícola y su relación con su desarrollo de los sistemas campesinos de producción de leche en Tenango del Valle, Estado de México", Seminario Mesoamericano sobre Agrodiversidad en la Agricultura Campesina, Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, 28-30 de abril, pp. 107-11.
- Wei-Lian. H. *et al.* (2005), "Effect of tea saponin on rumen fermentation in vitro", *Animal feed science and technology*, 120, pp. 333-339.

TERCERA PARTE

Programas y proyectos de intervención

OBSERVATORIO: UNA HERRAMIENTA
PARA CARACTERIZAR A LOS SISTEMAS
AGROALIMENTARIOS LOCALIZADOS (SIAL)
DE LA REGIÓN ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO

Omar Ernesto Terán Varela¹

Luis Brunett Pérez²

Ofelia Márquez Molina³

Enrique Espinosa Ayala³

Ranulfo Pérez Garcés³

Noé Zuñiga González³

INTRODUCCIÓN

En el mundo se ha propuesto la creación de observatorios para las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMES) con el propósito de monitorear las actividades de las empresas y de esta manera apoyarlas en su desarrollo y crecimiento, así como en el desarrollo endógeno territorial de las regiones, que al mismo tiempo han recibido apoyos gubernamentales para el logro de sus metas. A partir de esta premisa nace la importancia de este trabajo, el cual estará basado no sólo

¹ Doctor en Admón., profesor del Centro Universitario UAEM Amecameca, integrante del Cuerpo Académico Estudios multidisciplinarios sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad regional UAEM-CA-133 y IDCA 8657. Correo electrónico: oteranv@hotmail.com.

² Doctor en CV y Dra. en CA., profesores del Centro Universitario UAEM Amecameca, integrantes del Cuerpo Académico Estudios multidisciplinarios sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad regional UAEM-CA-133 y IDCA 8657. Correo electrónico: lbrunett@hotmail.com, ofeliammolina@yahoo.com.

³ Doctor en C.V, Dr. en C.P., profesores del Centro Universitario UAEM Amecameca, integrantes del Cuerpo Académico Estudios multidisciplinarios sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad regional UAEM-CA-133 y IDCA 8657. Correo electrónico: enresaya1@hotmail.com, ranulfopez121@gmail.com.

en el desarrollo y crecimiento de las mismas, sino que su relevancia radica en la vinculación de las acciones públicas sustentadas en los planes nacionales, estatales y municipales de desarrollo en el funcionamiento y sectorización de las MiPyMES y del apoyo de los académicos responsables de la investigación en las instituciones educativas (IE) con la finalidad de lograr resultados basados en la caracterización del Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL); por lo que las cadenas agroalimentarias se concentran en espacios donde se articulan el territorio-actores-sistema de innovación-relaciones campo ciudad (Salas Casasola *et al.*, 2006). Las articulaciones forman al SIAL, y se definen como organizaciones de producción y servicios asociados por sus características y funcionamiento a un territorio que en un espacio construido histórica y socialmente en el cual la eficacia de las actividades económicas está fuertemente condicionadas por los vínculos de proximidad y pertenencia (Boucher y Requier Desjardins, 2005). El medio, los productos, las personas, sus instituciones, su saber hacer, sus comportamientos alimentarios, sus redes de relaciones se combinan para producir una forma de organización agroalimentaria en una escala espacial dada (Sandoval, 2002) que permita la sectorización para el apoyo del desarrollo sustentable, específicamente en los municipios de la región oriente del Estado de México. La propuesta de este capítulo consiste en establecer una vinculación entre los sectores gubernamentales, empresariales y académicos, para lo cual se aportará una estructura de integración y vinculación que apoyen al desarrollo endógeno y territorial de la región mencionada en donde cada sector logre su propósito de buscar la generación de empleos tal como lo establece el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012, además de aportar información referente a su funcionamiento y la forma cómo lo lleva a cabo. Para ello hay que dejar claro que la estructura del observatorio es para proponer estrategias de vinculación y su apoyo en los planes y programas de desarrollo territorial.

ANTECEDENTES

Partiendo de tres ejes fundamentales que son las políticas públicas gubernamentales, por el funcionamiento de las MiPyMES como parte del motor generador de empleos del país y de los académicos representantes de la investigación del país se espera lograr un modelo que proponga la integración de los mismos en el desarrollo endógeno de los municipios de la región que cumplan con el propósito de generar estrategias que permitan dicho desarrollo.

De acuerdo con lo anterior, el primer eje empezará por determinar el rol de las políticas públicas que en la actualidad se están conociendo como acciones públicas que no son más que la responsabilidad que tiene el Estado para lograr el crecimiento del país y que se encuentran fundamentada en sus planes de desarrollo en todos sus niveles; para ello Aguilar (2009) comenta que “la evaluación de las políticas públicas constituye asuntos de interés muy reciente en la agenda de interés intelectual y en conocimiento en el campo de las ciencias sociales, y que en México su estudio e interés inicia cuarenta años después que en los Estados Unidos, y que es una actividad que ha alcanzado gran importancia entre los gobiernos” encontrándose deficientemente articulado debido a los periodos de mandatos diferentes que se manejan en México; se debe a la alternancia de los partidos políticos en las diferentes categorías de gobierno.

Respecto a la presencia de diferentes modelos organizacionales para implementar políticas públicas, Aguilar (1996) dice que

la preocupación está en torno a la implementación de los programas sociales que surgen del reconocimiento de que las políticas públicas no pueden comprenderse al margen y separadamente de los medios de ejecución debido a la insistente presencia de patrones básicos tales como pretenciones desmedidas, ejecuciones deficientes, resultados insignificante. Por lo que se ha desarrollado un consenso razonablemente amplio que determina la incapacidad del gobierno para dar cumplimiento a las promesas de que se generan de una pobre concepción de las políticas públicas.

Por lo que las políticas se transforman en acciones administrativas y lo fundamental sería que se transformaran en acciones públicas con ciertas simplificaciones decisivas.

Aguilar (2006) continúa diciendo que “el rasgo más importante de la teoría organizacional es su anarquía conceptual”. Al referirse a la literatura existente comenta que la diversidad de teorías que se implementan son incompatibles y contradictorias, un síntoma inequívoco de que en este campo el conocimiento es *blando*. Esto no quiere decir que debería ser *duro*, ni tampoco que algún día lo será, simplemente significa que es extremadamente difícil utilizar el conocimiento de este tipo como base para el análisis.

Richard Nelson (1974), referido por Aguilar (2006), comenta que “el problema de realizar cambios organizacionales adecuados” rebasa con mucho la capacidad de análisis de las organizaciones, puesto que en la actualidad se carece de estructuras intelectuales normativas capaces de orientar eficazmente en lo que se refiere a las opciones o modificaciones organizacionales y de un lenguaje que permita hacer un listado y hablar de las opciones organizacionales de manera fluida.

A partir de lo anterior, el desarrollo sustentable es aquél que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro las necesidades de generaciones futuras.⁴ De acuerdo con la Agenda 21⁵, requiere la integración de tres pilares del desarrollo: crecimiento económico, progreso social y normas ambientales.

⁴ Informe Brundland. Reporte socioeconómico elaborado para la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1987 por una comisión encabezada por la Dra. Gro Harlem Brundland en donde se usó por primera vez el término *desarrollo sustentable*.

⁵ La Agenda 21 o Programa Global para el Desarrollo Sustentable en el siglo XXI surge de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente y Sustentabilidad celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, más conocida como Cumbre de la Tierra. Constituye un programa de acción para aplicar a lo largo del siglo XXI por los gobiernos, en todos los niveles, por las organizaciones no gubernamentales (ONG) y demás instituciones de la sociedad civil con el apoyo de las Naciones Unidas y por las demás instituciones multilaterales y nacionales de fomento del desarrollo socioeconómico con el objetivo de hacer viable la adopción del desarrollo sustentable y ambientalmente racional en todos los países.

La creación de oportunidades de empleo es un elemento central del pilar social del desarrollo sustentable y requiere una política de empleo integrada. El empleo presenta una perspectiva dual, ya que es a la vez un objetivo y una consecuencia del desarrollo socioeconómico y es también un elemento importante para la estabilidad política y social. La creación de empleo es esencial para reducir la pobreza. Una tasa de desempleo elevada y persistente provoca la inestabilidad política y social y causa un gran impacto psicológico en las personas. En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (104-106) en la sección correspondiente al Eje 2 (Economía competitiva y generadora de empleos) se establece lo siguiente:

Objetivo 4: Promover las políticas de Estado y generar las condiciones en el mercado laboral que incentiven la creación de empleos de alta calidad en el sector formal.

Para lograr este objetivo es necesario implementar las siguientes estrategias:

- Estrategia 4.1: Promover las políticas de Estado que fomenten la productividad en las relaciones laborales y la competitividad de la economía nacional a fin de atraer inversiones y generar empleos formales y de calidad.
- Estrategia 4.2: Fomentar la equidad e inclusión laboral y consolidar la previsión social a través de la creación de condiciones para el trabajo digno, bien remunerado, con capacitación, seguridad y salud.
- Estrategia 4.3: Incentivar la entrada de jóvenes en el mercado laboral formal.
- Estrategia 4.4: Conservar la paz laboral y promover el equilibrio entre los sectores laboral y empresarial a través de la legalidad, la conciliación y el diálogo en las revisiones contractuales, salariales y conflictos laborales.
- Estrategia 4.5: Modernizar el marco normativo laboral para promover la productividad y competitividad laboral garantizando los derechos de los trabajadores.

La formulación de una política de empleo debe preceder de un análisis de los obstáculos a la creación de empleo con el objetivo de identificar las carencias y limitaciones en lo concerniente a:

- Las políticas económicas y sociales
- Las infraestructuras materiales
- La salud, la educación y la capacitación de la población
- El entorno empresarial que afecta a la creación y el desarrollo de la empresa
- Los derechos de propiedad
- Los mecanismos para garantizar el cumplimiento de los contratos
- El sistema judicial
- Las políticas comercial y de inversiones incluyendo el desarrollo de ventajas comparativas
- La capacidad para aprovechar la evolución de la tecnología
- Las políticas de mercado de trabajo
- La competitividad en relación con los diversos índices de competitividad, muchos de los cuales influyen directamente sobre la creación de empleo y las políticas internacionales que dificultan el crecimiento del empleo.

El segundo eje se enfocará en el funcionamiento de las empresas como parte del motor generador de empleos del país por lo que se tomará en consideración a las empresas con características distintivas las cuales tienen dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieros prefijados por los estados o regiones. Son agentes con lógicas, culturas, intereses y espíritu emprendedor específico.

Las micro, pequeñas y medianas empresas en la economía mexicana generan más de 50% del PIB (Producto Interno Bruto) y 8 de cada 10 empleos son creados por éstas. El sector externo de la economía y en particular las exportaciones generaron 20.5% del PIB. El Diario Oficial de la Federación establece los criterios para clasificar las empresas que son los siguientes.

De acuerdo con cálculos realizados con base en datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), las microempresas (0-30 personas) conformaban 98.2%, las pequeñas empresas (31-100 personas) constituían 1.2%, y las medianas empresas (101- 500 personas) conformaban 0.5%. En total, de acuerdo con esta clasificación, las micro, pequeñas y medianas empresas representaban 99.9% de las firmas. El total de empresas registradas por

el INEGI, en el resumen general de los censos económicos de 2004 fue en 2003 de 3 005 157 unidades económicas registradas.

En los censos económicos de 1999 MiPyMES representaron en total 99.7%. Del total, las micro empresas de los sectores (industria, comercio y servicios) promediaron 95.7%, por su parte las pequeñas empresas promediaron 3.1%, y las medianas empresas constituyeron el 0.3%. El número total de empresas registradas en los censos económicos de 1999 fue de 2 844 308 ocupando un total de 14 825 994 empleados. El último censo registró un crecimiento de 7% en cuanto al número de empresas, y ocupó a 16 239 536 empleados.

Las micro, pequeñas y medianas empresas por actividad sectorial se distribuyeron en 2004 como sigue: 49.4% se dedicaba a actividades comerciales absorbiendo 25.6% de los asalariados, los servicios 37% acogiendo 45.6% de los trabajadores; finalmente la actividad industrial participaba con 11.2% y ocupaba 19.6% de asalariados, el resto se dedicaba a otras actividades y empleaba 9 por ciento.

Las micro, pequeñas y medianas empresas contribuyen al desarrollo regional; entre los estados con mayor participación se encuentran siete entidades federativas: Estado de México (12.1 %), Distrito Federal (11.4 %), Jalisco (7.1 %), Veracruz de Ignacio de la Llave (6.1 %), Puebla (5.5 %), Guanajuato (5.0 %) y Michoacán de Ocampo (4.7 %). En total suman 52% (Chapingo, 2007).

De acuerdo con lo anterior, la Secretaría de Economía clasifica los sectores productores del país como sigue:

Sectores económicos

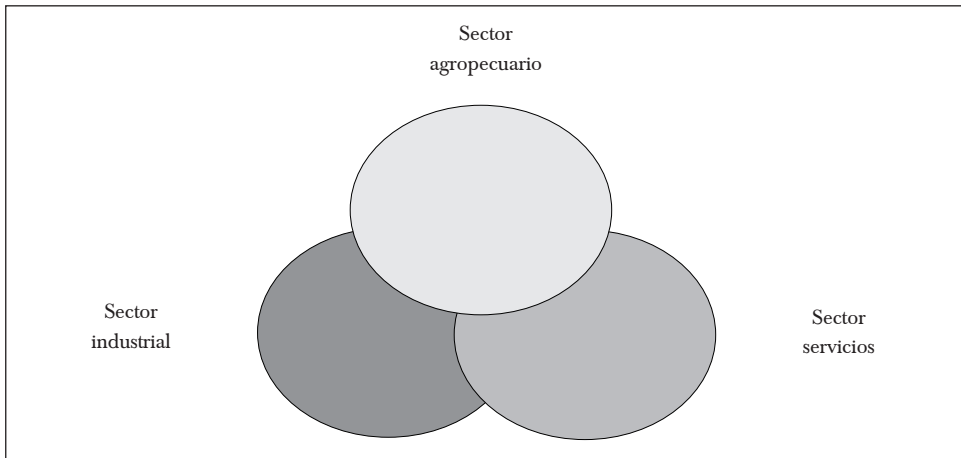
Los mercados están divididos por el tipo de sector en el que se encuentren y hacen referencia de los distintos sectores que existen en México, el cual está subdividido en:

- **Manufacturero:**
 - Automotriz, cuero y calzado, eléctrico y electrónico, materiales de construcción y ferretería, metalmecánica, muebles y artículos de regalo, químico farmacéutico, textil y confección.

- Agroproductos e industria alimentaria:
 - Pesca y acuicultura, alimentos frescos, alimentos procesados.
- Sector Servicios:
 - Industria del *software*

Otra clasificación de sectores de acuerdo con Méndez (2008) es la siguiente:

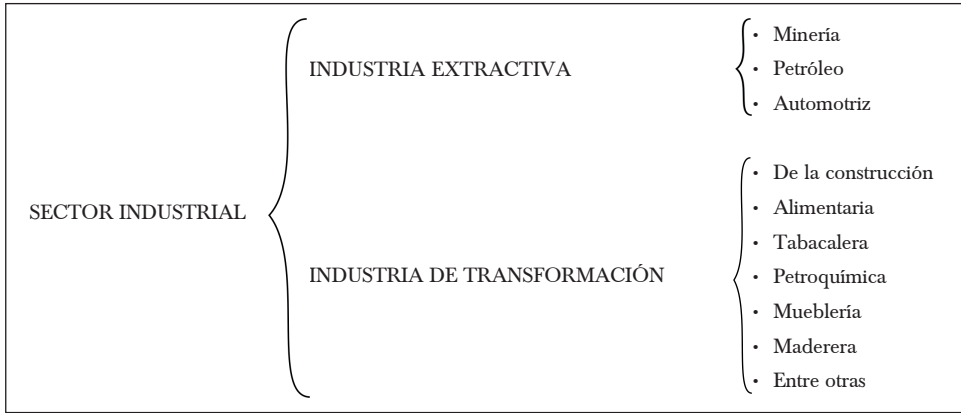
Diagrama 1
DIVISIÓN DE SECTORES



Con sus correspondientes subsectores:

- Sector agropecuario:
 - Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- Sector servicios:
 - Comercio, restaurantes y hoteles, transporte, comunicaciones, servicios financieros y seguros, servicios profesionales, servicios de educación, servicios médicos, servicios gubernamentales, servicios de esparcimiento, almacenamiento y comunicaciones, bienes inmuebles, administración pública y defensa y otros servicios.

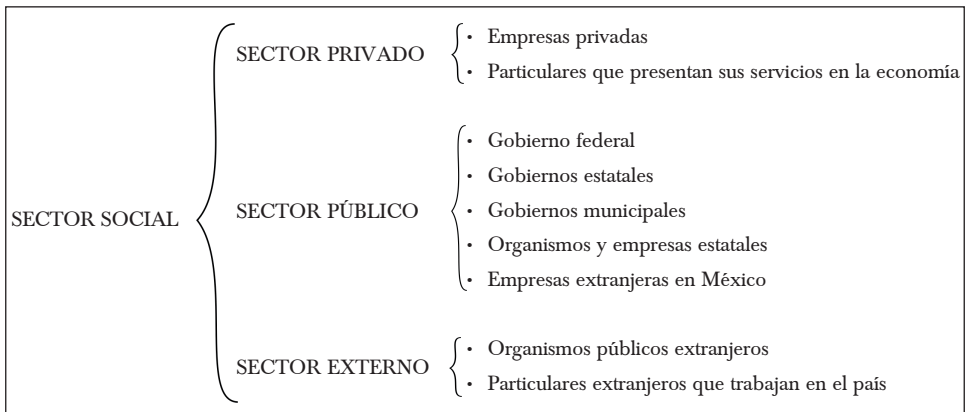
Diagrama 2
DIVISIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL



Fuente: Méndez, 2008.

Es importante señalar que en la economía del país intervienen los sectores sociales que son las personas que contribuyen con su trabajo y su capital al movimiento de todo el sistema económico del país:

Diagrama 3
DIVISIÓN DEL SECTOR SOCIAL



Fuente: Méndez, 2008.

De acuerdo con lo anterior, y haciendo una revisión del entorno mexicano del trabajo, es muy común referirse a las políticas gubernamentales de empleo (PGE) para abarcar todos los aspectos concernientes al empleo derivados de la participación del Estado y para diferenciarlas de las políticas de empleo y de las políticas laborales de las organizaciones del sector privado.

Jiménez (2005) comenta que

el fundamento de las PGE surge de la vinculación de los conceptos de desarrollo en general y de desarrollo regional en particular, ya que existe un proceso complejo y multidimensional que considera diversos factores de carácter económico, estructural y social donde los seres humanos participan simultáneamente como los actores principales y los beneficiarios.

Para que un país alcance un nivel dado de desarrollo económico es necesario tomar como punto de partida el desarrollo regional, que es resultado del aprendizaje de los actores de las diversas localidades que lo integran y de su tendencia a mejorar su desempeño optimizando los recursos disponibles.

Si se usara como indicador al empleo adecuado de la fuerza de trabajo calificada, se puede afirmar que su uso eficiente es indicativo de crecimiento y que además coadyuva al cumplimiento de los objetivos de transformación de la localidad o región que deben estar vinculados con lo establecido en la estrategia de desarrollo planteada.

La falta de vinculación entre el desarrollo regional, el desarrollo en general y las PGE conduce al empleo ineficiente de la mano de obra calificada, sobre todo la mano de obra profesional (médicos, ingenieros, abogados, etcétera) que se encuentra subempleada o efectuando funciones distintas para las que fue capacitada.

Norma (2002) comenta que la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) de forma global denomina a las PGE como las políticas del mercado de trabajo (PMT) y las define de la siguiente manera:

Las políticas del mercado de trabajo se entienden como un conjunto de instrumentos y programas a través de los cuales el sector público interviene en dicho mercado con objeto de combatir o evitar el desempleo, mitigar sus efectos y apoyar a la población activa en riesgo de desocupación.

En otras palabras, el Estado a través de políticas o directivas pretende:

- Agilizar el enlace entre trabajadores y puestos de trabajo
- Ayudar a solventar los costos de búsqueda
- Coadyuvar al mejoramiento de las habilidades de los desempleados y de los ocupados en pequeña o micro empresa
- Apoyar directa o indirectamente la creación de fuentes de trabajo o el mantenimiento de las existentes.

Se debe reconocer que las PMT se han convertido en un importante instrumento de política económica y social ya que a ellas se ha canalizado un volumen considerable de recursos públicos destinados a aliviar la pérdida de ingresos por desempleo, mejorar las habilidades de la fuerza de trabajo desocupada y facilitar el encuentro cualitativo y cuantitativo entre oferta y demanda de trabajo.

El análisis de la economía nacional permite aseverar que los cambios sufridos en su dinámica y en su estrategia de desarrollo han generado fuertes repercusiones en el mercado de trabajo y en las políticas aplicadas en esta materia.

México ha mantenido, desde la posguerra hasta fines de la década de los años sesenta, un modelo de crecimiento basado en la sustitución de importaciones, caracterizándose por una marcada estabilidad de los precios, mientras que la mayoría de las exportaciones estaba conformada por productos agrícolas tradicionales.

El crecimiento con estabilidad perdió impulso y en los setenta se presentan signos de insuficiencia para absorber a la fuerza de trabajo, por lo que la administración pública se ve en la necesidad de atender directamente el problema del empleo y mantener la dinámica económica.

La ampliación del déficit fiscal y el desequilibrio en la cuenta corriente se tradujeron en fuertes presiones inflacionarias y en una fuerte devaluación en 1976, que culminó con la *mexicanización* de las cuentas bancarias y de inversión en dólares (mex-dólares) y que marcó el fin del llamado *desarrollo estabilizador*. Lo anterior, aunado a las presiones del servicio de la deuda externa y la caída de los precios internacionales del petróleo, precipitó una nueva crisis económica en 1982.

Con la renegociación de la deuda externa y la aplicación de un programa de estabilización de las finanzas públicas, se inició un proceso de apertura con el ingreso de México al General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) en 1986⁶ y la firma del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) en 1993 o NAFTA (North American Free Trade Agreement).

Desafortunadamente, la excesiva confianza en las perspectivas del tratado y el estricto control del tipo de cambio, como medida para contener la inflación aunado al desequilibrio externo, condujeron en 1995 a una crisis económica profunda.

La reanudación del crecimiento y el retorno a los mercados externos de capital se debió fundamentalmente a las actividades asociadas a la Industria Maquiladora de Exportación (IME), y a partir de 1997 el crecimiento se extendió gradualmente a las ramas vinculadas con el consumo interno permitiendo un pronunciado repunte en el empleo formal.

Sin embargo, a partir de 2001 la recesión en el mercado de los Estados Unidos, al que la economía está hoy día fuertemente vinculada, afectó de manera significativa a la economía mexicana y a las fuentes de generación de empleo particularmente las de exportación.

⁶ El 1 de enero de 1995 la OMC (Organización Mundial del Comercio) sustituyó al GATT que funcionaba desde 1947 como organización encargada de supervisar el sistema multilateral de comercio. Los países signatarios del GATT se convirtieron oficialmente en Miembros de la Organización Mundial del Comercio.

La reestructuración del capital en escala global está significando desvalorizar el trabajo en el mundo. Las grandes empresas transnacionales han impulsado una dura ofensiva en contra de los trabajadores con el propósito de revertir la disminución de la tasa de ganancia al reducir el costo de la mano de obra mediante las siguientes estrategias (Comas Medina, 2002):

- Acelerar las innovaciones tecnológicas para prescindir del factor trabajo y aumentar por esa vía la productividad.
- Introducir la flexibilidad del trabajo que consiste en la disminución de la fuerza de trabajo en función de las necesidades de producción de las empresas (ajustes de personal) y en una presión de los salarios a la baja en relación con la productividad de cada trabajador.
- Segmentar los procesos productivos, lo que ha permitido aprovechar las diferencias salariales entre países como en el caso de las maquiladoras de exportación.
- Conformar mercados de trabajo a escala internacional con el fin de aprovechar la gran diversidad de los trabajadores (hombres o mujeres calificados o no calificados).

México contaba con un mercado de trabajo altamente heterogéneo a fines de 2001, en el que de una fuerza laboral de casi 45 millones de personas aproximadamente 50% desarrollaba actividades dentro del sector informal (Norma, 2002). El crecimiento de la fuerza de trabajo se había situado por varias décadas en tasas superiores 3% anual, lo que planteaba fuertes presiones a la economía en materia de generación de puestos de trabajo. El país experimentaba flujos migratorios de carácter laboral y una salida anual de aproximadamente 200 000 personas en busca de trabajo a los Estados Unidos.

El desempleo abierto, relativamente bajo, no constituía un indicador adecuado de los desajustes entre oferta y demanda de trabajo, los cuales se reflejaban más bien en el crecimiento del fenómeno de la informalidad (economía subterránea). El liderazgo en creación de empleo formal lo toman las ramas vinculadas a la maquila así como otras actividades de exportación y servicios.

Cabe mencionar que 77% de las maquiladoras se encuentra en los estados fronterizos de Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Sonora y Nuevo León. La región norte del país se convirtió en un gran polo de atracción para los mexicanos que buscaban empleo.

Desafortunadamente, por sus características de operación, las maquiladoras se encuentran desvinculadas del resto de la economía nacional ya que sólo usan 2% de insumos mexicanos (Comas Medina, 2002), además de que a más de 30 años de su función establecida no ha favorecido el desarrollo industrial de México con bases tecnológicas propias que pudieran asegurar el verdadero progreso, revertir los índices de pobreza y miseria y reducir la migración a Estados Unidos.

Las transformaciones inherentes al proceso de apertura comercial se han dado dentro de un mercado de trabajo altamente heterogéneo en el que parte de las empresas y de los trabajadores han encontrado nuevas áreas de oportunidad. Sin embargo, otros grupos se han visto excluidos y persiste un vasto universo de informalidad, precariedad, pobreza y atraso.

En vista de las carencias de la demanda laboral y la consecuente baja generación de empleo asalariado, en muchos países se han tomado medidas para estimular la generación de empleo independiente ya sea mediante el trabajo por cuenta propia o como microempresario. Las medidas apuntan tanto a la creación de empresas como al apoyo de las existentes. El objetivo de este apoyo a las empresas que ya se encuentran en funcionamiento es mejorar su productividad al incrementar los ingresos laborales y la generación de nuevos puestos de trabajo.

De acuerdo con lo anterior, el proceso de globalización e implantación de políticas neoliberales ha afectado a la mayoría de los sectores productivos y la agricultura no está fuera de estas tendencias mundiales. El evento en el cual se incluyó fue la Ronda Uruguay del Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) que inició en 1986 (Relleno y Trápaga, 2001) cuando se estableció que los productos agrícolas podrían comercializarse entre los países miembros empleando un sistema de cuotas y aranceles las cuotas incrementarían cada año y los aranceles disminuirían paulatinamente hasta llegar a una liberalización total. La desgravación se llevaría en un periodo

de 10 a 15 años y el GATT justificó la desgravación paulatina con la teoría de las ventajas comparativas destacando que cada país presenta ventajas en algún sector lo cual le permitiría participar en los mercados internacionales (Relleno y Trápaga, 2001).

Cabe mencionar que el modelo propuesto por el GATT de ventajas comparativas no ha funcionado completamente; países como Estados Unidos de América (EUA) y la Unión Europea (UE) crean ventajas para el comercio internacional con la aplicación de subsidios a la producción y a la exportación, tales esquemas de subsidios distorsionan los precios internacionales y perjudican a países que no cuentan con recursos suficientes para subsidiar la producción primaria (Alcazas y Alcazas, 2001).

Años después en las negociaciones de la Ronda de Doha de la OMC, antes GATT, se estableció que los países deben disminuir los subsidios a la producción agrícola y eliminar los subsidios a la exportación lo cual no ha sucedido; por tal motivo los países en desarrollo deben seguir enfrentando una competencia no con las ventajas comparativas sino con los recursos económicos de los países ricos, tal situación acentúa las inequidades y tiene un efecto negativo en los sistemas productivos de los países con menos recursos.

Ante esto, los sistemas agrícolas de los países en vías de desarrollo han tenido que evolucionar para sobrevivir a la globalización: una estrategia para enfrentar los retos globales es que la agricultura no sólo sea el sector productor de bienes primarios sin valor agregado, sino se convierta en un sector que provea bienes agroalimentarios con mayor generación de valor (Boucher y Requier Desjardins, 2005). El sector agroalimentario está integrado por unidades de producción primaria, agroindustrias transformadoras, transporte y comercialización (Piña y Sánchez, 2004); todos los actores que forman al sector se integran en cadenas agroalimentarias que se establecen dentro de territorios específicos (Acosta, 2006). El elemento central de las cadenas agroalimentarias es la Agroindustria Rural (AIR) que integra la producción de materias primas con la transformación y comercialización (Boucher y Requier Desjardins, 2005).

Acosta (2006) establece que las cadenas agroalimentarias contribuyen a mejorar la distribución del ingreso en áreas rurales, facilitan la inserción en el mercado, reducen los costos de transacción, aumentan el intercambio de información, mejoran la transferencia de tecnología y permiten la adopción de tecnología, aumentando así los grados de competitividad de actores y eslabones de la cadena.

En ese tenor los Sistemas Agroalimentarios Localizados, cuyo elemento central son las AIR y las cadenas agroalimentarias, favorecen la presencia de ventajas competitivas incrementándose la participación en los mercados alimentarios (Macías, 2000), además cada eslabón se ve beneficiado y puede ser una forma de disminuir la pobreza en el medio rural tal como lo establece Lipton (2006). En ese sentido, los elementos que integran al SIAL potencializan la producción y comercialización de los bienes agroalimentarios favoreciendo la competitividad de cada actor y por consecuencia la del sistema, todo en un entorno de competencia local y global.

Hablar de competitividad es complejo; existen diversos debates para definirla, para el trabajo se tomó el concepto desarrollado por Porter (1998) que la define como la capacidad de mantener y ampliar la participación de las empresas en los mercados locales e internacionales de una manera lucrativa que permita su crecimiento. Cordero *et al.* (2003) agrega que se presenta entre regiones, sectores, cadenas productivas, industrias del ramo y empresas, donde un elemento importante es el territorio como unidad espacial con un tejido social propio asentado en una base de recursos naturales particulares con ciertas formas de producción, consumo e intercambio, y regido por instituciones y características de organización particulares.

El territorio establece las condiciones para que se presenten las ventajas comparativas como abundante dotación de factores básicos de producción (tierra, mano de obra y capital), además de factores especializados (educación, tecnología e infraestructura) que pueden convertirse en ventajas competitivas cuando son aprovechados para obtener el máximo beneficio (Cillóniz *et al.*, 2003).

Diversos autores (Cillóniz *et al.*, 2003; Cordero *et al.*, 2003) coinciden en que la competitividad no sólo es la presencia de ventajas comparativas y competitivas sino un proceso complejo que se debe analizar en cuatro niveles estableciendo así las siguientes esferas económicas.

- Metaeconómica: la capacidad de una nación para ser integrada, además de todas las destrezas para conducir y comprender los patrones socioculturales, valores, organización política, jurídica y económica; en síntesis es la capacidad estratégica y política.
- Macroeconómica: son políticas propuestas por gobiernos, parlamentos y banco central que aseguran la estabilidad y la certeza. Se da a través de control de inflación en niveles bajos, de políticas fiscales que estimulen la inversión, política monetaria y cambiaria que favorezca las condiciones del comercio internacional.
- Mesoconómica: formación de un entorno capaz de fomentar, complementar y multiplicar los esfuerzos de las empresas. Los elementos más importantes son las distancias, infraestructura, tecnología, educación y los recursos naturales; se da a través de la promoción económica, comercio regional, información comercial, estructura industrial y políticas apuntadas al fortalecimiento de la competitividad de algunos sectores.
- Microeconómica: ve lo relacionado a las empresas; intervienen factores como precios, costos, utilidades, eficiencia, calidad, rapidez de reacción, articulación en redes de colaboración mutua y competencia entre las empresas.

Los aspectos citados por los autores coinciden en los atributos de disponibilidad y calidad de los factores, condiciones de la demanda interna, sectores de apoyo y relacionados y estrategia empresarial, organizacional y competencia; Cordero *et al.* (2003) incluyen además el entorno como elemento a considerar debido a que éste incluye los aspectos del territorio.

La competitividad no sólo consiste en incrementar la participación en los mercados, sino debe considerarse la generación de valor a lo largo de la cadena; en ese tenor, Herrera (2000) desarrolló el concepto de competitividad

con equidad en cadenas agroalimentarias en el cual establece que una cadena agroalimentaria es competitiva si genera valor y se distribuye con igualdad entre los actores que forman la cadena. Ese es un elemento que favorece a todo el SIAL y genera un sistema donde todos ganan, Requier Desjardins (2006) establece que uno de los objetivos primordiales de los SIAL es favorecer un esquema *win-win* (ganar-ganar) entre los actores del sistema; tal situación asegura que se fortalezca e incremente su competitividad además de ser un modelo de desarrollo regional justo.

Considerando los elementos anteriores, para el trabajo se utilizó el enfoque de los SIAL y de competitividad sistémica con equidad, se tomaron como elementos de análisis a la AIR y sus articulaciones (cadena agroalimentarias), el entorno en el cual se lleva a cabo la producción (territorio) y los factores macroeconómicos que afectan de manera indirecta. La competitividad se definió como la capacidad que tiene el SIAL de mantenerse y ampliar su participación en mercados específicos generando valor que se distribuye entre los actores del sistema.

El enfoque del Sistema Agroalimentario Localizado se ha empleado para analizar diversas actividades agropecuarias en Latinoamérica siendo la producción de lácteos una de ellas (Boucher, 2002), que hace de ella una herramienta adecuada para su uso en el análisis de la agroindustria rural en México.

Por último, el rol de las IE es la responsabilidad social y la formación de profesionales que coadyuven en el desarrollo territorial de la región en donde se encuentren ubicadas. Es por esto que la Universidad Autónoma del Estado de México por medio del Centro Universitario Amecameca busca, con la aportación de personal académico y estudiantil de calidad, apoyar al desarrollo sustentable de la región oriente del Estado de México y de esa manera cumplir con su misión y visión como IE aportando la estructura de un observatorio para las MiPyMES de productores de la región constituida por trece municipios, los cuales presentan características particulares y generalidades en lo social, económico, ecológico y político. Condiciones que requieren de analizarse y estudiarse para dar respuestas para el diseño de políticas encaminadas al desarrollo regional sustentable.

OBJETIVOS

Generales

Proponer la estructura de un observatorio como herramienta para caracterizar a las MiPyMES de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) de los municipios la región oriente del Estado de México con la intención de lograr la vinculación entre las acciones públicas, las empresas y las instituciones educativas para monitorear dichas actividades y construir estrategias de planes y programas de desarrollo endógeno sustentable y territorial de acuerdo con los recursos existentes.

Específicos

- Analizar los contenidos de los planes de desarrollo de los tres niveles de gobierno para identificar los elementos relacionados con el desarrollo endógeno sustentable territorial y su apoyo a las micro, pequeñas y medianas empresas.
- Identificar y analizar los diferentes sectores empresariales y sus estructuras y aportaciones económicas, sociales, culturales, entre otras, a la región así como su participación en el desarrollo endógeno sustentable territorial.
- Identificar y analizar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de la región para lograr el desarrollo endógeno sustentable territorial.
- Identificar y analizar cuál es la participación de la Universidad Autónoma del Estado de México en el desarrollo endógeno sustentable territorial.
- Realizar un estudio detallado de las diferentes caracterizaciones de la región para identificar los elementos que integren al observatorio y puedan servir de vinculación entre los actores y se logre el desarrollo endógeno sustentable territorial.

METODOLOGÍA

La metodología estará basada, por un lado, desde los apoyos metodológicos de los diferentes autores para el levantamiento de los datos y procesamiento de los mismos y, por otro lado, los enfoques del SIAL de los municipios de la región oriente del Estado de México y el sistémico para lograr la estructura del observatorio como herramienta para caracterizar a las MiPyMES estableciendo cuáles son las características mediante el análisis FODA, CAME y PEST (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas; Corregir, Afrontar, Mantener, Explotar; Político-Legales, Económicos, Socioculturales, Tecnológicos, respectivamente); por último investigar fuentes bibliográficas que darán el sustento teórico.

De acuerdo con lo anterior, el enfoque del Sistema Agroalimentario Localizado apoya a la investigación para identificar y analizar las características productivas, geográficas, sociales, tecnológicas, económicas y ecológicas de la cadena agroalimentaria del sub sector pecuario (Boucher, 2002), asimismo incorpora otros análisis como el de la caracterización y estratos de los productores del sector y su distribución geoespacial. El utilizar el enfoque de SIAL arroja la caracterización de los productores de los municipios de la región oriente del Estado de México para proponer estrategias de vinculación entre las acciones públicas, las MiPyMES y las instituciones educativas para monitorear dichas actividades construyendo tácticas de planes y programas de desarrollo endógeno sustentable y territorial de acuerdo con los recursos existentes que les permitan ser competitivos si genera valor y si este valor se distribuye de manera equitativa entre los actores que integran el sistema. De manera tal que se pueda caracterizar la concentración de unidades de producción en pequeña escala y determinar sus mercados específicos en ciudades cercanas.

Desde el punto de vista del enfoque sistémico, se establece el concepto de *auto organización* que se refiere a las estructuras primarias del sistema y el de *autopoiesis* que es en forma particular de autoproducción por lo que se mantiene la unidad y totalidad del organismo aun cuando los elementos que los componen se transformen continuamente y lleguen a desaparecer (Luhmann, 1984); asimismo,

la autorreferencia en el proceso de que los sistemas son diferentes internamente y solo pueden referirse a sí mismo en la constitución de sus elementos y operaciones elementales; la autorreferencia designa la unidad constitutiva del sistema consigo mismo: unidad de elementos, de procesos, de sistemas.

En cuanto al levantamiento y procesamiento de los datos se utilizará con base en los diferentes tipos de investigación presentados por los diversos autores, necesarios para delimitar y entender la investigación que se lleva a cabo en un estudio observacional; en este estudio el observador sólo describe el fenómeno estudiado. No puede modificar a voluntad propia ninguno de los factores que intervienen en el proceso. La observación realizada es participativa debido a que interactúa con los fenómenos observados. Es una técnica de medición no obstruida, en el sentido que el instrumento no estimula el comportamiento de los sujetos por lo que aceptan material no estructurado y puede trabajar con grandes volúmenes de datos (material). Para el caso del proyecto, se identificará, analizará y se observará mediante un estudio FODA el comportamiento de los estadios en que se presenta la región oriente del Estado de México. Los planes de desarrollo de los tres niveles de gobierno, los status de las MiPyMES para determinar un diagnóstico situacional y fijar la posición de cada organismo que integre el observatorio y los resultados de las conclusiones servirán para elaborar la investigación mediante un estudio retrospectivo parcial: el estudio cuenta con una parte de información, el resto está por obtenerse; Con la información proporcionada por parte de los municipios de Amecameca, Ayapango y Tlalmanalco, y los planes nacionales, estatales y municipales de desarrollo ayudarán a determinar el análisis FODA de la región; un estudio de investigación de campo analiza un determinado límite para conocer su estructura y relaciones sociales; su principal característica consiste en que se realiza en un medio natural que rodea al individuo. Para esta investigación, se tomará en consideración las visitas a los municipios, a los productores, con el propósito de establecer el análisis FODA y determinar los elementos que ayuden a la elaboración de acciones públicas en propuesta de planes y programas; un estudio no experimental transversal y longitudinal: estudio en el cual se miden una sola vez las características de uno o más grupo de unidades en un momento dado, por

un lado, y por el otro, poder realizar comparaciones de los resultados y determinar la eficiencia entre los municipios de acuerdo con los clúster que se estructuren; un estudio descriptivo: estudio que sólo cuenta con una población que se pretende describir en función de los clúster identificados y los diagnósticos establecidos mediante el FODA, los cuales van a permitir generar propuestas sobre las acciones de los planes de desarrollo apoyados por los microempresarios estableciendo lineamientos de apoyo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado esperado es que al proponer al observatorio como una herramienta para caracterizar a la región oriente del Estado de México bajo el enfoque del SIAL y el sistémico de los sistemas de producción en las MiPyMES del sub sector pecuario y permear a las unidades de producción de los municipios de la región determinando cuáles son sus características mediante el FODA, CAME y PEST se logre las particularidades productivas, geográficas, sociales, tecnológicas, económicas y ecológicas de la cadena agroalimentaria para permitir la evaluación de los planes de desarrollo federal, estatal y municipal que establezcan su responsabilidad basada en los recursos que debe aportar para el desarrollo y crecimiento territorial generando propuestas las acciones correspondientes a los planes de desarrollo por los microempresarios estableciendo dichos lineamientos de apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la doctora María Estela Orozco por su invitación a participar en este libro y al Seminario de Cuerpos Académicos realizado en FAPUR en la ciudad de Toluca. Al doctor Enrique Espinosa Ayala por su colaboración y participación en el desarrollo de dicho capítulo y a los integrantes del Cuerpo Académico al que pertenecemos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2006), "Agrocadenas de valor y alianzas productivas: herramienta de apoyo a la agricultura familiar en el contexto de la globalización", en S. Piñones *et al.*, *Experiencias de la FAO en América Latina*, Italia.
- Aguilar, C. (2009), "Los subalternos como limitantes del poder. Hegemonía, legitimidad y dominación", en *Contribuciones a las ciencias sociales*, www.eumed.net/rev/cccss/04/craa.htm.
- Aguilar Villanueva, L. (1996), *La hechura de las políticas públicas*, Porrúa.
- (2006), *Recepción y desarrollo de la disciplina de la política pública en México. Un estudio introductorio*, México, Porrúa.
- Alcazas, Eduardo y Gabriela Alcazas (2001), "TLCAN Sector agropecuario mexicano y comercio desleal", *Comercio exterior*, vol. 51, pp. 506-513.
- Boucher, F. (2002), "El sistema agroalimentario localizado de los productos lácteos de Cajamarca: una nueva perspectiva para la agroindustria", *Sociedades rurales, producción y medioambiente*, 3, 1-28.
- Boucher, F., y Requier Desjardins, D. (2005), "Los LAFS. Sistemas agroalimentarios localizados un nuevo modelo de desarrollo para articular la agroindustria rural y el territorio", *Perspectivas rurales*, 17-18: 5-12.
- Cilloniz, F. *et al.* (2003), *Cadenas productivas y desarrollo empresarial*, Banco Interamericano de Desarrollo, Foro nacional sobre competitividad, Perú.
- Comas Medina, Andrea (2002), "Las maquiladoras en México y sus efectos en la clase trabajadora", <http://reci.net/globalización/2002/fg296.htm>.
- Cordero, S. P. *et al.* (2003), *Territorios rurales, competitividad y desarrollo*, Cuaderno técnico, núm. 23, Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (ICCA).
- Herrera, D. (2000), *Competitividad con equidad en cadenas agroalimentarias*, San José, Costa Rica, Instituto Interamericano para la Cooperación en la Agricultura (IICA).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Resumen de resultados de los censos económicos de 1999, www.inegi.gob.mx.
- , Censos 2004, www.inegi.gob.mx.

- Jiménez, Víctor, *et al.*, “El acercamiento comercial: un estudio de los tratados de libre comercio de México”, en *Agrociencia*, vol. 38, núm. 1, Montecillos, Colegio de Posgraduados, 2004, pp. 687-694.
- Jiménez Jiménez, José Alejandro, “Las políticas de empleo en México y el desarrollo regional, *Aporte*, revista de la Facultad de Economía, BUAP, año IX, núm. 29, mayo-agosto.
- Lipton, M. (2006), “Can small farmers survive, prosper, or be the key channel to cut mass poverty?”, *Journal of agricultural development economics*, 3, pp. 58-85.
- Luhmann, Niklas (1995), “La autopoiesis de los sistemas sociales”, *Zona abierta*, 70/71, traducción de Leopoldo Moscoso.
- Macias, A. (2000), “La hortifruticultura mexicana en el marco de las nuevas corrientes de competitividad industrial”, *Agroalimentaria*, 11, pp. 49-57.
- Méndez, José Silvestre (2008), *Problemas económicos de México*, 6ª ed., México, Mc Graw-Hill.
- Norma Samaniego (2002), “Las políticas de mercado de trabajo en México y su evaluación”, CEPAL, serie núm. 19, diciembre.
- Piña, H. y F. Sánchez (2004), “Perfil competitivo del circuito hortícola en la parroquia Independencia del municipio Federación del Estado Falcón, Venezuela”, *Agroalimentaria*, 19: 95-103.
- Porter, M., (1998), *Clusters and the new economics of competition*, Harvard Business Review, November-december.
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos 2007.
- Relleno, F. y V. Trápago, (2001), *Libre mercado y agricultura. Efecto de la Ronda Uruguay en Costa Rica y México*, CEPAL, Serie de Estudios y Perspectivas, México.
- Requier Desjardins, D. (2006), “Agroindustria rural, acción colectiva y siales: ¿Desarrollo o lucha contra la pobreza?”, en Álvarez, A. *et. al.*, *Agroindustria rural y territorio, los desafíos de los sistemas agroalimentarios localizados*, tomo I, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Salas Casasola *et al.* (2006), “Agroindustriarural y liberación comercial agrícola: el rol de los sistemas agroalimentarios localizados”, *Agroalimentaria*, vol. 12, núm. 22.
- Sandoval, N. (2002), *La agroindustria de producción de almidón de yuca en el departamento del cauca, Colombia: Ejemplo de SIAL*, Cali, Colombia.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2008), www.siap.sagarpa.gob.mx.

LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS LOCALIZADOS, UNA OPCIÓN PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL

Enrique Espinosa Ayala¹

Omar Ernesto Terán Varela²

Luis Brunett Pérez³

Ofelia Márquez Molina³

INTRODUCCIÓN

Se han presentado cambios políticos y económicos en los últimos 20 años. El más evidente ha sido el establecimiento de políticas neoliberales como la desregulación y liberalización de los mercados; situación que ha promovido el incremento en el comercio internacional de bienes y servicios, además de la presencia de nuevos productos en los mercados locales, todo esto con una inequitativa distribución del ingreso, lo cual ha ocasionado un repunte en la pobreza en los países en desarrollo y que no permite el desarrollo territorial (Lipton, 2006).

¹ Doctor en CA, profesor del Centro Universitario UAEM Amecameca, Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, y profesor de Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la UAEM. Correo electrónico: enresaya1@hotmail.com.

² Doctor en admón., profesor del Centro Universitario UAEM Amecameca, profesor de Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM. Correo electrónico: oteranv@hotmail.com, tejom@prodigy.net.mx.

³ Doctor en CV y D. en CA, profesores del Centro Universitario UAEM Amecameca, integrantes del Cuerpo Académico Estudios multidisciplinares sobre el desarrollo endógeno para la sustentabilidad regional UAEM-CA-133 y IDCA 8657. Correo electrónico: lbrunett@hotmail.com, ofeliammolina@yahoo.com.

En particular, el sector agrícola no ha estado exento de las tendencias mundiales y ha adoptado el modelo neoliberal a partir de la Ronda Uruguay del GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) y reafirmado en las pláticas de Doha. Tal situación propicia analizar a la agricultura no sólo como el sector productor de bienes primarios, sino como proveedor de bienes agroalimentarios con generación de valor mayor (Jackson *et al.*, 2006), sin embargo estos análisis deben llevarse a cabo en el sector agrícola industrial y en los sectores de pequeña escala.

Una forma de realizar el análisis en los sectores en pequeña escala es el enfoque agroalimentario basado principalmente en la agroindustria. La agroindustria es definida como aquella industria integradora de actividades que surgen de la producción de materias primas, la transformación de las mismas y su comercialización (Boucher y Requier, 2005).

Las agroindustrias se establecen en territorios determinados y toman como base los recursos disponibles del territorio, un ejemplo de esto es la Agroindustria rural (AIR) que se establece en zonas rurales favorables para la producción. Las agroindustrias rurales se concentran en territorios estableciendo articulaciones territorio-actores-sistema de innovación-relaciones campo ciudad (Boucher y Requier, 2005). Las articulaciones mencionadas favorecen la creación de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) los cuales se definen como organizaciones de producción y servicios asociados por sus características y funcionamiento a un territorio específico; que es un espacio construido histórica y socialmente donde la eficacia de las actividades económicas está fuertemente condicionada por los vínculos de proximidad y pertenencia a dicho espacio (Boucher, 2002).

Los Sistemas Agroalimentarios Localizados tienen como elementos de análisis el territorio que se encuentra en espacios rurales, la AIR y los productos que se elaboran junto a su comercialización que establecen el vínculo rural urbano. Cabe mencionar que los SIAL se encuentran en el cruce entre las cadenas productivas y las redes del territorio; esta ortogonalidad cadena-territorio puede ser considerada como un elemento particular del sector agroalimentario (Boucher y Requier, 2005).

Considerando los elementos citados, se propone que los SIAL, al integrar a las unidades de producción primarias con la agroindustria y los mercados, son un elemento que favorece el desarrollo territorial.

LA AGRICULTURA EN EL CONTEXTO DE LA GLOBALIZACIÓN

La globalización en el sector agrícola se observa a partir de los convenios comerciales obtenidos de la Ronda Uruguay del GATT en 1986 (Relleno y Trápaga, 2001) con los siguientes acuerdos (Valdés, 1996): liberalización de la agricultura en los países socios del GATT; establecimiento de medidas de protección a través de cuotas y aranceles; desgravación gradual de aranceles a 10 años con una disminución de 10% por año estableciendo sectores con mayor protección arancelaria de hasta 15 años; blindajes especiales a través de prohibiciones de importaciones a productos estratégicos; reducción de subsidios a la exportación gradualmente con una tasa de 14% por año y fijación de medidas sanitarias y fitosanitarias al buscar la seguridad agropecuaria de cada país mencionando que no se puedan aplicar como una barrera a la importación.

Los resultados de la Ronda Uruguay tuvieron impacto sobre diferentes aspectos políticos, económicos y productivos, los cuales fueron (Relleno y Trápaga, 2001; Valdés, 1996): reestructuración e incremento en la producción doméstica (productividad); reducción de la demanda nacional o incremento de importaciones de excedentes; creación de mercados libres regidos por las normas del GATT; reducción de distorsiones de precios a través de fijación de precios internacionales en función de la oferta y demanda, y disminución de subsidios a consumidores urbanos.

Actualmente el Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) se ha convertido en Organización Mundial de Comercio (OMC) y la agricultura permanece como un aspecto importante en las negociaciones del comercio mundial; en la Ronda de Doha se discute sobre la disminución de los esquemas de subsidios otorgados en las entidades de mayores recursos.

Un ejemplo de los sistemas analizados y criticados es el que estableció Estados Unidos en 2002 nombrado *The Farm Bill*, el cual incrementa los subsidios a 180 millones de dólares en 10 años (Joslin, 2002; Falck y Hernández, 2002). Esta política ha ocasionado descontento entre los principales socios comerciales de los Estados Unidos como la Unión Europea y Canadá que argumentan distorsiones del mercado en productos básicos incumpliendo con lo dispuesto por la OMC en la reunión de Doha respecto a la disminución de subsidios a la producción. Un punto a resaltar es que la nueva ley incluye productos como las leguminosas que antes no eran subsidiados.

Los efectos en el comercio internacional han sido el incremento en la movilidad de bienes y servicios a través del comercio entre países. Por ejemplo la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2002) menciona que de 1985 a 2000 aumentó en 76.9% el comercio internacional gracias a las negociaciones de la Ronda Uruguay (Relleno y Trápaga, 2001).

Además de lo dispuesto en la Ronda Uruguay del GATT, entre varios países se han llevado a cabo tratados de libre comercio como fue el caso de Estados Unidos, Canadá y México (Norteamérica), la Unión Europea, los Tigres Asiáticos, Mercado Común del sur (Mercosur), entre otros.

Ante el escenario actual de apertura por parte de los convenios internacionales, el sector agropecuario se ve en la necesidad de evolucionar para mantenerse y ser competitivo. Ejemplo de esto es el cambio de un sector agrícola que no genera valor hacia un sector agroalimentario que sí lo haga y que integre diversos actores involucrados en la producción de bienes agroalimentarios.

LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS LOCALIZADOS (SIAL)

Los Sistemas Agroalimentarios Localizados desde el punto de vista teórico fueron construidos a partir de varios elementos: destacan la agroindustria rural, las cadenas productivas, la proximidad, los clústers y formación de tramas agroalimentarias. El elemento central del SIAL es la agroindustria que el Instituto

Interamericano de Cooperación en la Agricultura (IICA) (1988) define como la integradora de actividades que surgen de la producción de materias primas, la transformación de las mismas y su comercialización. El elemento predominante en este planteamiento se refiere a la activa participación del productor en todos estos aspectos. La agroindustria engloba el concepto interinstitucional, multidisciplinario que se abre a la acción en sectores como la economía, agricultura, trabajo, educación y salud.

El Instituto Interaamericano de Cooperación en la Agricultura (1988) y Espinosa *et al.* (2006) coinciden en que la mayoría de las agroindustrias se encuentran en las zonas urbanas. Como consecuencia el valor agregado, la tecnología y los beneficios de la actividad no se queda en los territorios en los que se encuentran la producción primaria, por tal motivo se propone estudiar e impulsar a la Agroindustria rural (AIR) en los territorios rurales donde se encuentran las unidades de producción primaria (Salas Casasola *et al.*, 2006).

Las agroindustrias rurales presentan efectos positivos en los territorios rurales donde se presentan, según el IICA (1988) contribuyen al fortalecimiento de las economías campesinas en cuyo proceso hay una participación activa de los productores que tienden a consolidar las organizaciones campesinas. Se relacionan con la solución de problemas de nutrición y alimentación de las personas, constituyen un elemento diversificado de la producción y hacen posible transformar un bien perecedero en uno de mayor duración. Incrementan los ingresos, el empleo, diversifica la dieta, disminuye las pérdidas poscosechas, diversifica los mercados y lleva productos procesados con mayor calidad y sanidad a los consumidores rurales, permite que el sector rural incremente la competitividad y los niveles de producción, y proporciona servicios de extensión agropecuaria, crédito y conservación del ambiente.

La agroindustria rural enfatiza sobre el crecimiento del valor agregado; se trata no sólo de una actividad, sino de un conjunto de actividades relacionadas con la cadena de producción y por estar involucradas en conjunto de instituciones y empresas independientes (Boucher, 2002). En ese sentido, Boucher y Requier (2005) mencionan que por su origen pueden ser tradicionales o inducidas por

proyectos de desarrollo por parte del Estado; respecto a los productos elaborados pueden ser genéricos y diferenciados, generalmente artesanías alimentarias. En su organización se encuentran integradas a través de cooperativas o asociaciones campesinas y familiares. En los movimientos de innovación que los atraviesan generalmente la tecnología básica es propia y la nueva es adoptada y adaptada del exterior. Tiene articulaciones hacia atrás con los productores primarios y las articulaciones hacia delante pueden ser con mercados locales, nacionales e internacionales.

En síntesis, se localizan en territorios marcados por articulaciones complejas formando interacciones: territorio-actores-sistema de innovación y relaciones campo-ciudad (Boucher y Requier, 2005; Salas Casasola *et al.*, 2006; Sandoval y Ruiz, 2005). Es decir, se relaciona directamente con un territorio y la colaboración de sus recursos específicos; por tal motivo la AIR individual pasa a ser un elemento de un sistema, un actor que se articula con los otros y se beneficia de estas relaciones. Además la concentración de AIR se ubica en el cruce de la cadena y del territorio, lo que conforma la ortogonalidad cadena-territorio (Boucher, 2002),

Sandoval y Ruiz (2005) coinciden al indicar que el territorio rural es un factor importante que favorece la presencia y concentración de AIR. El territorio proporciona los recursos locales como el saber hacer, la cultura de la producción de un bien en específico, las condiciones climáticas, la misma concentración de AIR; la acción colectiva de éstas y la capacidad de adaptar tecnología son la base para que se integre el SIAL, es decir las AIR y las articulaciones asentadas en un territorio crean su concepto, bajo las siguientes premisas (Boucher, 2002; Boucher y Requier, 2005):

- Sistemas productivos locales o aglomeraciones vinculadas con las concentraciones geográficas de empresas del mismo sector.
- Distritos industriales con una diversidad en el proceso de trabajo, la flexibilidad según los tiempos agrícolas, la adecuación de los pequeños y medianos empresarios zonales a la incorporación de las técnicas y procesos productivos más adecuados para el avance de la producción que lleva adelante y la

tradición histórica en sí. Existe un ambiente de competencia-colaboración entre las pequeñas empresas que si bien compiten por un mercado logran compartir recursos generando fenómenos de subcontratación y trabajo en red acentuando la llamada especialización flexible.

- Clústers, propuesto por Porter (1991; 1998), consisten en concentraciones geográficas de empresas del mismo sector. En extenso se definen como un grupo de empresas con una proximidad geográfica de componentes interconectados e instituciones asociadas con una producción en común ligados por conveniencias y complementarios. En términos de innovación se da por un contacto cercano entre los miembros.
- Clústers, analizados desde la perspectiva de H. Schmitz, son concentraciones geográficas de empresas resultado de un proceso histórico marcado por giros estratégicos frente a los cuales las decisiones individuales y colectivas elegidas por los actores han determinado el desarrollo de la actividad.
- Clústers, analizados desde la perspectiva de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), consisten en concentraciones de empresas del mismo género en un territorio; se articulan hacia atrás y hacia delante con empresas relacionadas (Dirven, 2001a; 2001b).

Poméon *et al.* (2006) establece que gracias a los elementos mencionados se crean en primer lugar concentraciones de agroindustrias formando cuencas y favoreciendo la proximidad entre los actores que posteriormente tienden a formar cadenas y forman así ventajas económicas a través de disminución de costos y favoreciendo la acción colectiva. Por su parte Muchnik y Velarde (2002) al definir el SIAL destacan también los puntos mencionados, pero hacen énfasis en los sistemas productivos locales como procesos de colaboración entre las empresas relacionadas entre sistemas productivos y sistemas socioindustriales, el saber hacer y la movilidad de trabajadores a concentraciones productivas, el rol de las instituciones locales, las características más importante las engloban en tres puntos:

1. Economías externas ligadas a la densidad de pequeñas empresas situadas en un lugar y la proximidad entre los actores forman economías de aglomeración. La proximidad no sólo es física, sino una proximidad ampliada (social y cultural) que favorece los procesos de colaboración local.
2. Los conocimientos no transferibles. Localidades con competencias y especialidades relacionadas que no están ligadas sólo a condiciones climáticas y biofísicas, sino también a un proceso histórico de adquisición de conocimiento.
3. Los modos de regulación. Combinan los diversos mecanismos de mercado y otros que se apoyan de reciprocidad y redistribución enraizada en la potencia de la misma comunidad. La organización social de los actores locales constituye un factor importante de estabilización y reproducción de los sistemas de producción local.

Al tomar algunos de los conceptos mencionados, en Francia se retoma a los SIAL como una forma de desarrollo basado en dinámicas endógenas y se propone el concepto de territorialidad como recurso estratégico de los actores económicos. Por lo tanto el SIAL se define como una organización de producción y de servicios (unidades de producción agrícolas, empresas agroalimentarias, comerciales, de servicios, de alimentación, etcétera) asociados por sus características y su funcionamiento a un territorio específico. Donde el territorio es un espacio construido histórica y socialmente, la eficiencia de las actividades económicas está fuertemente condicionada por los vínculos de proximidad y de pertenencia a dicho espacio (Correa *et al.*, 2006; Boucher, 2002; Boucher y Requier, 2005) por su saber hacer, sus comportamientos alimentarios, sus redes de relaciones que se combinan en un territorio para producir una forma de organización agroalimentaria en una escala espacial dada (Sandoval, 2002). En ese sentido Muchnik y Velarde (2002) subrayan el rol de identidad de los bienes alimentarios, productos artesanales ligados al territorio, el saber gastronómico, patrimonio técnico, la especificidad de la materia prima, producida y transformada y la relación entre la manera de fabricar y la manera de consumir el producto.

Reiterando que uno de los elementos que más destaca del SIAL es la concentración de AIR en un territorio determinado, al ser el elemento dinamizador que presenta relaciones horizontales además de que se articula hacia atrás con los productores primarios y hacia delante con los distintos canales de comercialización, favorece la creación de cadenas productivas y generación de valor que se queda en las comunidades rurales (Acosta, 2006); las articulaciones que se presentan a lo largo de la cadena y en los eslabones de la misma ayudan a disminuir la pobreza en el medio rural favoreciendo la creación de empleos rurales (Lipton, 2006).

Los Sistemas Agroalimentarios Localizados permiten potencializar el desarrollo regional gracias a la multifuncionalidad, la cual consiste en optimizar recursos estratégicos del territorio como es el paisaje, la gastronomía local y el turismo rural, además de la canasta de productos locales que se ofertan en los territorios rurales.

En el cuadro 1 se muestra el proceso de activación de los Sistemas Agroalimentarios Localizados. El proceso inicia con el diagnóstico de la concentración de AIR, considera aspectos históricos, territoriales como son los recursos específicos del territorio y los alcances que puede tener éste, da un énfasis en los productos y la calidad de los mismos, resalta el saber hacer como elemento primordial de la fase de activación ya que permite establecer el carácter tradicional de la actividad, aunque también considera los aspectos de innovación tecnológica debido a que los procesos con el tiempo se van modificando con la finalidad de obtener mejores rendimientos y calidad. Finalmente en el diagnóstico un aspecto fundamental son los actores que conforman al sistema; el SIAL toma como elemento central a las personas y su capacidad de interactuar a través de las articulaciones que se dan hacia atrás y hacia adelante y considera las articulaciones horizontales y la acción colectiva que se genera.

Cuadro 1

FASES DE LA ACTIVACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS LOCALIZADOS

<i>Diagnóstico</i>	<i>Diálogo de activación</i>	<i>Activación</i>
Historia Territorio Productos Actores Articulaciones Recursos específicos Saber hacer Innovación tecnológica	Acciones colectivas Talleres participativos Plan de activación Perfil del proyecto	Asociaciones Marca colectiva Denominación de origen Coordinación de actores

Fuente: Boucher, 2002.

Una vez que se ha realizado el diagnóstico de la concentración de la AIR, la siguiente etapa es el proceso de diálogo de activación que consiste en realizar una planeación estratégica con cada uno de los sectores que conforman al SIAL para lograrlo se realizan talleres participativos y se potencializan las acciones colectivas; posteriormente se realiza el plan de activación que consiste en establecer las estrategias adecuadas tomando como base una matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), y decidir cuál es el proyecto más adecuado para activar los recursos del territorio y así favorecer el desarrollo de la región.

La última fase del proceso es la activación que consiste en la coordinación de los actores con la finalidad de obtener beneficios comunes de impacto territorial como es la obtención de marcas colectivas y denominaciones de origen que protegen a los productos y favorecen la competencia leal para llegar a mercados justos donde los productores obtienen un precio adecuado por sus productos, facilitando la integración de todos los actores involucrados, considerándose una herramienta que favorece el desarrollo territorial.

En América Latina se han realizado trabajos mediante el enfoque SIAL enfatizando en el desarrollo regional justo, generación de ingresos en el medio rural y por consecuencia la disminución de la pobreza; Boucher (2002) y Salas Casasola *et al.* (2006) estudiaron las queserías rurales del Perú y Piña y Sánchez (2004) el sector hortícola venezolano.

En México existen pocos trabajos empleando el enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados. Destacan los trabajos realizados en el sector lácteo por Pomeón *et al.* (2006) en las queserías del centro de México, situación reportada por Castañeda *et al.* (2009) y Espinosa (2009).

LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS LOCALIZADOS COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL

Como se comentó los Sistemas Agroalimentarios Localizados, debido a que se localizan en áreas rurales y que integran a las unidades de producción primaria con las AIR y los mercados, pueden ser considerados como una herramienta que favorezca el desarrollo regional sobre todo de territorios rurales y el empleo; en este tenor, es el principal detonador de la economía en las comunidades.

La pobreza en México es uno de los grandes retos por resolver por parte del Estado. En 2008, y a pesar de los esfuerzos por parte de los gobiernos, 47% de la población mexicana se encontraba en algún grado de pobreza alimentaria, de capacidades o de patrimonio; tal situación se agudizó por la crisis económica global que tuvo un efecto directo sobre el empleo y el ingreso de la población, y en 2009 se observó un incremento de la pobreza alcanzando 51% de la población (Banco Mundial, 2009). Cabe mencionar que Sedesol (2008) menciona que más de 86% de los pobres se encuentra en el medio rural y realiza actividades agrícolas y pecuarias.

Quizás los elementos que han favorecido la presencia de la pobreza en el medio rural han sido las políticas económicas implantadas en los últimos 20 años, donde el modelo neoliberal fue el más empleado (González, 2001). Los principales efectos del neoliberalismo sobre los productores rurales han sido el incremento en el comercio internacional de bienes y servicios, además de la presencia de nuevos productos en los mercados locales; esta situación ha ocasionado un desplazamiento de los productos generando así una mala distribución del ingreso e incremento de la pobreza rural en los países en desarrollo (Lipton, 2006).

Además de los efectos del modelo neoliberal se han presentado escenarios que han afectado seriamente el sector agropecuario y por ende el medio rural; a partir del 2007 se observó un incremento del valor de los insumos y productos agrícolas. La Food Agriculture Organization (FAO) (2008) reportó que se presentaron incrementos superiores a 50% en granos básicos lo que se explica por la disminución en los stocks; aunado a esto, la fluctuación del precio internacional del petróleo y el uso de productos agrícolas para la obtención de bioenergéticos ocasionaron una competencia por los cereales que afecta directamente a los sistemas de producción pecuarios como es la producción de leche, cárnicos de res, cerdo y ovino.

Tal como lo establecen los Sistemas Agroalimentarios Localizados, una opción viable para aliviar la pobreza en el medio rural es el empleo en las propias comunidades y el comercio de productos tradicionales a través de canales locales para comercializar locales, por tal motivo la producción animal, la vinculación con la agroindustria rural y los consumidores pueden dar respuesta al imperativo nacional de generar opciones de vida dignos y reducir la pobreza en el medio rural.

Un ejemplo de dicha articulación es producir leche y derivados. La producción lechera en México se destina principalmente a dos grupos. El primero a la pasteurización y envasado de leche fluida; el proceso es dominado por grandes empresas de capital nacional e internacional, aproximadamente 53% del volumen de leche producido en el país se destina para este mercado (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2008) y 47% restante para la elaboración de derivados lácteos como quesos y yogurt. Para efectos de este trabajo se enfatizará sobre la agroindustria productora de quesos.

La agroindustria procesadora de lácteos es un conjunto de empresas heterogéneas. Conforman una de las actividades industriales con mayor crecimiento. En los últimos años ha ocupado el segundo lugar en la rama de industrialización de alimentos (Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura [FIRA], 2001). Representa 10% del valor de la agroindustria, además de contar con más de 12 000 establecimientos en el país y generar más de 66 000 empleos directos (Espinosa *et al.*, 2006). Ha mostrado ser una rama competitiva desde la perspectiva económica

obteniendo en 2005 utilidades cercanas a 30 000 000 y presentando una tasa media anual de crecimiento de 5.9% (SIAP, 2006). La actividad se localiza y concentra en 53% en seis estados del país; el Estado de México es el más importante con una participación de 13%, seguido del Distrito Federal con 12%, Jalisco 11%, Michoacán y Guanajuato 6% y Veracruz 5 por ciento (SIAP, 2006).

Espinosa *et al.* (2006) documentaron la importancia de la actividad agroindustrial de productos lácteos en el valle de México y clasificaron a las queserías en cuatro grupos según su integración, tamaño y administración, asimismo en empresas líderes, en expansión, fósiles y en decadencia. Si bien Espinosa *et al.* (2006) clasifica a las pequeñas empresas queseras como fósiles y en decadencia, otros autores no concuerdan con esta afirmación, por el contrario mencionan que presenta un potencial muy alto cuando se localizan en zonas rurales; Cervantes *et al.* (2008) establecen que las queserías de tipo artesanal producen quesos genuinos y transforman hasta 47% de los quesos en México que las convierte en competitivas. En el mismo sentido, Boucher (2002) menciona que las agroindustrias ubicadas en los territorios rurales se caracterizan por formar concentraciones que movilizan los recursos y forman cadenas productivas creando así articulaciones entre las unidades de producción de leche con la agroindustria permitiendo el acceso a mercados que generalmente son urbanos.

En México existen muchos ejemplos de concentraciones de agroindustrias procesadoras de lácteos en zonas rurales, entre ellos se encuentran los estudiados por Cesín *et al.* (2003) en la zona de Puebla donde se presentan de 20 a 25 agroindustrias que transforman aproximadamente 11 200 litros diarios para la elaboración de quesos artesanales tipo Oaxaca y rancharo comercializados en mercados locales y regionales. Otro caso es el identificado por Poméon (2007) con la concentración de queserías rurales en Tlaxco, Tlaxcala; las queserías obtienen sus recursos del territorio donde se ubican, elaboran quesos tradicionales y participan en mercados urbanos, aunque la integración entre los actores de la cadena es poca y no permiten que se lleven acuerdos para potencializar sus ventajas. El caso más relevante es el de queso Cotija en la Sierra de Jalmich cuya experiencia se ha convertido en objeto de estudio de diversos investigadores

(Poméon, 2007); un ejemplo más son las queserías de la zona noroeste del Estado de México (Castañeda *et al.*, 2009).

Si bien diversos autores defienden el potencial de estas industrias, también es cierto que se enfrentan a un problema complicado debido a la apertura comercial. Los tratados comerciales como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y las regulaciones de la OMC incluyen fracciones arancelarias para la importación de derivados lácteos como quesos además de productos que son empleados como insumos para la elaboración de análogos (García, 1996; Larroa, 1998; Muñoz *et al.*, 2000), por lo que es necesario estudiar a fondo el efecto de la apertura comercial a escala regional considerando las regiones o territorios queseros como casos de estudio.

Un ejemplo de estudios de caso de territorios queseros es el presentado por Castañeda *et al.* (2009) y por Espinosa (2009) quienes analizaron desde diferentes perspectivas la producción tradicional de quesos en la zona nororiente del Estado de México. En los estudios se realizó la construcción histórica de la producción de quesos, además de la caracterización social y económica de la actividad.

Se reportó la presencia de una cadena de producción la cual integró a las unidades de producción de leche en pequeña escala con agroindustrias de tipo rural que procesaron la leche y elaboraron quesos de tipo tradicional que se comercializaron en ciudades cercanas. La actividad lechera se desarrolló en un territorio específico y las interacciones de los actores en tal territorio permitieron que se realizara un análisis bajo la perspectiva de los SIAL. El Sistema Agroalimentario Localizado quesero de la zona nororiente del Estado de México permitió que las unidades de producción de leche encontraran un mercado para la totalidad de su producto, que las queserías elaboraran quesos tradicionales con un saber hacer propio de la zona y pudieran participar en los mercados específicos donde comercializan sus productos; tales situaciones favorecieron en primer lugar el empleo local disminuyendo la migración hacia otros centros de trabajo y finalmente permitió que la población involucrada en las diferentes actividades obtuvieran ingresos económicos los cuales difícilmente los obtendría en actividades no vinculadas.

CONCLUSIONES

El enfoque de los Sistemas Agroalimentarios Localizados permite desarrollar investigaciones referentes a concentraciones de agroindustrias rurales que desarrollan sus actividades en territorios específicos. El territorio es uno de los principales factores de la producción ya que aporta los recursos específicos; por tal motivo se deben analizar los elementos que componen el territorio no sólo desde la perspectiva física, sino desde un enfoque holístico, además otros elementos de suma importancia son los actores que se encuentran dentro del territorio. En los SIAL destacan las unidades de producción primaria, las agroindustrias rurales, los productos y los canales de comercialización.

Al analizar los elementos del territorio y los actores involucrados en las actividades se pretende que la concentración rescate los saberes tradicionales, además de buscar procesos de innovación, dichos procesos son elementos que llevan a una actividad a ser competitiva. Los SIAL establecen que si la actividad central del sistema es competitiva, todos los actores involucrados obtendrán beneficios, situación considerada una competitividad sistémica. Un Sistema Agroalimentario Localizados competitivo es un motor de desarrollo territorial ya que permite a todos los actores involucrados a través de los productos participar en mercados locales, regionales e incluso nacionales o internacionales; la participación en los mercados favorecen los ingresos monetarios, y los empleos en las zonas rurales. El empleo y el ingreso son los principales indicadores que permiten disminuir la pobreza y la migración puesto que se generan condiciones adecuadas para el desarrollo territorial, y favorecen la generación de un patrimonio social e incluso cultural.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A. (2006), "Agrocadenas de valor y alianzas productivas: herramienta de apoyo a la agricultura familiar en el contexto de la globalización", en S. Piñones *et al.*, *Experiencias de la FAO en América Latina*, Italia.

- Banco de México (2009), www.banxico.gob.mx.
- Boucher, F. (2002), "El sistema agroalimentario localizado de los productos lácteos de Cajamarca: una nueva perspectiva para la agroindustria", *Revista sociedades rurales, producción y medio ambiente*, 3, pp.1-28.
- Boucher, F. y Requier Desjardins, D. (2005), "Los LAFS, sistemas agroalimentarios localizados: un nuevo modelo de desarrollo para articular la agroindustria rural y el territorio", *Perspectivas rurales*, 17-18, pp. 5-12.
- Castañeda Martínez, T. *et al.* (2009), "La agroindustria rural de producción de queso en el noroeste del Estado de México: un estudio de caracterización", *Revista de estudios sociales*.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina), (2002).
- Cervantes E., F. (2008), *Los quesos mexicanos genuinos. Patrimonio que debe rescatarse*, México, Mundi prensa, p.186.
- Cesín V., A. *et al.* (2003), Globalización y producción de leche y queso en una comunidad del valle de Puebla, Memorias Asociación Mexicano de Estudios Rurales, Morelia Michoacán.
- Correa, C. *et al.* (2006), "¿Cómo activar los sistemas agroalimentarios localizados en América Latina? Un análisis comparativo", *Agroalimentaria*, 22, pp.17-27.
- Dirven, M. (2001a), "Dairy clusters in Latin America in the context of globalization", *International food and agrobusiness review*, 23, pp.301-313.
- Dirven, M. (2001b), "Complejos productivos, apertura y disolución de cadenas", en M. Dirven (comp.), *Apertura económica y (des) encadenamientos productivos*, julio, CEPAL, Santiago de Chile.
- Espinosa, S. T. *et al.* (2006), "La agroindustria láctea en el Valle de México, un ensayo de categorización", *Técnica pecuaria*, 44, pp.181-192.
- Espinosa Ayala, E. (2009), *La competitividad del Sistema Agroalimentario Localizado productor de quesos tradicionales*, tesis de doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura) (2001), *Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red de leche en México*, boletín informativo, Banco de México, 133, (317) 1-135.

- Falck, M. y H. R. Hernández (2002), "Política y comercio agrícola internacional en el APEC: principales actores", *Comercio exterior*, 52, p. 882-898.
- García, A. (1996), *Las importaciones mexicanas de leche descremada polvo en el contexto del mercado mundial y regional*, México, Distrito Federal, UAM-X, SDEC, pp. 161.
- FAOS (2008), Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAOSTATA, agosto www.fao.org/faostata.
- González, N. (2001), "Las ideas motrices de tres procesos de industrialización", *Revista de la CEPAL*, 75, pp. 107-113.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación en la Agricultura) (1988), Memorias del taller sobre Estrategias metodológicas para el desarrollo agroindustrial rural, Cali, Colombia, 22-27 de febrero.
- Jackson, P. *et al.* (2006), "Mobilizing the commodity chain concept in the politics of food and farming", *Journal of rural studies*, 22, pp.129-141.
- Joslin, T. (2002), *The Farm Bill: Introducción a la nueva ley agrícola de los Estados Unidos*, Food Research Institute, Universidad de Stanford.
- Larrea, R. (1998), "El dilema de los productores de leche frente al TLC", *Acta sociológica*, 8, pp.253-275.
- Lipton, M. (2006), "Can small farmers survive, prosper, or be the key channel to cut mass poverty?", *Journal of agricultural development economics*, 3, pp. 58-85.
- Muchnik, J. y I. Velarde (2002), "Sistema agroalimentario localizado. Proceso de innovación aplicados a la calificación de productos y valorización de los recursos locales. El caso del vino de la Costa de Berisso", *Memorias de Sistemas agroalimentarios localizados*, Argentina, La Plata, Argentina.
- Muñoz, M. *et al.* (2000), "El Tratado de Libre Comercio de América del Norte y Lácteos", *Reporte de investigación 50*, CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo.
- Piña, H. y F. Sánchez (2004), "Perfil competitivo del circuito Hortícola en la parroquia Independencia del municipio Federación del Estado Falcón, Venezuela", *Agroalimentaria*, 19, pp. 95-103.
- Poméon, T. (2007), "El queso cotija México. Un producto con marca colectiva queso 'Cotija región de Origen'", *Proceso de adquisición de una denominación de origen*, FAO-IICA, p. 63.

- Poméon, T. *et al.* (2006), “Las dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras mexicanas Tlaxco, Tlaxcala, y Tizayuca, Hidalgo”, *Agroalimentaria*, 22, pp. 49-64.
- Porter, M. (1991), *La competitividad de las naciones*, Buenos Aires, Argentina, Javier Vergara Editores.
- Porter, M. (1998), “Clusters and the new economics of competition”, *Harvard business review*, november-december.
- Relleno, F. y Y. Trápaga (2001), *Libre mercado y agricultura. Efecto de la Ronda Uruguay en Costa Rica y México*, Serie Estudios y Perspectivas, Distrito Federal, México, CEPAL.
- Salas Casasola, I. *et al.* (2006), “Agroindustria rural y liberalización comercial agrícola: el rol de los Sistemas Agroalimentarios Localizados”, *Agroalimentaria*, 22, pp. 29-40.
- Sandoval, N. (2002), *La agroindustria de producción de almidón de yuca en el Departamento del Cauca, Colombia: ejemplo de SIAL*, Cali, Colombia.
- Sandoval, V. y R. Ruiz (2005), “El rol de los recursos locales en la evolución de la agroindustria rural de Almidón Agrío de Yuca en el Departamento del Cauca, Colombia”, *Agroalimentaria*, 22, pp. 41-47.
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social) (2008), “Indicadores de pobreza”, www.sedesol.gob.mx.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2008), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, www.siap.sagarpa.gob.mx.
- Valdés, A. (1996), “The uruguay round and agricultural polices in developing countries an economies in transition”, *Food policy*, 21, pp. 419-439.

PROGRAMA DE MANEJO FORESTAL DEL CERRO DEL MOLCAJETE, ESTADO DE MÉXICO

María Eufemia Gómez Medina¹

María Estela Orozco Hernández²

Rosalía Virginia Ocampo Velázquez³

INTRODUCCIÓN

El problema del Cerro del Molcajete se resume en la pérdida de la masa forestal; resultado histórico del uso de la leña y la extracción de tierra de monte para elaborar artesanías. Actualmente el deterioro y pérdida del bosque se ha acelerado por los incendios que se producen en época de sequía debido a las pruebas pirotécnicas y los desechos de pólvora y otras sustancias químicas que se tiran a la intemperie o son quemados por algunas familias que elaboran cohetes, por ejemplo en la festiva-religiosa que se realiza cada 12 de octubre asociada a las cantidades significativas de desechos sólidos que los visitantes dejan a la intemperie. Otras causas que agudizan el problema es la incidencia del gusano descortezador y la atención escasa de los ejidatarios y de las autoridades locales, esto último se debe a que los derechos de propiedad están compartidos por el ejido de San Mateo Tlalchichilpan, Almoloya de Juárez y el ejido de San Luis

¹ Licenciada en Ciencias Ambientales, Facultad de Planeación Urbana y Regional, tesista del proyecto Conacyt 54706. Correo electrónico: mary_10_33@hotmail.com.

² Doctora en Geografía y profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales SEP/UAEMÉX-C28. Correo electrónico: eorozcoh61@hotmail.com.

³ Doctora en Ciencias y profesora de la Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: rosov05@yahoo.com.mx.

Mexztepec, Zinacantepec. La ingerencia de dos ámbitos de administración dificulta los acuerdos que han convertido la zona en estudio en un área de libre acceso. En este contexto destaca la importancia de un programa de manejo forestal que incluya los aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales que permitan organizar una serie de actividades y estrategias que mitiguen y reduzcan el problema ambiental del Cerro del Molcajete.

CONDICIONES BIOFÍSICAS DEL LUGAR

El Cerro del Molcajete es un volcán que se localiza en la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal, y su estructura litológica está compuesta por suelos aluviales y brecha volcánica. Se ubica al norte de San Luis Mexztepec con influencia otomí y al sur del ejido mazahua San Mateo Tlalchichilpan, ocupa un área de 100 hectáreas, la tenencia de la tierra es comunal y ejidal, los derechos de propiedad pertenecen a los ejidos, la presión mayor la ejerce San Mateo Tlalchichilpan con una población de más de 4 000 habitantes.

El Cerro del Molcajete presenta una altitud de 2 850 msnm y un clima templado subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura media anual oscila entre los 11 y 16 °C y la precipitación total supera los 1 225 mm al año (Pérez, 1995). Las temperaturas altas en temporada de estiaje son un factor de riesgo que influye en la incidencia de incendios forestales ocasionados de manera natural.

El suelo dominante es vertisol pélico que contiene gran cantidad de materia orgánica, su pH presenta valores moderadamente ácidos. El uso del suelo se compone de bosque, áreas de recreación, agricultura y almacenamiento de polvorines.

El río perenne más cercano es el San Pedro con sus respectivas vertientes, tres de las cuales derivan en el cerro. Los cuerpos de agua perennes mas cercanos son La Venta y San Calixto y Benito Juárez; también se encuentran los cuerpos de agua intermitentes de El Capón y La Mesa (Instituto de Estadística Geografía e Informática [INEGI], 1993).

La estructura de la vegetación está compuesta por un estrato arbóreo de *Pinus radiata*, *Montezumae*, *Cupressus sp.*, cedro, oyamel, maguey, nopal, encinos, capulín, tejocote, cempasúchil, hongos, entre otros. El estrato arbustivo se compone de maguey, nopal, manzanilla, árnica, chilacayote, romero, helecho, y ortiga.

En la fauna dominante se encuentran aves: colibrí, pájaro carpintero, azulejo, jilguero, gavilán, zopilote; acuáticos: rana y sapo; terrestres: hurón, ratón, ardilla, liebre, tuza, conejo, lagartija, víbora, tlacuache, zorrillo, entre otros; insectos: chapulín, grillo, abeja silvestre, escarabajo, catarina, luciérnaga, avispa, oruga, hormiga, libélula, mosco, araña, mariposa; colúbridos: víbora de cascabel, culebra de agua, camaleón, escorpión, lagartija, ciempiés y lombriz. El número de estas especies se ha reducido debido a los incendios forestales.

COMPORTAMIENTO AMBIENTAL

La cubierta forestal ha disminuido considerablemente debido a las pruebas pirotécnicas que ocasionan por lo menos dos incendios anuales y la generación de desechos de pólvora (residuo peligroso) que se queman frecuentemente. Otro factor presión es la ceremonia religiosa que se realiza cada 12 de octubre; en esta fecha se organiza un día de campo en el que se consumen alimentos y bebidas enlatadas y embotelladas, una vez abandonados los desechos se convierten en materia prima para los incendios y focos de contaminación.

La opinión sobre la problemática ambiental se recabó mediante veintisiete entrevistas realizadas en un día de ceremonia religiosa (12 de octubre de 2007). La mayoría de los entrevistados es joven y reside en San Mateo Tlalchichilpan que cuenta con primaria y secundaria. El comportamiento ambiental destaca que 34% de los entrevistados aceptó que tira la basura en el lugar, 33.3% la guarda y 33.3% la quema, lo cual corrobora la contaminación por residuos no biodegradables, plásticos y latas. Respecto a las causas que han motivado el deterioro del bosque, 40% de los entrevistados identificó los incendios, 26% la basura, 15% las actividades pirotécnicas, 15% la extracción de leña y el 4% lo atribuye a otra causa. En cuanto

a la conservación, 62% responsabiliza a los visitantes, 22% a las autoridades y 16% al pueblo de Tlalchichilpan. Aunque el 67% de los informantes tiene disposición para participar en actividades de conservación, solo 19% lo ha hecho en la reforestación.

Las entrevistas confirman que las motivaciones personales para visitar el Cerro del Molcajete destacan los valores religiosos por encima de los ambientales. Los entrevistados reconocen que es necesario implementar medidas para conservar sus condiciones ambientales; sin embargo la disposición no es suficiente, se requiere llevarlas a la práctica por medio de un proceso organizativo que hasta el momento no ha funcionado. Son los ejidatarios quienes otorgan el permiso para el establecimiento de talleres pirotécnicos y promueven el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola

DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO FODA

(FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, AMENAZAS)

El análisis de los factores internos (Fortalezas y Debilidades) en contraste con los factores externos (Amenazas y Oportunidades) (FODA) (Fernández, 1997) muestra que los aspectos que pueden ser una debilidad para la conservación del Cerro del Molcajete representan una fortaleza para el mantenimiento de la economía local (tabla 1).

Tabla 1

DISGNÓSTICO FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, AMENAZAS

<i>Sector interno</i>	
<i>Fortalezas</i>	<i>Área de atención</i>
<p>La actividad pirotécnica es la fuente principal de ingreso de San Mateo Tlalchichilpan.</p> <p>La población realiza actividades de recreación y eventos religiosos en el Cerro del Molcajete.</p> <p>El bosque ofrece beneficios y servicios ambientales para la población aledaña.</p>	<p>Economía local</p> <p>Desarrollo social</p> <p>Manejo de recursos bióticos</p>

Continuación...

<i>Debilidades</i>	<i>Área de atención</i>
<p>Los talleres pirotécnicos se encuentran cerca de zonas habitadas. Las pruebas pirotécnicas se llevan a cabo sin control, lo cual deriva en incendios forestales. La población subestima el valor del bosque en contraste con el establecimiento de talleres pirotécnicos.</p> <p>Falta de comunicación, malos entendidos y desconfianza acerca de las actividades que se realizan en el Cerro del Molcajete y la falta de beneficios económicos directos para la población.</p> <p>Las actividades recreativas y religiosas generan tiraderos clandestinos, crean focos de infección y deterioran la imagen del lugar y producen combustible para la propagación de incendios forestales.</p> <p>Disminución de área boscosa del Cerro del Molcajete debido a frecuencia de incendios forestales que provocan la disminución de flora y fauna. Infestación de plaga forestal que provoca la muerte de los árboles.</p>	<p>Economía local Protección civil Participación social Educación ambiental Manejo de recursos bióticos</p>
<i>Sector externo</i>	
<i>Oportunidades</i>	<i>Área de atención</i>
<p>La actividad pirotécnica regulada puede contribuir al desarrollo de la industria en San Mateo Tlalchichilpan.</p> <p>Es factible realizar proyectos con fines recreativos, deportivos y eventos religiosos.</p> <p>La restauración del Cerro del Molcajete contribuirá a la dotación de bienes y servicios ambientales para la población.</p>	<p>Economía local Desarrollo social Manejo de recursos bióticos</p>
<i>Amenazas</i>	<i>Área de atención</i>
<p>La actividad económica no absorbe la población en edad de trabajar, las fuentes de trabajo que se ofertan son reducidas y mal retribuidas: agropecuarias, talleres pirotécnicos, comercio y servicios de cobertura local.</p> <p>La degradación del Cerro del Molcajete influye directamente en el descenso de las actividades recreativas y se afecta la imagen del lugar.</p> <p>Los visitantes del Cerro del Molcajete tiran basura que contamina.</p> <p>No se cuenta con instalaciones y equipamiento de bomberos, sólo con una Dirección de Protección Civil municipal en caso de contingencias y desastres.</p> <p>Tendencia dominante a la disminución y deterioro de la cubierta forestal del Cerro del Molcajete.</p>	<p>Economía local Desarrollo y participación social Manejo de recursos bióticos</p>

Fuente: Elaboración propia.

Perfil económico

- Estrategia: incentivar la economía local a través del establecimiento y operación de un área industrial artesanal concentrada, regulada y ordenada para la pirotecnia en la localidad de San Mateo Tlalchichilpan.
- Proyecto: Delimitación de un área específica para la concentración de las instalaciones de los talleres pirotécnicos alejada de las zonas urbanas que cumplan con las normas federales de almacenamiento, manejo y uso de explosivos para minimizar los riesgos en caso explosión.
- Meta: Instalar 59 establecimientos en una superficie de 186.89 hectáreas.
- Impacto social y económico: Evitar la dispersión y expansión de los talleres pirotécnicos, incentivar la economía local y disminuir riesgos por explosión.
- Proyecto: Delimitación de un área específica para realizar de pruebas pirotécnicas a fin de que estas se realicen controladas y en áreas de menor impacto ambiental.
- Meta: Establecimiento de un área específica para realizar las pruebas, garantizando la preservación del área de bosque.
- Impacto social y económico: Evitar incendios que afecten a la población y las áreas forestales.

Perfil social

- Estrategias: Fomentar la participación social de los habitantes en actividades de restauración y conservación del Cerro del Molcajete. Promover el impulso a las actividades con fines recreativos desde una perspectiva del ecoturismo y de regeneración ecológica.
- Proyectos: Diseño y ejecución de talleres de educación ambiental para la población de la localidad de San Mateo Tlalchichilpan.
- Estrategias: Organizar talleres sobre la conservación de las áreas forestales y contribuir a su restauración, protección informar sobre las quemas controladas,

crear de brigadas de vigilancia en las áreas forestales, disposición final de los residuos sólidos a fin de evitar el aumento de tiraderos clandestinos y motivar la recolección de basura en las áreas forestales y lugares donde se llevan a cabo las actividades recreativas y atender comentarios y sugerencias.

- Impacto social y económico: Motivar la participación de los pobladores para restaurar y conservar de áreas forestales y contar con su aprobación para reducir el impacto ambiental.

Perfil ambiental

- Estrategia: Impulsar la restauración de las zonas forestales del Cerro del Molcajete para reducir el deterioro y perdida de la cubierta forestal.
- Proyectos: Saneamiento forestal del Cerro del Molcajete. Reforestación del Cerro del Molcajete que incluye:
- Subproyecto: Construcción de brechas cortafuego. Los perfiles del diagnóstico estratégico identifican los proyectos y las estrategias necesarias para impulsar el desarrollo local, sin embargo para los fines que nos ocupan nos centramos en el perfil ambiental y los proyectos derivados que son parte principal del Programa de manejo forestal del Cerro del Molcajete cuyo diseño se fundamenta en los procedimientos técnicos y jurídicos aplicables.

DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANEJO FORESTAL DEL CERRO DEL MOLCAJETE

El plan de desarrollo del municipio de Almoloya de Juárez establece la prioridad de delimitar una zona para la concentración talleres pirotécnicos, reforestar y definir franjas de amortiguamiento para la protección del Cerro del Molcajete; sin embargo estas acciones no aparecen vinculadas a una estrategia de planeación y programación articulada que determine su viabilidad.

En el contexto del problema ambiental y las escasas acciones que se realizan para la conservación del Cerro del Molcajete, se identifican los componentes del Programa de Manejo Forestal. Para su diseño se retoman los requisitos de conservación que se especifican en el artículo 37 del Reglamento de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.

BASES JURÍDICAS DEL PROGRAMA DE MANEJO FORESTAL

No obstante que el artículo 27 y la Ley Agraria establece la libertad de usufructo por parte de los poseedores de la tierra dentro del régimen de propiedad ejidal y comunal, este marco jurídico descontextualiza el carácter de las tierras de uso común dentro del régimen ejidal y la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)¹⁴ da prioridad a las zonas bajo explotación forestal comercial. Esta ley establece la elaboración obligatoria de programas de manejo forestal amplio o simplificado en zonas de bosque con características comerciales, sin embargo los lineamientos técnicos que propone son aplicables a las condiciones de deterioro que presenta el Cerro del Molcajete cuyo problema fue extraído de la observación de campo.

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala la naturaleza de un estudio regional, zonal forestal o de ordenación forestal; todos ellos son instrumentos técnicos de planeación y seguimiento que describen las acciones y procedimientos de manejo forestal sustentable.

¹⁴ Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (2003) cuyas disposiciones se reforman y adicionan la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (1988) y a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y la Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles y se abroga la Ley Forestal publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 22 de diciembre de 1992 con sus posteriores reformas.

Los artículos 3 y 5 de la LGDFS justifican el Programa de Manejo Forestal; su finalidad es controlar las plagas e incendios forestales, principales factores del daño a la cubierta forestal del Cerro del Molcajete. El artículo 12 señala la importancia de las reforestaciones para la conservación del bosque. Los artículos 30 y 32 prevén un manejo sustentable de los recursos forestales para satisfacer la vida de sus propietarios, por lo que se deben considerar las necesidades de la población para que se produzca un manejo integral y sustentable. El artículo 33 norma la conservación de las especies nativas y la biodiversidad. Destaca que los servicios técnicos son fundamentales para elaborar el Programa de Manejo Forestal (artículos 108, 109 y 110) y evitar la degradación del bosque.

Los artículos 119, 121, 122, 123 y 125 establecen la prioridad de controlar de plagas, realizar trabajos de sanidad vegetal y control de incendios con la participación de los ejidatarios. Los artículos 126 y 128 establecen que les corresponde a los ejidatarios promover la elaboración del Programa de Manejo Forestal que permita la conservación y restauración de las áreas cubiertas de bosque. La población está obligada a denunciar las anomalías que se presenten en las áreas forestales según el artículo 159.

En el Cerro del Molcajete se presentan incendios provocados, por ello es necesario aplicar sanciones para evitar estos actos (artículo 160); es importante tener conocimiento sobre la dependencia a la que corresponde la aplicación de las infracciones (artículos 164 y 165).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su artículo 100 y fracción III establece la protección de los recursos forestales de sustancias tóxicas, este lineamiento es adecuado para la actividad pirotécnica para reducir la emisión de sustancias tóxicas que afectan la vegetación, el aire y el suelo.

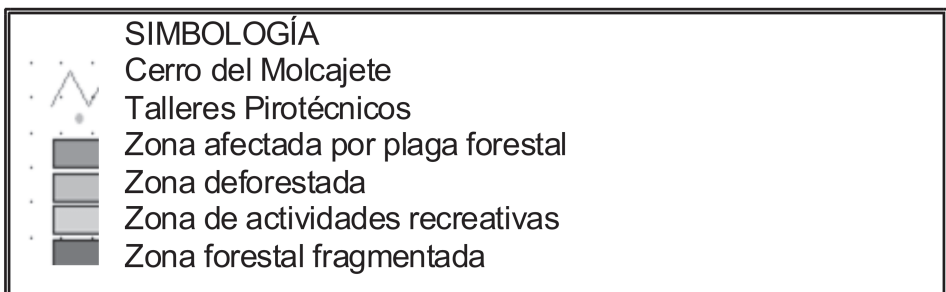
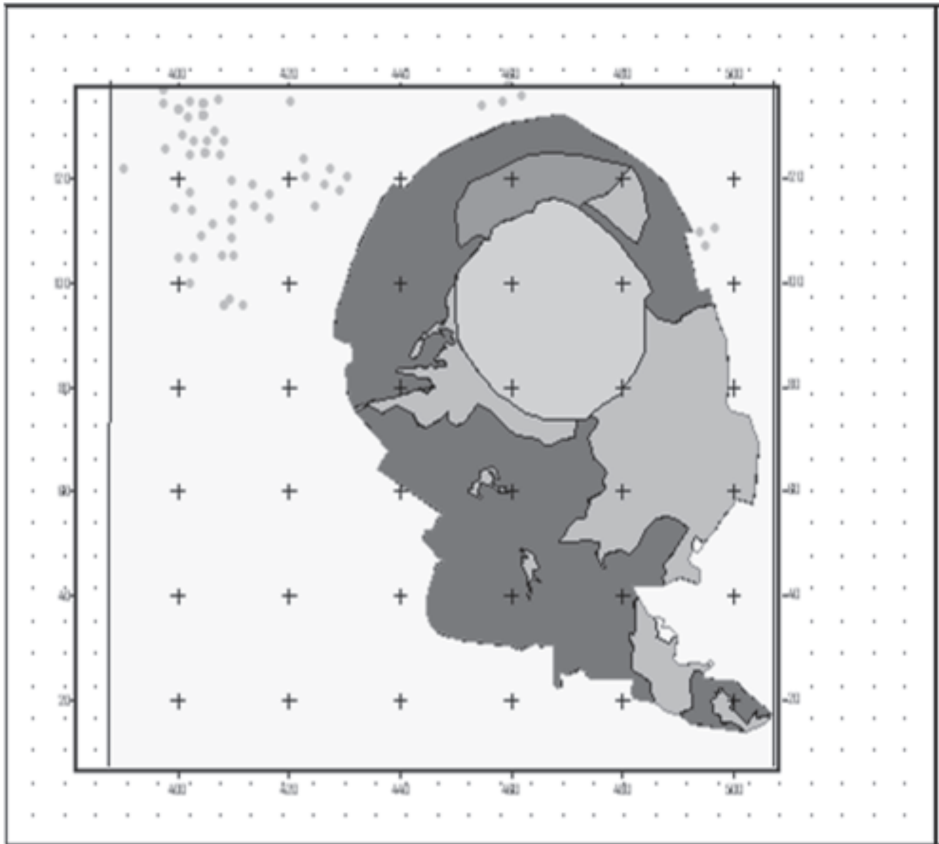
La Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Emergentes, NOM-012-SEMARNAT-1996, establecen los procedimientos, criterios y especificaciones para aprovechar los árboles para leña de uso doméstico. La NOM-019-SEMARNAT-1999 establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas para evitar su propagación. La Secretaría de

Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar) en la NOM-081-FITO-2001 establece el manejo y eliminación de focos de infestación de plagas mediante el reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. Esta norma permite realizar acciones que contribuyan al control y eliminación de plagas a fin de evitar que se extiendan más en el Cerro del Molcajete. Algunos de los criterios que son aplicables al caso de estudio, se refieren a la zonificación del uso del suelo compatible e incompatible, así como a los cambios de usos del suelo; con base en ello se determinan las prácticas de conservación y manejo más apropiadas en las tareas para prevenir, detectar, controlar y combatir incendios, plagas y enfermedades, la tala clandestina y la evaluación y restauración de los daños ocasionados.

Zonificación del Cerro del Molcajete

Con la finalidad de conducir las estrategias y criterios de regulación ambiental, así como un mejor emplazamiento geográfico de las actividades económicas, es necesaria una zonificación que permita establecer el uso adecuado del espacio y de los recursos naturales, fomentar un marco de aprovechamiento sustentable, delimitar las áreas que requieren atención para su saneamiento y difundir en la población una actitud responsable respecto a la importancia de los ecosistemas para un aprovechamiento controlado de los recursos. La zonificación se determinó con base en las condiciones ambientales y la problemática de áreas específicas: zona afectada por la plaga forestal, zona deforestada o afectada por incendios, zona de actividades recreativas, zona forestal fragmentada y zona de talleres pirotécnicos (figura 1).

Figura 1
ZONIFICACIÓN DEL CERRO DEL MOLCAJETE



Fuente: Elaboración propia.

- a) Zona afectada por plaga forestal: corresponde al área infestada por la plaga forestal, descortezador de coníferas *Dendroctonus mexicanus*. La plaga afecta los árboles ocasionando su muerte; la evidencia es la presencia de resina y árboles secos. Se requiere un proyecto de sanidad forestal que evite que la plaga continúe extendiéndose.
- b) Zona desprovista de vegetación: ausencia de vegetación arbórea motivada por deforestación o por incendios forestales, presenta arbolado seco derrumbado. Es necesario realizar un proyecto de reforestación que contribuya a aumentar la masa forestal.
- c) Zona de actividades recreativas: corresponde al cráter del Cerro del Molcajete que se encuentra a una altura de 2 850 msnm. Está desprovista de vegetación y tiene una extensión de 10 hectáreas (Probosque, 2005). La zona comprende áreas comunales de San Mateo Tlalchichilpan y San Luis Mextepec, aquí se realiza la celebración religiosa del 12 de octubre, donde acuden los habitantes de San Mateo, San Lorenzo Cuauhtenco, San Pedro, La Cabecera 1, 2 y 3 sección, también acuden visitantes de la ciudad de Toluca y el Distrito Federal. El consumo de alimentos y bebidas genera basura de empaques, bolsas, botellas de vidrio y de plástico, etcétera, lo que contribuye a la formación de tiraderos a cielo abierto. Es necesario establecer acciones para que los visitantes participen en las tareas de conservación coordinadas con las autoridades y administradores.
- d) Zona forestal fragmentada: es un área en la que la densidad de árboles es pobre y tiene espacios desprovistos de vegetación. Requiere urgentemente medidas y actividades de reforestación, así como establecer medidas para evitar el avance del gusano descortezador y los incendios.
- e) Zona de talleres pirotécnicos: zona ejidal ubicada en las faldas del Cerro del Molcajete que presenta un uso agrícola y el emplazamiento de 59 pequeños talleres de fuegos artificiales y cohetes que cuentan con permiso. La mayoría de los talleres se localizan en San Mateo Tlalchichilpan, pues la pirotecnia es la principal actividad económica (Plan de Desarrollo Municipal de Almoloya

de Juárez, 2003-2006). Se requiere la implantación de sistemas de control de incendios y alarma en caso de explosión, así como reubicarlos lejos de las zonas habitadas, controlar las pruebas pirotécnicas y aminorar la ocurrencia de incendios en el Cerro del Molcajete.

COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO FORESTAL

Este apartado destaca las vertientes de atención para la integración de acciones que contribuirán en la mitigación del problema ambiental del Cerro del Molcajete.

Objetivo general

Establecer las bases de planificación que permitan conducir y controlar el manejo y la conservación de los recursos forestales.

Objetivos específicos

Motivar la participación de los habitantes y administradores coordinados con las autoridades realizando acciones para la conservación del cerro. Establecer acciones y medidas que permitan prevenir y mitigar el problema ambiental y los impactos ambientales que pudiera presentar la zona.

Componente 1. Protección, conservación y manejo de recursos naturales

Acciones encaminadas a prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos sobre los ecosistemas.

Control y combate de incendios forestales

Acciones:

- Identificar las áreas con frecuencia y probabilidad mayor de incendios.
- Coordinar acciones para prevenir y controlar incendios forestales con el equipo necesario y personal capacitado.
- Realizar brechas cortafuego y darles mantenimiento.
- Vigilar las quemas controladas que se realicen en caso de ser necesarias, con las características pertinentes como velocidad y dirección de viento adecuados.
- Evitar que las pruebas pirotécnicas se realicen en áreas forestales.
- Extraer la madera muerta en pie o derribada para evitar la existencia de exceso de material combustible para los incendios forestales.
- Establecimiento y operación de una brigada de vigilancia integrada por ejidatarios y personas de las localidades para detectar, controlar y combatir los incendios forestales.
- Establecer un sistema de vigilancia de incendios forestales integrado por una comisión de las localidades de San Mateo Tlalchichilpan y San Luis Mextepec, a fin de que se dé aviso a las autoridades correspondientes, involucrar a los organismo de Protección Civil de los ayuntamientos de Almoloya de Juárez y Zinacantepec para que apoyen el control y mitigación de incendios forestales, tal y como lo establece la Ley General Forestal Sustentable y evitar que el fuego se expanda.

Prevención y mitigación de impactos ambientales en el cerro del Molcajete

Acciones:

- Vigilancia y control para realizar actividades recreativas y económicas de la población del Cerro del Molcajete.

- Supervisión por parte de los encargados de las actividades recreativas o religiosas para evitar que los visitantes ocasionen daños ambientales en el Cerro del Molcajete.
- Los visitantes del Cerro del Molcajete deben cumplir con las reglas administrativas establecidas en el presente Programa de Manejo Forestal, así como las establecidas por los encargados de la organización de los eventos recreativos como de los ejidatarios quienes fungen como administradores del Cerro del Molcajete.
- Evitar que las pruebas pirotécnicas se realicen en áreas con vegetación arbórea a fin de evitar incendios forestales.
- Diseño de un proyecto de manejo de residuos peligrosos a fin de evitar que los residuos de actividad pirotécnica contaminen el Cerro del Molcajete.
- Supervisar que los residuos pirotécnicos no se entierren; puede provocar contaminación subterránea.
- Establecer medidas que regulen las actividades recreativas y económicas para reducir los impactos ambientales.
- El control de las actividades recreativas les corresponde a los fiscales y comisariados ejidales de San Mateo Tlalchichilpan y San Luis Mextepec; la participación de los pobladores y visitantes es imprescindible en las acciones de conservación.
- Es necesario el establecimiento de un área destinada para realizar pruebas pirotécnicas a fin de que no se dañe la cubierta forestal por causa de incendios forestales, también es necesario se regule la quema de pastos para evitar los incendios.
- Controlar la disposición final de residuos peligrosos derivados de la actividad pirotécnica con la finalidad de no poner en riesgo la salud de la población y de la fauna silvestre y doméstica. Controlar la extracción de tierra para construir y vender tierras parceladas en la zona baja que corresponde a un área agrícola en la que se ha establecido el conjunto habitacional La Loma.
- Para que las actividades descritas se lleven a cabo es necesaria que participen las autoridades de los ayuntamientos de las localidades correspondientes, así como los comisariados ejidales y de la población y cumplir las disposiciones normativas para la conservación del Cerro del Molcajete.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Debido a los impactos generados por las actividades humanas, es importante establecer actividades de restauración que permitan recuperar y reestablecer las condiciones ambientales. Las actividades referentes a la restauración del Cerro del Molcajete son:

- a) Reforestación de las áreas desprovistas de vegetación arbórea con especies nativas del lugar.

Se requiere de las siguientes actividades:

- Delimitar las áreas que requieran ser reforestadas.
- Realizar la reforestación con especies nativas en las densidades adecuadas.
- Dar mantenimiento a los árboles reforestados para garantizar su supervivencia.
- Fomentar la participación de los habitantes, administradores del Cerro del Molcajete y de las autoridades correspondientes en la reforestación y mantenimiento de los árboles reforestados.
- Establecimiento de brechas cortafuego.

- b) Saneamiento de las áreas afectadas por la plaga forestal.

Es necesario realizar las siguientes actividades:

- Establecer el método de control sanitario que se debe realizar con base en el diagnóstico fitosanitario de la vegetación así como del agente causal.
- Gestionar la realización de un programa permanente de control de plagas y enfermedades forestales.
- Llevar a cabo actividades de saneamiento y limpieza del Cerro del Molcajete coordinadas con las autoridades encargadas.
- Promover la participación de los habitantes, administradores y las autoridades en las actividades de saneamiento forestal.

La realización de estas actividades está comprendida en dos proyectos que se describirán a continuación (tabla 2).

PROYECTO DE REFORESTACIÓN

En las actividades de reforestación se empleará la especie *Pinus gregii*, *Pinus patula* y *Ceprthessus lindleyi* que son las especies nativas y las más adecuadas según la zonificación bioclimática y las condiciones del suelo del Cerro del Molcajete para evitar posibles problemas futuros como la incidencia de plagas forestales y que las condiciones físicas del cerro no sean las adecuadas para el desarrollo de esa especie (Probosque, 2005)

Se reforestará como mínimo una área de 20 has que corresponden a las áreas desprovistas de vegetación arbórea y con ellos contribuir al aumento de la masa forestal. La cantidad de árboles requerida se solicitará a Probosque y el trámite lo realizarán los ejidatarios quienes son los encargados de realizar la reforestación. Se requerirán aproximadamente 20 000 árboles pues la reforestación se realizará con una densidad de 1 112 Ptas / ha a una distancia entre plantas de 3x3. Asimismo se sugiere mejorar el sustrato con composteo, abono verde y estiércol con su respectivo proceso y cantidad por árbol (Probosque, 2005). Considerando la pendiente y la situación edáfica se recomienda llevar a cabo los siguientes tipos de cepa: cepa común de 40x40x40 cm, zanja trinchera, saucedas 1 y 2 y terraza individual.

Tabla 2
PROYECTOS FORESTALES

<i>Proyecto</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Fuentes de financiamiento</i>	<i>Impacto social y económico</i>
Reforestación del Cerro del Molcajete	Árboles / hectárea	20 000 árboles/ha	Gobierno del Estado de México y municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec	Aumento de la masa forestal en el Cerro del Molcajete
Subproyecto: Construcción de brechas cortafuego	Metros construidos		Probosque	Disminución de los daños por incendios forestales

Continuación...

<i>Proyecto</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Fuentes de financiamiento</i>	<i>Impacto social y económico</i>
Saneamiento forestal del Cerro del Molcajete	hectárea	4ha	Gobierno del Estado de México y municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec Probosque	Disminuir la pérdida de cubierta forestal a causa de plagas forestales

Fuente: Elaboración propia.

La reforestación es factible realizarla de acuerdo con la cepa común y terraza individual considerando la pendiente natural del terreno. La reforestación debe realizarse en la temporada de lluvias para asegurar que los árboles tengan la capacidad de sobrevivir. Es necesario invitar al público en general y las escuelas San Mateo Tlalchichilpan y se solicitará apoyo a los respectivos ayuntamientos.

Es necesario incluir en este proyecto la construcción de brechas cortafuego para evitar la propagación de incendios forestales así como la limpieza de madera muerta en pie y de la que se encuentra derribada, y que el comisariado ejidal de San Luis Mextepec renueve su permiso ante Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) para llevar a cabo esta actividad y en el caso del ejido de San Mateo Tlalchichilpan requiere solicitar el permiso (Probosque, 2005).

Proyecto de sanidad forestal

Debido a la infestación de plaga forestal de un área que comprende 4 hectáreas se requiere implantar medidas fitosanitarias para evitar que se extienda y disminuir la pérdida de masa forestal. Esta solicitud será elaborada por los comisariados y ejidatarios ante Conafor y llevar a cabo el saneamiento forestal.

De acuerdo con el Reglamento de la LGDFS en su artículo 153, la solicitud de acciones de saneamiento forestal debe contener lo siguiente:

- Nombre, denominación o razón social y domicilio de la persona obligada a realizar los trabajos de saneamiento forestal.
- Denominación y ubicación del predio afectado.
- Datos de inscripción en el Registro o, en su caso, copia simple del documento que acredite el derecho de propiedad o posesión del predio.
- Número y fecha de la notificación correspondiente.
- Justificación de la incapacidad para realizar los trabajos de saneamiento, la que deberá señalar ingresos mensuales del obligado.

La plaga que esta afectando a los árboles de la especie *Pinus radiata* del Cerro del Molcajete es un gusano descortezador cuyo nombre científico es *Dendroctonus mexicanus* (Probosque, 2005). El primer signo que muestra el arbolado infestado son grumos de resina o escurrimiento sobre el fuste o base de las ramas. No es fácil distinguir estos síntomas; generalmente en una zona plagada recién se notan cuando el follaje cambia a un tono verde amarillento o café rojizo. Estos insectos atacan los árboles construyendo galerías largas y sinuosas en forma de *S* en la parte interna de la corteza. El desarrollo de estos escarabajos en los pinos se presenta junto a un hongo que produce la mancha azul en la madera (*Ceratocystis minor*). El hongo es introducido al xilema y floema por los insectos y es responsable de la disminución de la conductividad de la savia, la causa principal de muerte del arbolado.

En los recorridos realizados se encontraron todos los estados de desarrollo de los insectos: huevecillos, larvas, preadultos y adultos. Se recomienda solicitar a la Comisión Nacional Forestal asesoría sobre los procedimientos para realizar un informe fitosanitario y obtener una notificación de saneamiento. La propuesta para atacar la plaga forestal se basa en la NOM-019-RECNAT-1999, misma que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas. Esta norma contempla que el ciclo de vida de esta plaga es de 42 a 125 días teniendo de 3 a 5 generaciones por año y determina que la evidencia del daño es (NOM-019-SEMARNAT-1999):

- Presencia de grumos de resina en el fuste o ramas, los grumos de resina son suaves, tornándose duros y de coloración rojiza.
- Cambio de coloración del follaje de verde a rojizo, pasando de verde alimonado a amarillo.
- Presencia de galerías en la corteza interna.

Una vez que se identificó la plaga así como la evidencia del daño se requiere que la secretaría mencionada por conducto de la Dirección de la Delegación Federal en la entidad federativa correspondiente o por los gobiernos estatales facultados notifique sobre la obligación de ejecutar los trabajos de saneamiento forestal conforme a los lineamientos establecidos esta Norma Oficial Mexicana.

Las notificaciones para realizar un saneamiento forestal deberán contener nombre del propietario o poseedor del predio y denominación y ubicación del predio objeto de saneamiento, superficie o volumen a sanear, especie de la plaga y del hospedero y tratamiento a emplear de acuerdo con la presente Norma Oficial Mexicana.

Todo el arbolado sujeto a saneamiento deberá ser señalado con pintura o con cualquier otro método determinado de común acuerdo con el titular de la notificación. Los métodos de control para realizar el saneamiento forestal en áreas afectadas por insectos descortezadores son:

- Control mecánico-físico: consiste en el derribo, troceo, descortezado y quema o enterrado o abandono de la corteza infectado por plaga de descortezadores.
- Control químico: consiste en el derribo, troceo y aplicación de plaguicidas.

Una vez realizado el tratamiento de control sanitario el personal de Profepa (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) verificará durante la vigencia de la notificación el cumplimiento de las disposiciones establecidas en esta Norma Oficial Mexicana por parte de los ejidatarios y los responsables de la administración del área forestal. La secretaría por conducto de la Delegación Federal en la entidad federativa correspondiente evaluará y dará seguimiento a la operación y ejecución del combate y control contra los insectos descortezadores de las coníferas y prestará la asesoría para llevar a cabo las

medidas fitosanitarias aplicables siendo responsabilidad de los ejidatarios, comuneros y demás propietarios o poseedores de terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal su cumplimiento y ejecución (NOM-019-SEMARNAT-1999).

Actividades para verificar los trabajos de saneamiento contra plagas

- a) Ubicar las áreas en tratamiento de conformidad con la notificación.
- b) Detectar que el arbolado señalado para saneamiento presente la sintomatología del daño ocasionado por insectos descortezadores, según el apartado 3.1.1 de la presente Norma Oficial.
- c) Que el tratamiento elegido por el titular de la notificación de acuerdo con esta Norma Oficial se realice en el mismo sitio y al momento del derribo del arbolado y dentro del plazo establecido en la notificación verificando lo siguiente:
 - Troceo, descortezado y quema de corteza, enterrado o abandono de la corteza.
 - Que la troza esté totalmente descortezada.
 - Que la corteza se haya incinerado totalmente o
 - Que toda la corteza haya sido totalmente enterrada.
 - Abandono de la corteza solamente cuando se haya realizado a insectos descortezadores que presenten una generación al año (excepto *Dendroctonus rhyzophagus*) y que los insectos se encuentren en estado larvario.
 - Control químico (derribo, troceo y aplicación de plaguicidas).
 - Que el producto se aplique a punto de goteo sobre las trozas sin descortezar.
 - Que los productos tratados no sean removidos del lugar donde fueron asperjados antes del tiempo establecido en la presente Norma Oficial.
 - Para constatar la aplicación del producto plaguicida se revisará la trocería en la cual se podrán encontrar insectos muertos atrapados en los orificios de salida por efecto del plaguicida asperjado. Debajo de la corteza será posible encontrar insectos vivos que morirán por efectos del cambio de la temperatura ambiente dentro de las trozas.

- Derribo y abandono del arbolado afectado (únicamente para insectos que presenten una generación al año).
 - Se revisará que el arbolado derribado presente insectos descortezadores en estado larvario.
 - Uso de polietileno y pastillas fumigantes.
 - Revisar que las trozas sujetas a saneamiento estén completamente cubiertas y selladas.
 - Posterior a las 72 horas de exposición al fumigante si se descortezan las trozas, se podrá observar la presencia de insectos muertos.
- d) Que los productos no aprovechables (desperdicio) del arbolado tratado se piquen, quemen o apilen en lugares descubiertos de arbolado.
- e) Que el volumen resultante del saneamiento sea similar al volumen especificado en la notificación respectiva.
- f) La superficie a inspeccionar para verificar la correcta realización del saneamiento deberá ser no menor 50% de la superficie notificada.
- g) Si en 20 días posteriores a la conclusión del saneamiento no existen brotes activos de insectos descortezadores en el arbolado aledaño al brote tratado, se entenderá que el tratamiento se realizó adecuada y oportunamente (NOM-019-SEMARNAT-1999).

Proyecto de manejo de residuos peligrosos

Como se ha señalado la actividad pirotécnica realizada es fuente de incendios forestales y de contaminación de residuos peligrosos. Por lo anterior es pertinente delinear las bases de un proyecto específico para el manejo de este tipo de residuos. La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

En esta norma se menciona que un residuo es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia

de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. La identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo (NOM-052-SEMARNAT-2005). Además especifica que son explosivos los residuos de la manufactura de productos pirotécnicos y este tipo de residuos se encuentran en la clasificación por tipo de residuos sujetos a condiciones particulares de manejo (NOM-052-SEMARNAT-2005).

El manejo de los residuos peligrosos se encuentra regulado por el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos publicado en 1988 y revisado en 1996. Se entiende por *manejo* el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos (Instituto Nacional de Ecología [INE], 2008).

Para el caso de los pirotécnicos ubicados en el Cerro del Molcajete participan como emisores de residuos peligrosos en las etapas de generación, almacenamiento, transporte y recolección, una vez recolectados por empresas autorizadas éstas se encargaran del tratamiento y disposición final de estos residuos. A continuación se describen las medidas que se deben tomar para un manejo eficiente de los residuos peligrosos.

Generación de residuos peligrosos

Quienes pretendan realizar obras o actividades por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos requieren contar con autorización de la Semarnat y deberán señalar los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse así como sus cantidades en la manifestación de impacto ambiental.

El generador deberá:

- Inscribirse en el registro correspondiente en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de residuos peligrosos.
- Dar a los residuos peligrosos el manejo previsto en el Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas.

- Manejar separadamente los residuos incompatibles.
- Envasar sus residuos en recipientes seguros.
- Identificar sus residuos conforme lo señale el Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas.
- Almacenar sus residuos en condiciones de seguridad y de acuerdo con el Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
- Transportar sus residuos en vehículos autorizados y en forma segura.
- Dar a sus residuos el tratamiento o disposición final correspondientes de acuerdo con el Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas.
- Remitir a la Semarnat un informe semestral en el formato correspondiente.

Durante la etapa de generación se requiere que se lleve a cabo una minimización de residuos peligrosos a fin de contribuir a un mejor manejo.

Minimizar los residuos es un proceso de adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir hasta niveles económica y técnicamente factibles la cantidad y peligrosidad de los subproductos generados que precisan un tratamiento o eliminación final. Esto se consigue por medio de la reducción en su origen y cuando ésta no es posible a través del reciclaje o al recuperar materiales secundarios.

Cada instalación que genere o maneje residuos peligrosos de acuerdo con el tipo de residuos que involucre, la tecnología y procesos que aplique las características del sitio en el que se ubica y otros factores constituirían un riesgo diferente para las poblaciones humanas vecinas, las propiedades circundantes y el ambiente en función de aspectos tales como:

- Liberación al ambiente de sustancias potencialmente tóxicas a través de las emisiones al aire, descargas al agua, procesos de lixiviación o de fuga o derrame, los cuales pueden ocurrir durante su operación al cierre o tiempo después.
- Eventos súbitos accidentales que involucran explosiones, incendios o formación de nubes tóxicas.
- Accidentes en los transportes que llevan a dichas instalaciones o sacan de ellas materiales o residuos peligrosos.

La evaluación de los impactos ambientales y riesgos requiere de consultores capacitados para realizarla, así como de servidores públicos dictaminadores capaces de interpretar las evaluaciones con fines de autorizar la operación de las instalaciones (INE, 2008).

Almacenamiento

Para llevar a cabo un almacenamiento adecuado con los generadores de residuos peligrosos deben:

- Adecuar un área para la ubicación de los contenedores residuos peligrosos.
- Identificar el tipo de residuos (explosivos).
- Poseer contenedores, los cuales deben ser seguros, para el almacenamiento de estos residuos.
- Almacenar sus residuos en condiciones de seguridad por lo que los recipientes que contengan residuos peligrosos deben estar herméticos, sellados y debidamente señalados.
- Los contenedores deben estar etiquetados de acuerdo con tipo de residuo que contengan, en este caso corresponde a residuos explosivos.
- Implementar el uso de una bitácora para llevar un control de la cantidad de residuos generados.
- Recopilar las fichas de datos de seguridad de los reactivos empleados y productos generados.

Transporte y recolección

El generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos autorizadas para cualquiera de las operaciones de manejo deberá llenar los *Manifiestos de Entrega-Transporte-Recepción* y entregar las copias correspondientes al transportista para que éste y la empresa autorizada que los reciba para su manejo como destinatario final los sellen de recibidos.

La ejecución del Proyecto Manejo de Residuos Peligrosos contribuirá a que el manejo de estos residuos sea adecuado y se evite enterrarlos, tirarlos o quemarlos en las áreas del Cerro del Molcajete.

Reglas administrativas del Cerro del Molcajete

Las presentes reglas administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas que realicen actividades dentro del Cerro del Molcajete, ubicado en los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec.

- a) Los visitantes del Cerro del Molcajete deben guardar el orden debido y comportamiento observando las instrucciones del personal administrativo del cerro y de los organizadores de los eventos recreativos.

Se prohíbe a los visitantes y población:

- Rebasar áreas restringidas
- Encender fogatas fuera de áreas permitidas
- Lastimar o extraer la fauna silvestre presente en el Cerro del Molcajete
- Alterar el orden
- Cortar, dañar o destruir los árboles
- Tirar basura
- Provocar incendios que dañen la flora y fauna del Cerro del Molcajete

- b) La población deberá abstenerse de generar impactos negativos. Además debe participar en la conservación y cuidado del Cerro del Molcajete.

Por lo tanto se prohíbe:

- Realizar pruebas pirotécnicas en el área forestal del Cerro del Molcajete
- Realizar quemas de pastos no controladas, en caso de ser necesario con vigilancia.
- Tirar, enterrar o verter en cuerpos de agua residuos químicos provenientes de la realización de la actividad pirotécnica.
- Pastorear ganado en áreas en las que se haya reforestado recientemente.

También se requiere:

- La participación de la población y los ejidatarios para formar brigadas de vigilancia e inspección para controlar el cumplimiento de las reglas establecidas.
- La participación y apoyo de la población y ejidatarios formando comisiones o brigadas para informar a las autoridades en caso de incendios forestales, sucesos o siniestros que dañen el Cerro del Molcajete.
- La formación de brigadas para el control de incendios forestales.
- La participación de la población para realizar programas y proyectos que contribuyan a disminuir impactos negativos en el Cerro del Molcajete así como proteger y conservar.
- Que los pirotécnicos realicen un manejo adecuado de los residuos generados por su actividad.

La población podrá:

- Extraer sólo la leña muerta y derribada y bajo ninguna circunstancia se pueden talar árboles que se encuentren vivos o que no hayan sido afectados por plaga forestal.
- Visitar el Cerro del Molcajete de manera pacífica y sin generar impactos negativos.

- c) Los ejidatarios como responsables de la administración deben realizar las acciones y medidas necesarias para la conservar el Cerro del Molcajete.

Por lo tanto deben:

- Participar en la formación de brigadas de vigilancia del cumplimiento de la normatividad ambiental y para el control y combate de incendios forestales.
- Informar a las autoridades correspondientes y participar en el combate de incendios forestales de manera inicial hasta la llegada de personal capacitado.
- Solicitar los permisos y apoyo ante las autoridades competentes para realizar de actividades de restauración en el Cerro del Molcajete.
- Informar a la población acerca de las acciones que se lleven acabo en el Cerro del Molcajete.

Instrumentos para la gestión del pago por servicios ambientales

El Pago por Servicios Ambientales (PSA) se ha adoptado como un instrumento de gestión económica para promover la conservación de las áreas forestales, y apoyar a los poseedores de los recursos naturales se constituye como una oportunidad que debe ser aprovechada organizadamente por los propietarios del Cerro del Molcajete.

Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales, la provisión de agua, mejorar la calidad del aire, control de la erosión del suelo, acervo genético de plantas y animales y como soporte esencial en la mitigación de riesgos naturales (Conafor, 2008).

El Cerro del Molcajete presenta la capacidad de proveer bienes y servicios ambientales tanto a la población aledaña como a sus respectivos administradores, en este sentido a través de la realización de actividades que contribuyan a disminuir el deterioro de la masa forestal se pueden gestionar el PSA con la finalidad de conservar y restaurar. Para beneficiarse del programa se debe cumplir con el siguiente procedimiento en los plazos señalados (tabla 3).

Tabla 3
ACTIVIDADES Y PLAZOS

<i>Actividad</i>	<i>Plazo límite</i>
Publicación de la convocatoria	En el primer mes del año
Recepción de documentos de la solicitud de apoyo.	En el plazo señalado en la convocatoria
Notificación en caso de algún dato o documento faltante	Dentro de los 10 días hábiles a partir de la recepción de la solicitud o cuando se detecte
Presentar la información o documento faltante	5 días hábiles posteriores a la notificación
Emisión de dictámenes de factibilidad y de asignación de apoyos por los conceptos de:	

Continuación...

<i>Actividad</i>	<i>Plazo límite</i>
Todos los de planeación y organización forestal. Todos los de conservación y restauración menos servicios ambientales	30 días hábiles posteriores al cierre de recepción de solicitudes
Todos los de elevar competitividad. Todos los de producción y productividad y servicios ambientales	50 días hábiles posteriores al cierre de recepción de solicitudes
Publicación de resultados de asignación de recursos	5 días hábiles posteriores a la resolución del Comité
Emisión y firma del convenio de adhesión contenido en el anexo correspondiente de las presentes reglas	10 días hábiles siguientes a la publicación de los resultados

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007).

Para acceder al pago por servicios ambientales es necesario cumplir con los criterios de elegibilidad (Semarnat, 2007).

- Llenar correctamente la solicitud de apoyos contenida en las Reglas de Operación del Programa Pro-Árbol de la Comisión Nacional Forestal.
- Presentar el anexo técnico de conformidad de los formatos contenidos en los anexos correspondientes según el concepto de apoyo solicitado.
- Acreditar la nacionalidad mexicana con cualquiera de los siguientes documentos: credencial de elector, cartilla militar, pasaporte, o carta de naturalización, en caso de personas morales, con el acta constitutiva con la que acredite haber sido constituida conforme las leyes mexicanas.
- Acreditar la legal propiedad o posesión del terreno con la siguiente documentación:

Para ejidos y comunidades se requiere:

- Carpeta básica que contenga resolución presidencial, actas de posesión y deslinde y plano definitivo o en el caso de ejidos certificados Acta de Delimitación, Destino y Asignación de Tierras Ejidales (ADDAT).

Cuando se solicita el apoyo por medio de un representante legal se deberán presentar los siguientes documentos para ejidos y comunidades:

- Acta de asamblea donde se elijan los órganos de representación, o bien se otorgue la representación legal a un tercero.
- Identificación oficial de los integrantes del órgano de representación o de su representante legal.

Para los solicitantes beneficiados se elaborará un Programa de Mejores Prácticas de Manejo en el que se presentarán las actividades que ayuden a proteger la provisión de los servicios ambientales. El pago para su elaboración se entregará en la primera de las cinco anualidades programadas. El Programa de Mejores Prácticas de Manejo deberá ser realizado conforme a los términos de referencia que la Conafor publique en su página de internet dentro del plazo de un año a partir de la publicación de los resultados de asignación y ser aprobado como requisito para el refrendo del segundo pago.

Para el caso de comunidades y ejidos, el Programa de Mejores Prácticas de Manejo deberá realizarse mediante un proceso de planeación participativa, en donde sea el ejido o comunidad quien decida las acciones a realizar en el predio (Semarnat, 2007). Los conceptos de apoyo son hidrológicos, desarrollo del proyecto de captura de carbono, conservación de la biodiversidad, sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra, fomento a la regeneración natural en bosques y selvas afectas por fenómenos meteorológicos. Los montos otorgados correspondientes a cada tipo de concepto de apoyo son los siguientes (tabla 4).

Tabla 4

CONCEPTO DE APOYO PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES

<i>Conceptos de apoyo</i>	<i>Monto de apoyo servicio ambiental en SMVDF</i>	<i>Monto de apoyo asistencia técnica SMVDF</i>	<i>Superficie de apoyo en ha</i>	<i>Forma de otorgar el apoyo</i>
C5.1 Hidrológicos	8.5 por ha por año en mesófilo 7.5 por ha y por año en bosques de encino y 6.5 por ha por año en otros bosques y selvas	De 20 a 50 ha 316 De 51 a 500 ha 410 De 501 a 1 000 ha 750 Mayor a 1 000 ha 1 080 Los montos son por año y predio Sólo para beneficiarios con PMPM.	De 20 a 3 000 para ejidos y comunidades	De 20 a 200 por persona física Se asignarán apoyos hasta por 5 años consecutivos
C5.2 Desarrollo de la idea del proyecto de captura de carbono		De 500 a 1 500 ha De 1 501 a 3 000 ha 2 950 3 550 y más de 3 000 ha 4 150	Mínimo 500 ha	Pago inicial de 50% a la firma del convenio de adhesión, el resto cuando se apruebe el documento de la idea del proyecto
C5.3 Conservación de la biodiversidad	7.5 por ha por año	De 20 a 50 ha 316 De 51 a 500 ha 410 De 501 a 1 000 ha 750 Mayor a 1 000 ha 1 080 Los montos son por año y predio	Mínimo 20 y máximo 2 000 para ejidos y comunidades De 20 a 200 por persona física	Se asignarán apoyos anuales hasta por 5 años consecutivos
C5.4 Sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra	6.5 por ha por año	De 200 a 500 ha 415 De 501 a 1 000 ha 750 Los montos son por año y predio	Mínimo 200, máximo 1 000 para ejidos y comunidades, Máximo 200 por persona física	Se asignarán apoyos hasta por 5 años consecutivos
C5.5 Fomento a la regeneración natural en bosques y selvas afectas por fenómenos meteorológicos	6.5 ha por año	De 20 a 50 ha 300 De 51 a 500 ha 575 De 501 a 1000 ha 590 Mayor a 1000 a 300 ha 1080 Los montos son por año y predio	De 20 a 3 000 para ejidos y comunidades De 20 a 200 por persona física	Se asignarán por 5 años consecutivos

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007).

* SMVDF: Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.

Los conceptos que se relacionan directamente con el problema de la zona de estudio son la conservación de la biodiversidad y el fomento a la regeneración natural del bosque. Los poseedores y administradores deberán estar concientes y tener la disponibilidad de superar las limitaciones de un procedimiento con fuerte carga administrativa, pero que finalmente redundará en beneficios económicos para cada ejidatario y en beneficio de la conservación y cuidado del bosque. El acceso a este tipo de apoyos depende en gran medida de la organización de los ejidatarios y su disposición para lograrlo.

CONCLUSIONES

El Programa de Manejo Forestal del Cerro del Molcajete se constituye en la base técnica-normativa para la integración de las acciones necesarias para lograr su conservación

El programa de manejo es una guía para la administración y la toma de decisiones. Su finalidad es orientar la disminución de los impactos negativos provocados en la cobertura forestal por las actividades económicas y recreativas de la población local y visitante, así también contribuir al mejoramiento de las condiciones físicas del Cerro del Molcajete a través del establecimiento de acciones de conservación.

La conservación del Cerro del Molcajete depende de la articulación de los proyectos, estrategias y medidas encaminadas que sirvan de guía para que los ejidatarios, autoridades, instituciones y la población las lleven a cabo dentro del marco de la legislación aplicable.

Para lograr la implantación del Programa de Manejo Forestal es necesario involucrar a los principales agentes de la comunidad y realizar una serie de tareas logísticas, tales como la fijación de su alcance temporal y geográfico, calcular el presupuesto, contemplar la provisión de recursos humanos y materiales para su realización y el diseño del modelo organizativo que permita unir las voluntades de las que depende el éxito del programa. Las acciones deben permitir recoger

un amplio espectro de opiniones y criterios sobre el presente y el futuro de la zona de estudio e integrar en la toma de decisiones a todos los agentes públicos y privados cuyos recursos y acciones sean necesarios para el éxito del programa. Fundamentalmente lograr el apoyo y compromiso de los agentes hacia el programa para asegurar de que se efectuen aquellos proyectos que requieren la participación de múltiples grupos u organizaciones.

La ejecución del programa de manejo forestal queda a cargo del comisariado ejidal y de los ejidatarios; ellos son los responsables directos y se requiere de la concertación, compromiso y aprobación de los usuarios y la población lo cual redundará en sinergias de colaboración con múltiples agentes y autoridades.

El Programa de Manejo Forestal debe someterse a la consideración de las opiniones de los ejidatarios, pobladores y autoridades para que se incremente la participación social en las acciones de conservación, vigilancia y seguimiento.

Gestionar la asesoría calificada de las instituciones de gobierno para llevar a cabo las acciones de conservación y control de las actividades económicas en el Cerro del Molcajete así como gestionar la capacitación y los permisos correspondientes.

La implementación y operación del programa se encuentra sujeta a la concertación y acuerdo entre los ejidatarios del San Mateo Tlalchichipan y San Luis Mextepec y la participación de la población.

La carencia de presupuesto es una limitante para que se ejecute el programa de manejo, por ello es necesario que gestionar apoyos ante las instancias federales, municipales y locales para realizar proyectos de reforestación, saneamiento forestal y manejo de residuos peligrosos. Gestionar el pago por servicios ambientales para beneficiar a los propietarios y promover la conservación y restauración del Cerro del Molcajete.

AGRADECIMIENTOS

Contamos con el apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de México y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del proyecto Conacyt 2007 54706.

BIBLIOGRAFÍA

- Conafor (Comisión Nacional Forestal) (2008), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Gerencia de Incendios Forestales, noviembre.
- Conafor (2008), www.conafor.gob.com.mx, 27 de julio de 2008.
- Fernández Güell, José Miguel (1997), *Planeación Estratégica de ciudades. GG Proyecto & Gestión*, Barcelona, Gustavo Gili, S. A., 240 pp.
- Gómez Medina, Maria Eufemia (2008), *Programa de manejo Forestal del Cerro del Molcajete, Municipio de Almoloya de Juárez y Zinacantepec*, Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM, Toluca, México, p. 220.
- INE (Instituto Nacional de Ecología) (2008), Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas. Bases para el Diseño de un Programa intersectorial para la minimización y Manejo Integral de Residuos Peligrosos en el Estado de México, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, UNAM, 2008.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (1993), Carta topográfica E14A37, Escala 1.50 000.
- LGDFS (2003), Ley General de Desarrollo forestal Sustentable, Diario Oficial de la Federación, 25 de febrero de 2003.
- LGEEPA (1988), Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988.
- NOM-012-SEMARNAT-1996, "Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico", Diario Oficial de la Federación, 26 de junio de 1996.

NOM-081-FITTO-2001, "Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas", Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar), Diario Oficial de la Federación, miércoles 18 de septiembre de 2002.

NOM-052-SEMARNAT-2005, "Características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de residuos peligrosos", Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial de la Federación, viernes 23 de junio de 2006.

NOM-019-SEMARNAT-1999, "Lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas", Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Diario Oficial de la Federación, miércoles 25 de octubre de 2000.

Pérez, Miguel Ángel, (1995), Tesis de reforestación del Cerro del Molcajete, municipios de Zinacantepec y Almoloya de Juárez, Estado de México.

Plan de Desarrollo Municipal de Almoloya de Juárez (2003-2006).

PROBOSQUE (2005), Promotora de Bosque "Al rescate del Cerro del Molcajete" Zinacantepec-Almoloya de Juárez, Comité de Educación y Cultura Forestal del Estado de México, sábado 30 de julio de 2005.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2005), Diario Oficial de la Federación, México.

SEMARNAT (2007), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Reglas de Operación del Programa Pro-Árbol de la Comisión Nacional Forestal, Diario Oficial de la Federación, viernes 28 de diciembre de 2007.

ESTRATEGIAS DE GESTIÓN TURÍSTICA.
PARQUE ESTATAL EL OSO BUENO, COMUNIDAD DE
SANTA MARÍA TIXMADEJÉ, ACAMBAY, ESTADO DE
MÉXICO

Lourdes Sánchez Sánchez¹

María Estela Orozco Hernández²

INTRODUCCIÓN

Esta investigación responde al interés de la comunidad de Santa María Tixmadejé por impulsar el ecoturismo en la presa El Puerto ubicada en el área natural protegida Parque Estatal El Oso Bueno. El impulso a través de la construcción de la presa se ubica en la dimensión más amplia de la política para el desarrollo rural sustentable cuya finalidad es potenciar la capacidad productiva de las comunidades rurales a través del turismo. Las limitaciones destacan la organización deficiente para promover el proyecto productivo, subutilización del agua almacenada en el embalse de la presa, escaso equipamiento, la ausencia de lineamientos que regulen la gestión del turismo de naturaleza y permitan intensificar el desarrollo económico local.

¹ Maestra en Estudios Urbanos y Regionales, UAEM y becaria del proyecto Conacyt 54706. Correo electrónico: lulusita_16@yahoo.com.mx.

² Doctora en Geografía y profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional UAEM, integrante del Cuerpo Académico Estudios Territoriales y Ambientales SEP/UAEMéx-C28. Correo electrónico: eorozcoh61@hotmail.com.

El desarrollo económico local se concibe como un proceso de transformación de la economía y la sociedad en un lugar concreto orientado a superar de las dificultades buscando mejorar las condiciones de vida de los pobladores mediante una actuación decidida y concertada de los diferentes agentes socioeconómicos locales (públicos y privados) para el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos endógenos (Albuquerque, 1997:10). La aportación de este trabajo se sintetiza en una serie de propuestas que pretenden coadyuvar en el proceso de gestión turística que tome en cuenta y beneficie a los miembros de la comunidad estudiada.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

La comunidad otomí de Santa María Tixmadejé es una de las más antiguas del municipio de Acambay. Cuenta con 280 hectáreas de tierra, en ellas se cultiva principalmente maíz. Parte de las tierras están cubiertas de bosque y gracias a los servicios ambientales que presta en 1977 fue decretada como área natural protegida en la categoría de parque estatal. En 2003 se inicia la construcción de la presa El Puerto, la que se previó como detonante del desarrollo ecoturístico del Parque Estatal El Oso Bueno.

La comunidad tiene 1 270 habitantes: 627 hombres y 643 mujeres. Los terrenos ejidales y comunales se conforman en secciones (tabla 1). El material predominante en las viviendas es piedra, adobe, teja, morillos, loza y tabique y láminas de cartón. Cuenta con los servicios de energía eléctrica y agua potable. El drenaje es un servicio limitado en su cobertura. El desagüe se lleva a cabo mediante fosas sépticas en los domicilios.

También cuenta con primaria y secundaria, una iglesia y no hay una zona de mercado para la comunidad; los habitantes se desplazan a la cabecera o a la recauderías para abastecerse. La mayoría de los habitantes profesan la religión católica y los menos son testigos de Jehová, mormones, evangélicos, entre otros. Destacan las festividades en honor de San Sebastián el 20 de enero, la primavera,

cuaresma, fiesta de Corpus Christi, fiesta patronal el 29 de septiembre; de la fraternidad el 11 de octubre, posadas navideñas, Día de muertos, la visita a la peña, entre otras.

Tabla 1

DIVISIÓN DE LAS SECCIONES DE LOS TERRENOS DE SANTA MARÍA TIXMADEJÉ

<i>Nombre de la sección</i>	<i>Familias</i>	<i>Observaciones</i>
Tixmadejé Chiquito	220	Población beneficiada directamente por la zona destinada para riego de parcelas
Tixmadejé Barrio Segundo	150	
Tixmadejé Grande	150	
Doxteje Barrio Primero Doxteje Barrio Segundo Doxteje Centro Cerrito de Tixmadejé Ejido de Tixmadejé	300	Población que se beneficia indirectamente con la construcción de la presa, debido a su cercanía, así como a las actividades económicas a futuro proyectadas en el vaso de almacenamiento tales como piscícolas, acuícolas y ecoturísticas.

Total de familias: 820.

Fuente: Elaboración propia (trabajo de campo), 2005.

La organización social está regida por la estructura familiar de tipo nuclear extensa; las relaciones familiares son estrechas entre los habitantes y con los miembros de comunidades aledañas. Las personas adultas y de edad avanzada hablan la lengua otomí y conservan algunas costumbres y tradiciones que plasman en las artesanías que elaboran en su vida cotidiana.

La actividad agrícola es sobresaliente; cultivan maíz, trigo, avena, cebada, frijol, haba y algunas especies frutícolas. La ganadería es escasa se basa en la cría y engorda de ganado bovino y no es muy característica de la comunidad.

La explotación de las áreas arboladas se realiza sin planeación y se destina al autoconsumo (encino, madroño, ocote, fresno, eucalipto, sauce llorón, roble, trueno y jacaranda). La organización política está estructurada por el delegado municipal, el comisariado ejidal y comisariado de bienes comunales.

La función del delegado es gestionar la infraestructura, servicios u otros aspectos para el bien de la comunidad, y los comisariados se encargan de organizar y tomar decisiones respecto a las tierras de propiedad social.

En los recursos para el desarrollo económico local de Santa María Tixmadejé destacan los humanos, socioculturales, financieros, medioambientales y técnicos (tabla 2).

Los actores sociales, los ejidatarios, los miembros de la comunidad, las autoridades municipales y los agentes externos pueden apoyar en los procesos de organización y capacitación. Todos ellos juegan un papel principal como motor social para fortalecer la organización social y productiva, y resolver los retos y problemáticas que se presenten antes, durante y después del proceso. Los recursos socioculturales incluyen la identidad, las tradiciones y las costumbres, mismas que dan cuerpo a la cultura como manifestación propia del grupo otomí. Constituyen aspectos que se suman como propiedad turística que debe ser conocida, conservada y difundida por los miembros de la comunidad, las autoridades y los agentes externos.

Los recursos financieros están definidos por la capacidad de trabajo de los miembros de la comunidad, la gestión de las autoridades para lograr el apoyo estatal así como el apoyo de fundaciones e instituciones. Los recursos medioambientales se encuentran constituidos por el entorno biofísico del Parque Estatal El Oso Bueno; su biodiversidad y riqueza natural es la base tangible del desarrollo local.

Tabla 2

RECURSOS PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL DE SANTA MARÍA TEXMADEJÉ

<i>Recursos humanos</i>	<i>Recursos socioculturales</i>	<i>Recursos económico-financieros</i>	<i>Recursos físicos y medioambientales</i>	<i>Recursos técnicos</i>
Actores sociales locales	Identidad cultural. Lengua materna (otomí) Tradiciones y costumbres	Mano de obra	Recursos naturales existentes en el área del proyecto turístico Parque Estatal El Oso Bueno	Informantes clave de la comunidad que plasmen su realidad
Actores del ayuntamiento de Acambay	Difusión de las diferentes expresiones culturales del lugar	Capital gestionado por parte del ayuntamiento municipal	Infraestructura y equipamiento, servicios básicos, entre otros	Vínculos con secretarías e instituciones vinculadas a proyectos productivos ambientales
Actores externos capacitados para asesoría	Difusión de las diferentes expresiones culturales Folletos, fotografías, recorridos, campamentos, entre otros	Vínculos con asociaciones, fundaciones, secretarías, entre otras dependencias que puedan aportar recursos a este tipo de proyectos turísticos	Apreciación de los recursos naturales de manera conciente Apoyo para el manejo y gestión de los recursos naturales y fortalecimiento de la cultura local	Asesorías del personal capacitado para gestión, organización o vínculos con organizaciones no gubernamentales

Fuente: Elaboración propia con base en Francisco Alburquerque (1997:10).

CONDICIONES DEL SITIO DEL PROYECTO TURÍSTICO

El sitio del proyecto se localiza en LN: 19° 59' 07" y LW: 99° 54' 57" en la provincia fisiográfica del sistema volcánico transmexicano y en la región hidrológica del Alto Pánuco (núm. 26). Predominan las rocas volcánicas jóvenes (terciario y cuaternario) y antiguas (cenozoicas). Por el relieve irregular destacan cerros, formaciones montañosas, pequeñas barrancas y valles; los principales son Peña Picuda y Peña Redonda, el Cerrito de Tixmadejé y el cerro El Puerto. El clima es templado subhúmedo con lluvia en verano y porcentaje de lluvia invernal menor a 5% de la precipitación total anual ($C (W_2) (W)$). El promedio anual de la temperatura es de 14.2 °C y la precipitación pluvial oscila entre 900 y 1 000 mm anuales, los escurrimientos forman barrancos y arroyos que bajan de la zona montañosa para terminar en represas y bordos. Los principales tipos de suelo en el sitio de la presa El Puerto son phozems, andosoles y luvisoles.

Domina el bosque de pino-oyamel con una densidad de 40 a 60% y una altura del estrato dominante de 35 metros, la densidad pino-encino es de 40 a 60% y una altura dominante de 25 m, la densidad oyamel-pino es de 20 a 40% y una altura dominante de 30 m (Trabajo de campo, 2005)

Las especies representativas son *Pinus pseudostrobus* (ocote), *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa* (oyamel), *Quercus resinosa* (encino), *Alnus firmifolia* (aile). Estas especies están destinadas a obtener leña para combustible y madera para la construcción. Las plantas del estrato arbustivo y herbáceo tienen un uso medicinal, a otras especies se les da un uso ornamental y son materia prima para elaborar artesanías utilizando principalmente el tallo y las hojas. Ninguna especie identificada se encuentra listada en la NOM-059-ECOL-2001 que determina las especies de flora y fauna silvestre raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial.

La fauna antropógena se entremezcla con el resto de las comunidades naturales en aquellos sitios donde existe degradación o modificación del ambiente natural debido a las actividades humanas (campos agrícolas, bosques de coníferas perturbados o bien los asentamientos humanos) como ratas, ratones,

tuzas, tlacuaches y coyotes algunas lagartijas, gorriones, primavera, saltaparedes y palomas.

La presa El Puerto y el proyecto turístico del parque estatal¹⁵ forman parte de la cuenca del río San Juan; esta cuenca se extiende en una superficie de 5 427 km² cubriendo parte del Estado de México, Querétaro e Hidalgo. La boquilla de la presa se localiza sobre el arroyo Tixmadejé en un sitio cercano a Santa María Tixmadejé.

La solicitud de construcción de la presa El Puerto data de 1936, en este año los pobladores gestionaron el apoyo de las autoridades con objeto de que en la época de lluvia se pudiera captar la mayor cantidad de agua para aprovecharla durante el estiaje. En 2004 con apoyo del Gobierno del Estado de México y el Ayuntamiento de Acambay se logró terminar la construcción del embalse. Actualmente la zona esta declarada como Santuario del Agua (Decreto en *Gaceta de Gobierno*, 13 de septiembre de 2005). La presa se encuentra ubicada en el Parque Estatal El Oso Bueno decretado por el Poder Ejecutivo del Estado y publicada en la *Gaceta de Gobierno* (martes 7 de junio de 1977), y comprende la jurisdicción municipal de Aculco y Acambay, Estado de México.

La presa El Puerto se consideró en el Programa Especial para los Pueblos Indígenas, mismo que tiene conexión con los otros 16 rubros incluidos en el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 en nivel federal. Cada uno tiene incidencia en el sector indígena. Los programas de desarrollo que se vinculan con la construcción y operación de la presa son los siguientes:

¹⁵ Su trayecto es hacia el norte-noreste y 51 km, recibe las aportaciones del río Extorás, cambia de dirección hacia el este-noreste, cruza la Sierra Madre Oriental, cambia nuevamente de dirección e inicia su recorrido por la planicie costera donde desvía su rumbo al norte-noreste y después de 31 km de recorrido vira hacia el noroeste a lo largo de 70 km donde recibe por la margen derecha al río Tempoal. Desde aquí el río Moctezuma recibe el nombre de río Pánuco sigue una dirección norte-noroeste y a partir de la confluencia con el río Tapañón siguiendo un rumbo este-noreste durante 144 km hasta su desembocadura en el Golfo de México.

1. Programa Nacional Forestal: 45 por ciento de la superficie arbolada del país se encuentra en municipios con 30% y más de población indígena.
2. Programa Estratégico para la Procuración de la Justicia Ambiental: la Profepa (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) ha firmando un convenio para dar a conocer la legislación ambiental a través de las radiodifusoras del INI.
3. El Programa de Trabajo 2001-2006 de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas: en 2001 se obtuvo el registro de la población indígena en 21 de las 57 ANP's que cuenta con equipos técnicos. De acuerdo con conteo de población 1995, alrededor de 79 000 (14%) de los habitantes de estas 57 ANP's son personas que hablan una lengua indígena, tal es el caso de la comunidad de Santa María Tixmadejé.
4. El proyecto de la presa El Puerto está contemplado en el Plan de Desarrollo Municipal de Acambay el cual está regulado por el Bando Municipal de Policía y Buen Gobierno; asimismo dentro de los ejes rectores del Gobierno del Estado de México queda comprendido en el Plan Hidráulico 1999-2005.
5. El sitio en estudio pertenece a la cuenca del río San Juan, el municipio de Acambay participa en la Comisión para el Saneamiento, Recuperación y Conservación de la Subcuenca del Río San Juan; instancia que agrupa al sector público, privado y social. Esta comisión tiene como fin coordinar las acciones que se requieren para mejorar las condiciones del medioambiente, además de promover el manejo integral de la cuenca.

Aunque el objetivo principal de la presa fue el almacenamiento de agua de lluvia con fines agropecuarios (tabla 3).

Tabla 3
ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA

<i>Actividad</i>	<i>Semanas</i>
Tenencia de la tierra: trabajos destinados a obtener la liberación legal de bancos de materiales, sitio de construcción de boquilla, vaso de almacenamiento y obras complementarias	16
Estudio de impacto ambiental: obtener la autorización ambiental, estudio técnico justificativo; manifestación de impacto ambiental, además de aplicar medidas de mitigación	13
Apertura y rehabilitación de caminos de acceso a bancos de material y a la zona de trabajo en la presa, así como de plataformas para almacenamiento de materiales, construcción de campamento y bodega de almacenamiento de materiales	4

Fuente: Trabajo de Campo, 2005.

Su potencial para el impulso del turismo se identificó en el estudio de impacto ambiental que determina los elementos naturales que interactúan así como los efectos ambientales del proyecto (tabla 4).

Tabla 4

MEDIOAMBIENTE: EFECTOS Y EVALUACIÓN, PARQUE ESTATAL EL OSO BUENO

<i>Recursos</i>	<i>Cambios en la cubierta o uso de suelo</i>	<i>Efectos físicos y químicos</i>	<i>Efectos biológicos</i>	<i>Efectos sociales económicos</i>	<i>Importancia del efecto</i>
Vegetación	Disminución de bosque	Cambio de fuentes no puntuales	Disminución de bosque y vida silvestre	Disminución de la caza y usos asociados	Alto
Suelo	Incremento de suelo urbanizado	Modificación en las condiciones del agua	Disminución de comunidades de plantas	Disminución de la producción de madera	Bajo
Agua	Disminución de corrientes de agua	Cambios en la calidad del agua	Eutroficación	Cambio en el área de la forma de vida, ingresos, etcétera	Alto
Aire	Aumento del agua almacenada en la presa	Cambios en la evaporación y transpiración y filtración	Posible eliminación de poblaciones de carpa	Disminución gradual de la calidad de agua almacenada en el vaso de la presa	Moderado
		Modificación en las condiciones del agua	Alteración de las poblaciones de peces aguas abajo	Utilización de canoas y negocios de alquiler	Alto
		Cambio en el régimen de las aguas freáticas	Proliferación de especies piscícolas de lago y organismos asociados	Generación de pesca recreativa	Moderado
		Cambios temporales en la calidad del aire	Incremento de plantas de zonas húmedas y animales	Estimulación de algunos tipos de actividades recreativas y efectos económicos	Moderado
			Alteración de la vida silvestre	Efecto sobre terrenos de cultivo, caminos, etcétera	
				Incremento de la producción de aves acuáticas	
				Aumento gradual del área como atractivo a los visitantes	

Fuente: Elaboración propia.

Los efectos probables destacan los cambios en la forma de vida e ingresos, asociados a la estimulación de algunos tipos de actividades recreativas.

BASES DEL PROYECTO TURÍSTICO

El turismo sustentable (TuS) implica una perspectiva ambiental en la cual tiene igual importancia la situación social, económica y ambiental. A partir de las visitas de campo y en función del enfoque del desarrollo sustentable, el proyecto turístico para la comunidad de Santa María Tixmadejé, Parque Estatal El Oso Bueno se presenta como una alternativa de desarrollo económico local. El proceso de estructuración del proyecto turístico sustentable requiere tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Esfera social

Normatividad

Es importante partir de los preceptos constitucionales, federales, estatales y municipales para la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y el fomento de las tradiciones y costumbres locales. Emitir un código de conducta o un reglamento interno para el proyecto turístico en el Parque Estatal El Oso Bueno y la presa El Puerto sería un aspecto importante que, más que pretender ejercer una acción coercitiva hacia la población, permita resaltar los principios y valores de la vida cultural de sus habitantes.

Atractivos culturales

La zona cuenta con una gran variedad de atractivos culturales que complementarían los recorridos para el proyecto turístico de la presa El Puerto. La historia ha dejado huella en edificios prehispánicos, coloniales (civiles y religiosos) como las ruinas arqueológicas de Huamango, el Museo de la Cultura Otomí, la Casa de la Cultura, la celebración de San Pedro de los Metates, Pueblo Nuevo, La Soledad, Dongú.

La actividad artesanal ha dado renombre a sus costumbres, tal es el caso de los objetos elaborados de madera y cerámica. Los textiles y sus diseños con símbolos de la cultura local son una muestra de la labor que los hombres y mujeres de la región hacen para conservar sus tradiciones.

Desplazamientos (demanda)

Prácticamente no hay registros de los visitantes en el Parque Estatal El Oso Bueno; por ello es importante empezar a generar bitácoras de visitas que permitan establecer programas adecuados al tipo de visitante. El simple hecho de abrir un área natural implica que se presentarán impactos (sociales o naturales). Es importante no perder de vista la cantidad de personas que visitan estos sitios, y en función de los recursos naturales con que se cuenta tratar de mitigar los impactos negativos que pudieran presentarse y así llevar a cabo en tiempo y forma las medidas adecuadas para evitar o en su caso remediar los daños.

Esfera ambiental

Recursos Naturales

Algunos de los atractivos más importantes de la región son El Parque de Cruz Colorada, el Parque Estatal El Oso Bueno, el Valle de los Espejos, así como los

paisajes de Muytejé, los cerros de Peña Redonda y Boti en donde se encuentra el mirador La Teresa, lugar para acampar y practicar el montañismo. Los caminos y veredas son adecuados para la práctica del ciclismo de montaña, cabalgatas y caminatas respectivamente. La escarpada ladera de acceso a la Presa desde Santa María Tixmadejé deja abierta la posibilidad de desarrollar estaciones o miradores para la contemplación del paisaje.

Ordenamiento

De acuerdo con las características naturales de la zona que rodea la presa El Puerto es posible determinar áreas de uso intensivo (planicie que rodea la presa), amortiguamiento (espacios entre la presa y el Valle de Muytejé) y reserva (bosque) que permitirían establecer espacios de comercio y servicios recreativos, estacionamientos y juegos, áreas exclusivas para tránsito de personas y caballos, así como rutas o senderos de educación ambiental y viveros, unidades de manejo ambiental para la conservación de la fauna local respectivamente

Capacidad de carga

La capacidad de carga tiene que ver con la cantidad de visitantes que ingresan en un área natural y la relación con el manejo de los recursos naturales, ello en función de las actividades a desarrollar. En el caso de proyectos que tienen que ver con la promoción del turismo es fundamental toda vez que las áreas naturales y atractivos culturales son un aspecto primordial para su desarrollo y en la medida en la que se protejan así se podrá establecer y considerar la sustentabilidad.

La presa El Puerto aún puede considerarse como un proyecto con la factibilidad de implantar medidas tendientes a su control a partir del desplazamiento de visitantes e introducción de actividades económico-recreativas.

Impacto ambiental

Aquí se estarían estableciendo los parámetros para aplicar de las políticas ambientales (protección, conservación, restauración y aprovechamiento), lo cual representaría considerar acciones preventivas ante el uso o apertura de recursos naturales como atractivos del proyecto. Identificar los impactos en el medio natural y social y las posibles medidas de mitigación como requisito obligatorio para este tipo de proyectos.

Educación ambiental (ética para la sustentabilidad)

La aplicación e internalización de la Carta de la Tierra como un instrumento para la promoción de la cultura y de educación ambiental que ayude a concienciar a los visitantes y a los propios habitantes. La estrategia de establecer un programa de talleres y cursos para locales y visitantes deviene en una actividad primordial para impulsar la sustentabilidad del proyecto. La temática de los programas de capacitación estaría centrada en el manejo de residuos sólidos y peligrosos, ahorro de agua y energía, internalización de principios y valores con la Carta de la Tierra, ecotecnias (uso, reuso y reciclaje de materiales orgánicos e inorgánicos), conservación de flora y fauna, introducción y aplicación de la normatividad ambiental, iniciación o fortalecimiento de la lengua indígena, entre otras que se coordinarían con instituciones educativas de la región, organizaciones de la sociedad civil, sector privado y gobierno.

Esfera económica

Estudio técnico

Las ecotecnias serán un aspecto característico del proyecto turístico. Dado que el uso de tecnología local basada en el uso sustentable de los recursos naturales previene

la generación de impactos negativos en el ambiente. Un ejemplo de ello es la introducción de baños ecológicos, estufas de aserrín, pintura e impermeabilizante orgánicos, ecotecnología doméstica (alimentos en conserva, pan, platillos, etcétera), lo que permitirá fomentar la educación ambiental así como el rescate de la cultura local desde la elaboración de artesanías hasta el desarrollo de materiales para la construcción. La perspectiva de que a través de estas acciones se concreten microempresas (conjuntamente con otras asociaciones o grupos que ya tienen un avance en el tema) se muestra como una de las prioridades a desarrollar para la comunidad.

Equipamiento

En el municipio de Acambay no se cuenta con una oferta hotelera de apoyo a los servicios turísticos; por lo tanto en la comunidad de Santa María Tixmadejé se estaría promoviendo el programa de posadas familiares y servicios similares (alimentos tradicionales) para visitantes al Parque Estatal El Oso Bueno y a la presa El Puerto.

Estudio mercadológico

El potencial que tiene la región en el aspecto de ofrecer un “producto” turístico no está distante de la protección ambiental (recursos naturales y culturales) de la misma. Es importante establecer un programa a través del cual se promueva la visita al Parque Estatal El Oso Bueno y a la presa El Puerto en el que estén involucrados la comunidad, el municipio, la Secretaría de Turismo Estatal y los consejos respectivos para lograr las metas establecidas con la realización del proyecto. Algunos aspectos que se incluirían en este apartado son:

- Definir la factibilidad de la actividad turística de acuerdo con las características de la región (accesos, servicios complementarios, infraestructura, organismos de apoyo, entre otros).
- Fomentar las tradiciones autóctonas (artísticas, festivas, históricas, gastronómicas) y crear conciencia sobre su rescate y difusión, promoverlas como parte del proyecto turístico.

DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO PARA IMPULSAR EL PROYECTO TURÍSTICO

Este apartado expone las potencialidades y limitaciones para la gestión del proyecto turístico de la presa El Puerto y se analizan las entrevistas aplicadas a los visitantes y prestadores de servicios para rescatar sus propuestas.

Con la finalidad de identificar las potencialidades y limitaciones de la comunidad propietaria de las tierras comunales comprendidas en el Parque Estatal El Oso Bueno y por ende el sitio en el que se localiza la presa El Puerto se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Amenazas, Debilidades, Oportunidades) tomando en cuenta las características internas y externas de la comunidad en estudio (tabla 5).

Tabla 5
ANÁLISIS FODA (FORTALEZAS, AMENAZAS, DEBILIDADES, OPORTUNIDADES)

Ámbito	<i>Interno</i>	<i>Externo</i>	<i>Interno</i>	<i>Externo</i>
	<i>Fortaleza</i>	<i>Oportunidad</i>	<i>Debilidad</i>	<i>Amenaza</i>
Económico	Actividades agropecuarias	Se cuenta con el diseño espacial del proyecto ecoturístico Proyectos productivos alternos	Ausencia de estrategias de gestión del proyecto ecoturístico Mercado reducido Falta de alternativas de diversificación	Falta de recursos económicos al sector primario Globalización
Sociocultural	Lengua indígena, costumbres y tradiciones	Programas estatales para el desarrollo de pueblos indígenas	Falta de organización Fragmentación social y cultural	Comercialización de la cultura Aculturación y transculturación
Físico-ecológico	Biodiversidad Recursos naturales	Legislación ambiental	Uso inadecuado de los recursos naturales	Cambio climático Contaminación Extinción de especies Incendios, etcétera

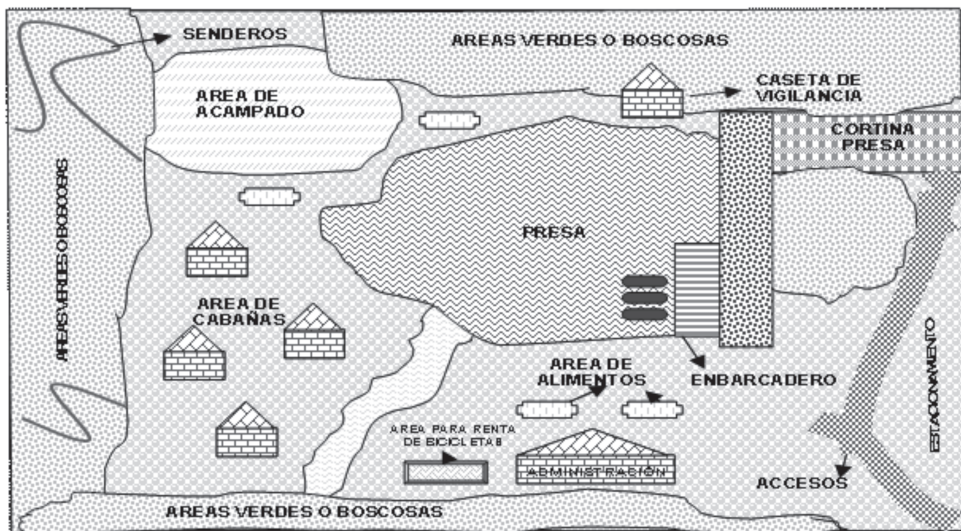
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el diagnóstico se observa que la comunidad cuenta con fortalezas y debilidades tanto económicas como socioculturales y físico-ecológicas. Sin embargo los peligros más amenazantes se encuentran en el contexto exterior, los cuales pueden ser superados gracias al manejo adecuado de las oportunidades, para ello los miembros de la comunidad deben desarrollar la capacidad de gestión, informarse y capacitarse para establecer contacto con el mercado y conseguir los apoyos necesarios para impulsar el desarrollo ecoturístico del lugar.

El análisis destaca la existencia de recursos naturales y culturales como fortalezas fundamentales del desarrollo económico local, así como la existencia del diseño espacial del proyecto turístico (figura 1); sin embargo las limitantes están en la ausencia de la organización social y carencia de estrategias para emprender el proyecto turístico lo cual destaca la capacidad de acción colectiva como elemento medular para lograr el desarrollo local.

Figura 1

PROYECTO TURÍSTICO PARQUE ESTATAL EL OSO BUENO



Fuente: Omar Meza Rivera.

Es muy importante que los ejidatarios y comuneros de Santa María Tixmadejé estén comprometidos e informados para que concientemente participen en la ejecución del proyecto ecoturístico y se promovería la comunicación para evitar conflictos y riñas.

Parte medular de la definición de las estrategias para la gestión del proyecto turístico deviene de la consulta a los visitantes y comerciantes. Dada la ausencia de registros sobre la afluencia de visitantes se optó por un conteo rápido a través del

cual se contabilizaron 300 personas. Se aplicó 10% de cuestionarios sobre el total de visitantes, es decir que se aplicaron 30 cuestionarios a visitantes.

Los visitantes acuden en su mayor parte en familias, quienes informaron fueron los jefes de familia. Las opiniones expresan preferencias y sugerencias de actividades para mejorar los servicios y atractivos turísticos del lugar e incrementar el turismo.

La mayoría de los entrevistados proviene de Santa María Tixmadejé (64%) y localidades circunvecinas, lo que significa que el lugar responde a las necesidades de recreo del turismo local y regional y confirma que no se tienen estrategias de difusión que promuevan el turismo de otros lugares del país.

Los visitantes acuden en grupo, caminando o en vehículo, 92 por ciento de los entrevistados precisaron que visitan el parque hace dos años y solo 7.7% hace 10 años; aparentemente la presa ha ampliado la atracción turística del lugar. Los visitantes permanecen en el lugar de 3 a 6 horas y la mayoría señala que el lugar es atractivo para jugar y comer (81%), 15% y 4% pesca y caminar respectivamente.

Las personas encuestadas manifestaron que las atracciones que se ofrezcan en el sitio deberán ser adecuadas con entorno, es decir que no se alteren los ecosistemas existentes para el disfrute del paisaje que brinda el Parque Estatal El Oso Bueno.

Gran parte destacó la necesidad de una distribución adecuada de las áreas recreativas, instalación de baños, depósitos de los desechos sólidos (basura); proteger las orillas de la presa para evitar el riesgo de accidentes, particularmente infantiles, vigilancia en el lugar y que se restrinjan algunas actividades no aptas, construcción de cabañas, mejoría de las vías de acceso, señalamientos para ubicar el sitio, puestos de comida.

Entre las actividades de esparcimiento se encuentra, escalada de montaña, natación en la presa, habilitar áreas recreativas con juegos infantiles, caminata, cabalgata y renta de motos (motorcross) para recorridos en el sitio, renta de lanchas para disfrutar el paisaje o realizar la pesca deportiva, ciclismo de montaña, aunque los menos (3%) señalaron la protección del bosque coincidieron en la necesidad de implantar pláticas o talleres de educación ambiental para los visitantes.

Los prestadores de servicios en su totalidad son originarios de Tixmadejé, ellos se ocupan principalmente los días festivos y fines de semana. Emplean en promedio cuatro personas e invierten de 400 a 1 500 pesos. Señalan que para mejorar los servicios e instalaciones se requiere mantener la limpieza del lugar, construir locales, instalar baños, asadores, mesas para comer y lanchas, cabañas, botes de basura, teléfono de emergencias, energía eléctrica, vigilancia, carritos para distracción de los niños, tienda de recuerdos y mejorar el transporte.

ESTRATEGIAS DE GESTIÓN TURÍSTICA

La implementación del proyecto de turismo comunitario en la presa El Puerto prevé la participación y beneficio de la comunidad, de tal manera que se convierta en un turismo que considere la aplicación de las políticas ambientales: aprovechamiento, conservación, preservación y restauración de los atractivos naturales. El primer elemento base del proyecto turístico es la comunidad y su participación directa e indirecta en su promoción, a partir del cual se aprovechen los atractivos naturales, áreas protegidas, historia, idiosincrasia, manifestaciones culturales y artísticas, producción agrícola y artesanal.

El desarrollo turístico alternativo comunitario está basado en conceptos ambientales, sociales y económicos con un enfoque dirigido a la participación comunitaria, elementos que originan el concepto de turismo comunitario de mi región (MCDS).

La expresión *comunitario* conlleva a que la actividad turística debe ser planificada por la organización comunal estando los residentes presentes desde su diseño, gestión, desarrollo y operación para obtener un máximo de beneficios. La sociedad de comuneros debe tener la meta de formar una cadena de comercialización turística de la región, ofrecer a los clientes una nueva alternativa turística que permita invertir en sus proyectos, mejorar sus servicios y tener una visión responsable y competitiva.

Los elementos del turismo comunitario son básicamente la relación asociativa y el entorno del lugar. De ello se desprende conforme a la organización:

1. Tener una organización de comuneros/ejidatarios para formar la base asociativa que incida y tome su lugar desde el inicio del proyecto.
2. Dar un sentido de pertenencia al grupo e identificación hacia el trabajo a realizar en conjunto para la gestión local.
3. Conocer el potencial y por lo tanto factibilidad de desarrollo de la actividad turística de acuerdo con las características de su región (accesos, servicios complementarios, infraestructura, organismos de apoyo, entre otros) así como programas de capacitación específicos.
4. Ofrecer servicios turísticos como complemento a las actividades que se realizan.
5. Contar con líderes que motiven a las personas de la comunidad al expresarles los beneficios de su participación en el proyecto.
6. Considerar al capital humano como eje el desarrollo sustentable del proyecto turístico.
7. Tener la capacidad para enfrentar la maduración del proyecto turístico a corto, mediano y largo plazo, en aspectos como la recuperación de la inversión, ello sin pretender que a través del turismo se logren resolver sus problemas económicos que forma parte de un proceso donde la concientización de las personas para obtener beneficios de su inversión estará basada en dedicar y capacitar para el trabajo con el fin de alcanzar la meta establecida.
8. Será importante que las expectativas sean alcanzables, dado que se está iniciando en una actividad que es altamente sensible por los impactos en el ambiente, la economía, y la sociedad, y que presenta variantes de acuerdo con las temporadas del año así como a la información y difusión disponible siendo uno de los aspectos más importantes el trato personal de la comunidad local para los visitantes.
9. Establecer programas de preservación, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que potencialmente puedan ser clasificados como atractivos turísticos dentro de los límites geográficos que corresponden a la comunidad; así como aquellos que están ubicados en

zonas aledañas a las áreas protegidas, tales como parques nacionales, y atractivos culturales como zonas arqueológicas, edificios coloniales, históricos, etcétera.

10. Fomentar las tradiciones autóctonas de la región (artísticas, festivas, históricas, gastronómicas, ecotecnias) y crear conciencia sobre su rescate y difusión con el fin de que sean promovidas como parte del proyecto turístico.
11. Impulsar la difusión de los atractivos y oferta turística del lugar hacia otras ciudades o regiones.

Aprovechar los atractivos de la zona:

1. La oferta (hospedaje, recreativa, alimentos) debe ser variada aprovechando los recursos turísticos del lugar y teniendo como base principal el bagaje cultural de la comunidad (artesanía, producción de artículos caseros como el pan, quesos, textiles).
2. Aprovechar de forma ingeniosa el entorno natural como los cauces de los ríos o cuencas para la construcción de puentes colgantes, cabañas, senderos especializados, zocriaderos, viveros y jardines botánicos con cultivos a base de hidroponía y otras ecotecnias que permitan realizar diversas actividades dirigidas a los niños con el objetivo de motivar el respeto y amor hacia la naturaleza.
3. Mantener grupos pequeños en áreas naturales para minimizar los impactos negativos hacia los lugares visitados (capacidad de carga).
4. Informar y educar a los visitantes sobre el hábitat y las características de la vida silvestre de la región.
5. A través del aprovechamiento sustentable de los atractivos, fomentar el empleo en la comunidad local, por ejemplo para formar grupos de guías que muestren y expliquen sobre los atractivos, servicios y restricciones del lugar.

Prestación de servicios en el lugar

La prestación de servicios que se ofrecen en el lugar son los siguientes:

1. Paseos escénicos ya sea en bicicleta de montaña o a caballo donde se proporcionan rutas especiales para visitar:
 - a) La ruta de bicicleta tendrá un recorrido aproximado de 10 km, el cual comprende estaciones de descanso, servicio médico básico y pequeñas tiendas para proveerse de alimentos cada 2 km; asimismo existirá un mirador en cada estación para tomar fotos de los paisajes del lugar.
 - b) La ruta a caballo tendrá un recorrido de 5 km y comprende estaciones de descanso cada 2 km para proveerse de alimentos, servicio médico básico; también habrá un mirador en cada estación de descanso para tomar fotos del lugar.
 - c) Las estaciones de descanso serán para visitantes y excursionistas que utilicen bicicletas de montaña o caballos; lugares que se convertirán en punto de reunión común pero de rutas y servicios diferentes.
2. Construir (adecuación) de senderos para caminatas naturales guiadas por los propios locales, quienes mostrarán el tipo de flora y fauna tanto actual como extinta.
3. Áreas para practicar el campismo y lugares preestablecidos para encender fogatas.
4. Zona de pesca, alquiler de cañas de pescar, y venta de artículos para esta actividad.
5. Alquiler de lanchas y de chalecos salvavidas.
6. Zona de alimentos la cual contará con asadores, mesabancos, kioscos o cabañas y venta de alimentos, así como leña para los asadores.
7. Zona de juegos infantiles como resbaladillas, columpios, pequeñas canchas deportivas.
8. Servicio de sanitarios ecológicos. Se cobrará una cuota módica para su uso y mantenimiento.
9. Contenedores de separación de residuos en áreas estratégicas.
10. Servicio de seguridad contando con vigilantes de la misma localidad.
11. Área de estacionamiento.

Normas del Parque Estatal El Oso Bueno y de la presa El Puerto:

1. Colocar anuncios para informar y educar a los visitantes sobre el comportamiento y reglas que deben de adoptar dentro de la zona ecoturística, así como las sanciones a las que se harán acreedores por alguna de las violaciones e infracciones que cometan, las cuales serán multas económicas o penales por el daño o deterioro de las instalaciones del lugar y de la zona ecológica.
2. Se prohibirá la venta e introducción de bebidas embriagantes, fumar, hacer fogatas fuera del área destinada para éstas.
3. Se asignarán tareas comunitarias a la persona que sea sorprendida tirando basura fuera de los contenedores preestablecidos para la separación de residuos o que tire basura en el interior de la presa.
4. Se consignará a las autoridades la persona que destruya las áreas verdes, marque árboles o provoque incendios.
5. Se multará a toda persona que sea sorprendida realizando sus necesidades fuera de los sitios indicados para ello.
6. En el área de acceso al parque se le informará al visitante sobre las normas que deben de seguir en el interior del mismo.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tanto el gobierno estatal como municipal consideran los proyectos turísticos como prioritarios y de alto impacto. En esta dimensión política y económica se ubican los proyectos de la presa El Puerto y del Parque Estatal El Oso Bueno, su impulso se encuentra inserto en las políticas de desarrollo económico y social municipal y estatal con lo que se espera el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad de Santa María Tixmadejé y el incremento de ingresos. Esta comunidad rural de alta marginación social y pobreza tiene su potencial turístico en la belleza de sus paisajes naturales.

Las estrategias para su impulso incluyen la gestión del apoyo estatal y la capacitación de los ejidatarios. Para el desarrollo turístico del municipio de

Acambay se ha calculado un techo financiero de \$ 5 000 000.00 en 2007, 5 700 000.00 en 2008 y 4 000 000.00 en 2009 lo que asciende a un monto total de \$14 700 000.00 (Plan de desarrollo Municipal Acambay 2006-2009). Sin embargo este recurso financiero planea atender no sólo los requerimientos del Parque Estatal El Oso Bueno, incluye el Parque de Agua Limpia, La Peña Redonda, La Peña Picuda, Huamango, Cruz Colorada, presa El Puerto, Valle de los Espejos, etcétera, así como restauración del patrimonio cultural.

Actualmente el Parque Estatal El Oso Bueno (La Mesita) presenta condiciones deplorables en la escasa infraestructura con la que cuenta (asadores, tejados, juegos infantiles, la cancha de fútbol, los baños no prestan el servicio). Para llegar al parque se transita por un camino de terracería en malas condiciones.

La presa El Puerto potencia las posibilidades turísticas del Parque Estatal El Oso Bueno; sin embargo es necesario considerar las necesidades económicas y sociales de los actores sociales con ello se logrará fortalecer un verdadero interés que sea satisfactorio para los habitantes, lo cual redundará en el cuidado y conservación de los recursos naturales de la zona de estudio.

Si bien es cierto que la organización social y el acceso a los recursos con los que se cuenta en Santa María Tixmadejé se rige por las disposiciones que se establecen en el reglamento interno del ejido, es muy importante que los ejidatarios y comuneros asuman lineamientos alternos que les permitan gestionar de manera más eficiente la actividad turística que ha detonado la presa El Puerto y les permitan establecer vínculos con instancias externas para el financiamiento de proyectos futuros.

Para implantar de nuevas instalaciones y actividades recreativas es necesario tomar en cuenta la organización local, la intervención económica y social de las autoridades correspondientes y los habitantes del lugar y por supuesto el cuidado del entorno natural. Impulsar esquemas de responsabilidad para que los visitantes y usuarios tomen conciencia del valor ecológico del parque con el fin de preservar su riqueza natural. La introducción de los servicios recreativos debe garantizar que disminuyan los impactos negativos en el medioambiente,

por lo tanto es conveniente introducir lanchas de remo o de pedal con la finalidad de no afectar la fauna nativa y evitar la contaminación del agua. Utilizar materiales locales para mejorar las vías de acceso y evitar impactos negativos en el entorno natural.

CONCLUSIONES

A través de la convivencia con los pobladores de los barrios que integran la comunidad de Santa María Tixmadejé se observaron algunos inconvenientes como la falta de organización, desinterés o desinformación para que se logre un proyecto turístico favorable que impulse el desarrollo local en la zona en cuestión, en especial en el sitio donde se ubica la presa El Puerto. A continuación se enlistan algunos factores limitantes que deberán ser superados.

1. Falta de un grupo organizado que se encargue de realizar el manejo y operación de las instalaciones de la presa El Puerto.
2. Poco aprovechamiento de los recursos naturales y culturales existentes en la localidad de Santa María Tixmadejé, los cuales son recursos potenciales que pueden ser explotados para obtener recursos económicos que permitan a su vez un desarrollo local y sustentable del sitio.
3. Falta de aprovechamiento del agua almacenada en el embalse de la presa El Puerto, en especial en el mejoramiento del cultivo y generación de productos procedentes del campo, tales como tomate, calabaza, árboles frutales y forrajes que sean realmente rentables.
4. Carencia de un programa de educación ambiental que permita valorar los recursos naturales existentes en el área natural Parque Estatal El Oso Bueno, en especial en los temas de participación ciudadana, comunicación o psicología ambiental.

Que la comunidad participe en el desarrollo del proyecto es fundamental para su implementación y operación; ésta es una premisa para alcanzar los beneficios.

El proyecto turístico de la presa El Puerto y el Parque Estatal El Oso Bueno se constituye en una estrategia para el rescate de la cultura, la historia, las costumbres, la forma de vida, aspectos sociales, económicos, ambientales y políticos del grupo indígena otomí de la comunidad de Santa María Tixmadejé, Acambay, Estado de México.

El éxito del proyecto turístico basado en el aprovechamiento de los recursos naturales sólo será viable con el compromiso de trabajo de los pobladores, la colaboración de las autoridades municipales, comisariados ejidales y asociaciones civiles y se complementa con un programa de atención al rescate de la cultura local en general.

Destacan tres aspectos prioritarios derivados de las observaciones, visitas y contacto con la comunidad:

- Impulsar los esquemas de concientización; es decir, responsabilidad compartida para el aprovechamiento de las áreas naturales y rescate y promoción de las manifestaciones culturales.
- Establecer programas de preservar, conservar, restaurar y de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Establecer el empleo de tecnología tradicional (ecotecnias) como una forma sustentable para el desarrollo de infraestructura ecoturística.

Un elemento básico para atender estos puntos es la educación ambiental considerada como un proceso de cambio de actitudes, comportamientos y valores sustentados en principios éticos que provienen de la familia, la escuela y las relaciones interpersonales. A través de implementar acciones en la materia podremos como sociedad establecer un nuevo código de conducta que nos lleve a reconocer que la protección ambiental, los derechos humanos, el desarrollo humano equitativo y la paz son interdependientes e indivisibles.

El turismo debe ser una actividad económica que no dañe al medioambiente para el proyecto del Parque Estatal El Oso Bueno, actualmente Santuario del Agua (13 de septiembre de 2005). Se deben tomar las medidas que permitan la proteger y conservar el lugar con base en criterios ecológicos en la planificación

y distribución del territorio incluyendo un desarrollo socioeconómico sostenible que contribuya con la economía local sin poner en riesgo los recursos naturales de la zona.

La aportación de nuestro trabajo se ubica como respuesta al planteamiento de un problema específico y muestra que los proyectos locales pueden ser una alternativa de desarrollo local siempre y cuando los involucrados tanto los gobiernos de los distintos niveles hasta las autoridades comunitarias establezcan un diálogo de intercambio y de acciones permanente para el logro de un desarrollo rural viable.

En el contexto de la gestión de la actividad turística en la zona de estudio se ubican las propuestas de la presente investigación, las cuales por sí mismas no garantizarán el éxito ya que se requiere de la participación, compromiso y validación de los beneficiados.

AGRADECIMIENTOS

Contamos con el apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de México y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del proyecto Conacyt 2007 54706.

BIBLIOGRAFÍA

Alburquerque, Francisco (1997), *Metodología para el desarrollo económico local*, Dirección de Desarrollo y Gestión Local, Naciones Unidas, México.

Plan de desarrollo municipal Acambay 2006-2009, http://www.edomexico.gob.mx/portalgem/acambay/htm/plan_des_mpal.htm.

AMBIENTE Y PATRIMONIO GASTRONÓMICO DEL ALTO LERMA:
UNA OPCIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL
(En homenaje a Alfonso Fabila Montes de Oca)

Tonatihu Romero Contreras¹

Felipe Carlos Viesca González²

Marivel Hernández Tellez³

*“Pocas cosas son tan difíciles para el investigador social
como el poder captar con relativa exactitud las peculiaridades
de la alimentación de un pueblo”*

(ALFONSO Y GILBERTO FABILA)

INTRODUCCIÓN

El patrimonio gastronómico del México actual es en su mayoría de origen mestizo y ocupa el segundo lugar sólo después de China en variedad y diversidad en el mundo (Barros, 2004). Dicha invención culinaria es el resultado de miles de años de antigüedad y la feliz concurrencia de dos factores primordiales: la diversidad ambiental que da origen a la variedad de recursos alimentarios, consecuencia

¹ Profesor-investigador de Tiempo Completo del CIRA, UAEM, integrante del Cuerpo Académico Gestión Integrada del Agua. Correo electrónico: lautona@aol.com.

² Profesor-investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Turismo y Gastronomía, UAEM, integrante del Cuerpo Académico Alimentos cultura y sociedad. Correo electrónico: carvigo_9@hotmail.com.

³ Profesora-investigadora de Tiempo Completo del CIRA, UAEM, integrante del Cuerpo Académico Gestión Integrada del Agua.

de hallarse entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, la cual se incrementa al considerar las altitudes de los sistemas orográficos que cruzan el país (Tamayo, 1962) y la presencia de altas culturas y civilizaciones que seleccionaron los recursos silvestres que experimentaron en sus sistemas agrícolas la domesticación de especies y aprovecharon transformaron en sus cocinas los recursos provenientes de esos ambientes tanto en el fogón de tres piedras (*tlecuil*) como en el horno de tierra (*pib*).

Como parte de Mesoamérica, las comunidades campesinas del Alto Lerma o valle de Toluca (en este trabajo ambos se utilizan como sinónimos) tuvieron una gran oportunidad en el aprovechamiento de esta cocina heredada de cientos de años y enriquecida con el contacto de varias culturas lejanas del Viejo Mundo (bereberes, andaluces, angoleños y filipinos, entre otras), las cuales fusionaron sus conocimientos y productos de cocina con los mazahuas, otomíes, nahuas y matlatzincas formando así un enorme legado patrimonial colectivo sobre gastronomía el cual contiene un enorme potencial para lograr el desarrollo local y regional (Barros, 2004).

Es tan grande este conocimiento heredado que diversas disciplinas reconocen a la actividad gastronómica como detonador social que desencadena procesos múltiples incidiendo en la economía en plazos de diverso alcance. Reconocer el patrimonio culinario toluqueño, uno de los más ricos del país, es el primer paso para explotar responsablemente un recurso comprobado, una opción local y regional de desarrollo poco aprovechado.

Por ello las cocinas regionales, más allá de los atributos tradicionales que les confieren carácter de identidad, requieren de reconocimiento, investigación, preservación e impulso especial ya que representan un medio fundamental de supervivencia cultural y desarrollo económico; esto aplica a la región del valle de Toluca, conocida antiguamente como el Matlatzinco, pobre económicamente, pero rica en el patrimonio integrado por su cocina mestiza y tradicional.

Este documento es el primero que aborda la formación de la gastronomía toluqueña y se basa en material etnohistórico, en recetarios antiguos y contemporáneos, así como en los resultados de investigaciones etnográficas recientes.

Metodológicamente se detectan aquellos elementos comunes y continuos en la gastronomía toluqueña a lo largo del tiempo, los cuales se identifican con su ambiente inmediato, recursos y formas culturales de manejo. Al ser éste el eje metodológico principal, se descubrió una escasez de fuentes sobre información culinaria patrimonial de primera mano; sin embargo, se utilizaron todas las que están disponibles para el área estudiada. Esto permitió detectar las características de la gastronomía toluqueña que han prevalecido en el tiempo y las que se han agregado por efecto de otras culturas o factores.

La forma en que se organiza y se presenta este artículo está determinada por el tipo de material utilizado, razón por la cual no se utiliza la forma tradicional de división de la historia mexicana (prehispánica, colonia, independencia, etcétera), la cual ha recibido constantes críticas desde hace muchos años por notables historiadores como Edmundo O’Gorman (1995) y Silvio Zavala (1995); aquí se optó por la microhistoria, técnica que desarrolló el Luis González (1980) en su obra *Pueblo en vilo*, en la cual son las condiciones locales y regionales las que dictan las divisiones históricas.

La investigación en gastronomía, al tratarse de un área del conocimiento muy reciente, enfrenta varios problemas: uno de ellos es la falta de información bibliográfica publicada o detectada en los archivos; así, de acuerdo con lo que refieren Barros (2000 y 2008) y Pilcher (2001) esta situación es particularmente grave para las épocas prehispánica y virreinal. Además, la gastronomía tampoco cuenta con un cuerpo epistemológico consolidado, por lo que se usan los términos de acuerdo con su significado común y con sinonimias generalmente aceptadas; sin embargo, es conveniente precisar los principales conceptos y términos que se usan en este documento.

La palabra *culinaria* se deriva de *cocina* y proviene del francés *cuisine*; significa el lugar físico en que se preparan los alimentos y designa el carácter étnico nacional de una cocina (como cocina mexicana). Según Barceló (2007) más que hablar de una *cocina nacional* se debe hacer referencia a *cocina regional*, la cual incluye también a la población que la consume con la frecuencia suficiente como para considerarla experta en ella, además posee raíces sociales comunes, y es la

comida de una comunidad; es decir, reúne características como especies fáciles de encontrar, sabores aceptados y otras más de índole social como las formas de preparación y técnicas alrededor de ella. Implica de igual modo las maneras de regular ingredientes y calendarios de recetas festivas y cotidianas y finalmente el compartir lo que se cocina con los demás.

En este sentido, otra de las estudiosas que ha contribuido a seguir conformando este aparato crítico sobre la gastronomía y las cocinas regionales es Guadalupe Pérez San Vicente (2002: 82) quien plantea una serie de “Reflexiones sobre la gastronomía y cómo se constituye en tres postulados”:

1. Cada cocina posee su propio espíritu integrado por un conjunto de normas que la identifican y caracterizan, las cuales no pueden ser transgredidas por el riesgo de perder su propia idiosincrasia, su identidad.
2. La cocina se origina en un ámbito geográfico, determinado por su tierra, su cielo, sus ciudades y sus hombres, más sus insumos y productos.
3. Una cocina permite ser diferenciada por el conjunto de sus platillos.

Continuando con Pérez San Vicente (2002: 82-83), “*la teoría* (de) toda cocina debe cumplir los siguientes enunciados”:

- a) Haber nacido en su propio territorio, determinando y estableciendo su propio espacio.
- b) Haber creado sus propios utensilios.
- c) Producir sus propios insumos y materiales.
- d) Inventar sus modos y maneras propios de cocinar.
- e) Tener en su repertorio platillos que abarquen toda la gama de sabores: del agrio al dulce, del áspero al suave, de lo salado a lo amargo.
- f) Estar concebida por géneros que integren la totalidad de los pasos de una comida, desde la entrada, pasando por los caldos, las sopas secas, los guisados hasta los postres.
- g) Haber establecido sus horarios, costumbres, etiquetas y ordenamientos.
- h) El gusto por el platillo, el guiso y las viandas debe rebasar, por lo menos, tres generaciones, o sea, más o menos 150 años; ceñirse al parecer del tiempo, amo y señor de lo caduco y lo permanente.

- i) Su universo debe estar constituido y agavillado por las llamadas cocinas regionales.
- j) Ser capaz de aprovechar los conocimientos de cocina ajenos para incorporarlos sin desvirtuar su espíritu.
- k) Haber creado platillos que la identifiquen internacionalmente.
- l) Una cocina se transforma en gastronomía cuando ha creado sus propias bebidas, con sus insumos y métodos, su panadería, bizcochería, pastelería, repostería y las conservas.
- m) Que en su elogio y estudio se haya originado una literatura y posea además su propio refranero.

La autora aplica los rubros señalados a la cocina regional mexicana y concluye que los cumple satisfactoriamente. En relación con el sentido de la gastronomía toluqueña como patrimonio cultural, la Unesco (2010) señala que:

Se entiende por “patrimonio cultural inmaterial” los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas –junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes– que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, infundiéndoles un sentimiento de identidad y continuidad y contribuyendo así a promover el respeto de la diversidad cultural y la creatividad humana.

De acuerdo con la misma fuente, el patrimonio cultural inmaterial se manifiesta en los “usos sociales, rituales y actos festivos (en los cuales quedan clasificadas las tradiciones culinarias)” (Unesco, 2010).

Barceló (2007) agrega también que en el concepto *patrimonio gastronómico* se debe considerar un bien patrimonial consumible, destinado a satisfacer una necesidad. Así, el concepto de patrimonio alimentario se amplía, ya que

implica una cultura de la alimentación que incluye los sistemas agroalimentarios, productos de la tierra, cocinas regionales o tradicionales, gastronomía, producción de alimentos, técnicas agrícolas y culinarias, dietas, valorización de alimentos tradicionales, microambientes-sistemas y sensibilidades. Así, tanto para esta autora como para fines de esta investigación, se asume que “en México se ha reinventado el patrimonio alimentario bajo el nombre de gastronomía” (Barceló, 2007: 221).

Por lo tanto, el objetivo de este ensayo es describir la formación de la cocina patrimonial de la región de Toluca como un primer paso para su investigación culinaria. Para lograrlo se utilizó principalmente información etnohistórica a través de documentos de primera mano (cronistas), además de los resultados de trabajos etnográficos a través de recorridos de campo y consulta de proyectos publicados, así como de documentos y tesis profesionales identificando el patrimonio culinario que confiere carácter regional al valle de Toluca.

LAS BASES DEL PATRIMONIO GASTRONÓMICO DEL ALTO LERMA: AMBIENTE Y CULTURA

El Alto Lerma se ha distinguido por ser una región fría y montañosa que da origen a uno de los grandes escurrimientos del país: el río Lerma. La zona plana tiene una altitud mayor a los 2 500 metros sobre el nivel del mar y se encuentra rodeada de grandes montañas y antiguos volcanes, por ello existe un buen régimen de lluvias de temporal que comienza en abril-mayo y termina en septiembre-octubre. La captación de esta humedad se da por la existencia de grandes bosques de coníferas que la infiltran y después brota en centenares de manantiales formando un régimen hidráulico superficial de hermosos riachuelos y centenares de ojos de agua cristalinos, origen de múltiples lagunas intermitentes (Romero, 2005: 111-116).

Al terminar la temporada de lluvias, este paisaje se convierte en estanques efímeros con presencia de múltiples especies de interés alimentario, ya que estos cuerpos de agua son depositarios de bancos de alevines y peces (blanco del Lerma

y charales), batracios (como ranas y ajolotes), acociles, larvas y múltiples semillas que el agua arrastra y que se convierten en sus orillas y partes bajas en tules y plantas acuáticas comestibles; además de que en sus riberas húmedas surge gran variedad de especies de quelites (*Quenopodium spp*) (Romero, 2005: 111-116).

En estos ambientes lacustres y montañosos del valle de Toluca los grupos culturales étnicos tienen una antigua presencia comprobada desde hace por lo menos 12 000 años, según lo atestiguan las pisadas humanas fosilizadas (hoy desaparecidas) halladas sobre un bloque de roca en la serranía de Rincón de Guadalupe, en el vecino municipio de Amanalco de Becerra cuya impresión debió ser contemporánea a la última gran actividad volcánica del Nevado de Toluca (Aveleyra, 1950: 33-35; 1967: 16).

En la época prehispánica la familia étnica de mayor presencia fue la otomangue, representada por los grupos mazahua, otomí, tlahuica y matlatzinca. Estos últimos en algún momento fueron el grupo más numeroso, hoy sólo presentes en el poblado de San Francisco Oxtotilpan en el municipio de Temascaltepec. En menor medida, hoy en estado crítico poblacional, se encuentra el casi extinto grupo tlahuica, en el municipio de Ocuilan de Arteaga. Mientras que los otomíes y los mazahuas han tenido una gran vitalidad y han habitado numerosas comunidades desarrollando estrategias exitosas en este mundo cada vez más globalizado (Domínguez, 2008). Otro grupo que tuvo importante presencia fueron los nahuas, quienes llegaron al final de la época posclásica, hoy también casi desaparecidos del Alto Lerma (Sugiura *et al.*, 1997).

Una primera descripción de estos grupos y de su patrimonio gastronómico-agrícola, se debe al franciscano fray Bernardino de Sahagún quien en su *Códice florentino* (Sahagún, 1980) identificó los principales elementos agroalimentarios del valle como son las diferentes razas y variedades de maíz (rojo, blanco y reventador) consumidos principalmente en forma de tamales, hervidos y como *palomitas de maíz*, esta última forma degustada en días relacionados con la deidad *Opochtli* (Romero, 2005); también destacó el frijol ayocote y el amaranto (hoy casi extintos en el valle), además del maguey, los cuales se utilizaban en los platillos preparados según el calendario cívico-religioso.

LA CONTRIBUCIÓN CULINARIA DEL VIEJO MUNDO

Sin embargo, los antiguos grupos étnicos mencionados no fueron los únicos que aportaron elementos gastronómicos en la conformación culinaria de la región de Toluca, también la llegada de grupos extranjeros la dotaron de un importante legado gastronómico que han hecho suyos los habitantes de este alto valle. Fue después de la conquista europea que arribaron a la región diversos grupos de peninsulares, principalmente castellanos y andaluces con cultura árabe y, junto con ellos, portugueses y negros africanos de Angola enriqueciendo los paisajes agrícolas y cocinas del valle. Los recursos más importantes que aportaron fueron el cultivo del trigo en campos de regadío, la elaboración de pan; el cerdo traído por Cortés reproducido inicialmente en las zonas inundables y de bosque, el cual muy pronto pasó a formar parte de la dieta indígena modificando las recetas europeas de su aprovechamiento dando lugar así a platillos patrimoniales como el chorizo rojo y verde, obispo, chicharrón y carnitas toluqueñas de gran fama.

También el ganado mayor tuvo su primera gran reproducción en este alto valle a la orilla de la antigua laguna del Lerma, en tierras conocidas como Atenco, propiedad de Hernán Cortés quien aprovechó los humedales y los pastos nativos que crecían después de la inundación anual, así como la vegetación lacustre para el alimento de sus vacadas. Como contribución alimenticia mayor del ganado a la región, destacan la mantequilla, quesos molidos de metate, quesos frescos y requesón (De Guzmán, 1997), todos envueltos en *totomoxtle* (la hoja fresca del elote), aporte indígena que sirvió como envoltura para su conservación (Castelló *et al.*, 2000). Respecto a los agricultores españoles quienes sembraron nuevas especies del Viejo Mundo en el valle, destaca Francisco de Lerma (Archivo General de la Nación, Ramo, Mercedes, expediente 717, foja 291) vecino de Jiquipilco a quien en 1544 se le otorgó una “caballería de tierra... para plantar vino (vid) y árboles de Castilla (manzanas, membrillos y peras)”, productos que hoy son una referencia en la cocina mestiza de la región, claro a excepción de la vid.

LOS RELIGIOSOS Y SUS APORTES AGRÍCOLAS DE INTERÉS GASTRONÓMICO

Por las especies de interés culinario llegadas de ultramar, la cocina regional se enriqueció en el valle de Toluca; sin embargo la enseñanza cultural-gastronómica de su aprovechamiento se debe en gran parte a los frailes y religiosos, quienes en las cocinas y huertos de los conventos establecidos en Zinacantepec, Toluca, Metepec y Calimaya, dieron forma a los platillos patrimoniales. En este proceso destacaron las formas para combinar especies vegetales del Viejo Mundo y las nativas de México a través de la antigua técnica del injerto, la cual era desconocida en el mundo prehispánico y significó un aporte a los sistemas agroalimentarios mexiquenses (Sesto, 1942; Romero, 2007); dicha técnica tuvo gran éxito con el descubrimiento del árbol del tejocote (*Crataegus mexicana*), especie nativa como la planta ideal para adaptar las especies procedentes del Viejo Mundo a la Nueva España, principalmente de la familia de las rosáceas.

Este árbol mesoamericano sirvió de puente entre los dos mundos para una rápida aclimatación de los frutales llegados con la conquista. El tejocote sirvió de patrón para los injertos de duraznos, manzanas, peras y membrillos permitiendo unir la fuerza y resistencia natural del primero con la delicadeza y sabor de los frutos europeos. También permitió la selección de variedades de frutales entre los distintos árboles de una plantación y aceleró la fructificación de variedades tardías, además de ayudar a colonizar regiones donde los suelos pobres no permitían la fructificación de árboles europeos que exigían más nutrientes (Romero, 2007).

El injerto sobre tejocote facilitó que de un mismo árbol se obtuvieran frutas de distintas especies en diferentes épocas del año. Es decir, un mismo árbol permitió que de algunas de sus ramas se siguieran dando los frutos originales, mientras que otras ramas que procedían de las yemas injertadas daban otros frutos teniendo un solo patrón o árbol de tejocote tres o cuatro frutas distintas tal y como sucede actualmente en huertas de Zinacantepec. Este increíble aporte culinario y agrícola lo describen religiosos como fray Agustín de Vetancurt, quien en el siglo XVII, escribió sobre el éxito de los injertos y aprovechamiento de las frutas para la gastronomía novohispana:

el tejocote es fruta inverniza, son como nísperos, de ellos se hace jalea y conserva muy buena, en el árbol se hacen varios injertos, porque todos se logran, son árboles campestrinos que en cualquier cerro se hallan tejocotes (Vetancurt, 1982: 43-44).

No hay que olvidar que los conventos de los frailes funcionaron tempranamente como verdaderas escuelas agrícola-culinarias donde se enseñó a los indígenas las prácticas de cocina del Viejo Mundo, ya que los religiosos los educaron en el manejo de nuevas técnicas de cocina con procedimientos nuevos en la cocción y fritura animal y en el uso gastronómico de las nuevas especies agrícolas cultivadas en los huertos conventuales (Cfr: Romero, 2007). Por ejemplo, hacia 1554 el cacique indígena don Toribio y todos sus principales del pueblo de Tacubaya presentaron testimonio donde destacan las formas en que los indígenas aprendieron de los frailes agricultura y cocina europea “que en la iglesia andan siempre seis indios, ordinariamente, quatro en la huerta y dos que guisan de comer” (Cfr: Carrasco, 1976:56).

Aquí se descubre y se revalora algo poco sospechado: que en gran parte fueron los varones indígenas los responsables de la nueva cocina mexicana en fechas tempranas del siglo XVI, antes del establecimiento común de los conventos de mujeres a quienes se les ha dado casi todo el crédito. Sin duda hay que reconocer a estos varones indígenas y a los primeros frailes en Toluca (franciscanos primero, carmelitas y mercedarios después) como los primeros creadores de la cocina patrimonial mestiza de la región. Como ejemplo novohispano de este proceso gastronómico quedan la soberbia huerta (hoy sin árboles) y la bellísima cocina del convento franciscano de Zinacantepec.

Ya el franciscano fray Alonso de Ponce (1993) describió en una relación breve su paso por la región de Toluca en 1585, en la cual hace mención de las huertas de los conventos (donde se cultivaba hortalizas, duraznos y tunas de maravilloso sabor) que surtían a las cocinas. También por esas mismas fechas se dice que “en el valle había maíz y pasto para ganado mayor y menor, además de muchos puercos de los cuales se hacían maravillosos perniles (piernas) que tienen fama en toda la Nueva España” (Cfr: Salinas, 1965: 75).

Tiempo después, la proliferación del cultivo de caña de azúcar en el sur del Estado de México y valle de Cuernavaca facilitó la incorporación del endulzante en las cocinas de los conventos y la transformación de las frutas de sus huertos en jaleas, ates y conservas, pero sobre todo en dulces de alfeñique, herencia hispano-árabe cuyo aporte indígena fue la utilización de la raíz de *chaultle* (*Blattia campanulate*), planta mucilaginosa para aglutinar finamente el azúcar dando origen a uno de los patrimonios más importantes de Toluca: su dulcería (Rubín de la Borbolla, 1994).

LA COCINA TOLUQUEÑA A TRAVÉS DE CRÓNICAS Y RECETARIOS

Ya en plena época novohispana, hacia 1713, se hizo presente esta gastronomía patrimonial del valle de Toluca en el palacio de los virreyes como parte de la muestra gastronómica de las cocinas regionales de la Nueva España para darle la bienvenida al nuevo virrey habiendo escogido los organizadores los chorizos de Metepec y de Toluca, platillos cuya fama ya no se perdería según lo deja ver, cincuenta años después, el colonial *Recetario de doña Dominga de Guzmán. Siglo XVIII: tesoro de la cocina* escrito hacia la mitad del siglo XVIII en Tenango del Valle (1997); en este documento-recetario se aprecian como ya los célebres chorizos y demás productos cárnicos derivados del cerdo cuyo secreto de sabor (ahora sabemos) radicó en alimentar al animal con maíz blanco y duro del valle de Toluca, grano que le da un toque exquisito a sus carnes tal y como lo hacían a su vez los españoles, pero con castañas y bellotas en la península ibérica. Destaca también en el recetario toluqueño de doña Dominga de Guzmán la utilización de patos silvestres, ranas y otros animales acuáticos, además del uso regional de la nogada para diversos platillos, hecha con nuez de Castilla y queso fresco en lugar de crema; también como productos regionales se muestran las salsas y moles verdes, conservas de frutas (pera, manzana, durazno) y dulces todo lo cual será una constante y un sello distintivo de la culinaria regional.

Después de la Independencia, la acentuación de la cocina regional toluqueña se aprecia en el recetario que lleva por nombre *El cocinero mexicano* (2001), obra que vuelve a resaltar las cualidades y uso del duro maíz toluqueño además de casi repetir las mismas preparaciones del recetario novohispano de doña Dominga de Guzmán, sobre todo las dedicadas a derivados del cerdo y productos lacustres como pescados blancos y acociles, pero con un mestizaje gastronómico refinado dado por el paso de los años.

En el mismo siglo XIX en el documento “Toluca en 1866. Descripción de la ciudad, historia y noticias estadísticas”, escrito por Eusebio Suárez y publicado en 1979, se consignan algunos de “los alimentos comunes de los indígenas y gente miserable consisten en tortillas, chile, frijoles, alberjones, habas, gusanos, acociles, pescaditos, y otros animales de esta clase. Bebidas: pulque tlachique, sendecho y aguardiente de caña”. También en el XIX el escritor toluqueño Isaura Manuel Garrido (1883) describió en la primera “Exposición agrícola, ganadera e industrial de Toluca” una serie de productos alimentarios que se presentaban como productos regionales que se elaboraban en este alto valle donde tuvieron participación los alimentos más famosos de ese momento destacando los chorizos, longanizas, morongas, jamones, chicharrones y frituras, cuya fama decía Manuel Garrido era ya nacional.

Otro cronista de la época, Aurelio Venegas detalló en su *Guía del viajero en Toluca* de 1894 la venta de gran parte de los anteriores productos descritos e identificados en 26 fondas de comida, 14 panaderías, 25 hoteles y mesones, 10 fábricas de dulces y varias fábricas de licores. Esta obra proporciona una idea general de la distribución culinaria y de la producción alimentaria en Toluca a fines del siglo XIX.

Años después, hacia 1911 y en plena época revolucionaria, el valle de Toluca fue visitado por el investigador Henning (1911: 82) quien describió la gastronomía cotidiana de los pueblos otomíes de la región, la cual giraba en torno al maíz con el que se preparaban principalmente la tortilla y atole acompañados de salsa de chile y sal; dice que ocasionalmente los otomíes consumían frijoles y que la carne de cerdo estaba presente sólo una que otra vez. El pan, chocolate y guajolote

sólo se consumía en fiestas muy grandes como matrimonios, bautizos o fiestas patronales, mientras que el consumo de azúcar es descrito también como remedio para algunas enfermedades más que como alimento.

Después de la Revolución se dió impulso gubernamental a la comida popular como parte de los nuevos ideales de la gesta armada; así a través de los *Almanaques campesinos* (1931 y 1933) se publican las recetas más representativas de las cocinas regionales del país de las cuales se eligió como el platillo típico del valle El mole verde toluqueño, condimentado con todas las especias y vegetales verdes producidos en la región.

Si bien hasta aquí las descripciones culinarias patrimoniales del valle de Toluca ya se conocían en parte gracias a los recetarios, fue hasta 1951 cuando los hermanos Fabila (Alfonso y Gilberto) publicaron el excelente estudio *México. Ensayo socioeconómico del Estado* donde se interpretó el contexto cultural de la gastronomía de Toluca, así como su lógica de cambio dentro de un calendario a lo largo del año, además se ofrecieron los primeros datos económicos y antropológicos sobre el estado alimentario de las familias toluqueñas.

Los datos de alimentación y cocina de los hermanos Fabila se desprendieron de un muestreo aplicado en 20 municipios del valle de Toluca con los siguientes resultados: el consumo básico se centraba en el maíz, frijol, chile, sal y productos de recolección silvestres; secundariamente estaban la carne de res, manteca, azúcar, piloncillo y pulque; menos frecuente era el consumo de pan, leche, carne de cerdo y de gallina, café, huevo, papa, arroz y sopa de harina. Esta situación correspondía según ellos “porque los primeros los producen y los segundos, los compran” (Fabila, 1951: 470 y 471). La aproximación económica a esta dieta alimentaria ascendía diariamente a \$ 6.43 diarios para una familia de cinco miembros.

Sin embargo, describieron las formas de intercambio de algunos productos ya que vendían fruta de sus huertos y linderos de cultivo, como pera, manzano, durazno, membrillo, chirimoyo y capulín; también consumían y vendían frutos silvestres de recolección como tuna, nopal, tejocote, zarza, arrayán, ciruela, jacanicuil, guaje y cirían. En temporada lluviosa también recolectaban hongos en los bosques, quelites como verdolagas, chivitas, cenizos, rabanillos, malvas, nabos,

quintoniles, y tubérculos en zonas anegadas como papas de agua y mazatetes sin olvidar plantas útiles, medicinales y mágicas como gordolobos, palmitas, tules, escobas y gran cantidad de especies de hongos. En sus milpas cultivaban calabacitas, habas y maíz, entre otras especies, aprovechando también en temporada las flores de las primeras, las habas verdes y los hongos del maíz. También obtenían productos silvícolas como ocote, cal, leña y completaban su alimentación con la caza-recolección de conejos, liebres, iguanas, tórtolas, pescado, ranas, patos, ahauautles, acociles, y ajolotes negros, entre otros animales (Fabila, 1951: 481).

La distribución de dichos alimentos se daba de la siguiente manera: una familia común consumía diariamente 2 429 gramos de maíz y 316 de frijol. Del resto de los alimentos, como chile y verduras, el consumo diario era en porciones pequeñas. El pan, verduras cultivadas, fruta, manteca, café, papa, azúcar, sopa de harina y aún el pulque, se comía de acuerdo con los días de mercado o tianguis. Otros alimentos como leche, queso, mantequilla, crema, verduras silvestres y frutas, únicamente las consumían durante la época de lluvias en que se producían o daban de forma silvestre y “mucho del resto” sólo en las fiestas comunales y familiares (Fabila, 1951: 475).

El maíz era consumido principalmente en forma de tortillas, pero también en tamales, atoles, pinoles, totopos, pozoles, sendecho, chilaquiles, enchiladas, sopas, esquites, elotes asados y cocidos con tequezquite. Los frijoles los consumían hervidos con agua y sin grasa y en menor medida en tamales. Destacaban las comidas especiales, éstas eran las que se daban “en las fiestas titulares, matrimoniales y bautizmales, en que, tal es su hambre y necesidad aun sin medir las repercusiones económicas posteriores, se engullen la ración de todo un año; por eso el indígena y agricultor modesto gustan tanto de las ferias y comilonas” (Fabila, 1951: 474). Los Fabila identificaron que era “costumbre entre los indígenas, campesinos y gente mestiza de las comunidades rurales de la entidad la organización de los festines colectivos excepcionales en días que corresponden a los santos titulares de cada circunscripción, bautizos, cumpleaños, casamientos, estrenos o inauguraciones y en fechas especiales como la conmemoración de los difuntos. En estos enormes agasajos era tal el derroche que se hacía de todo, que no pocos mayordomos

y anfitriones afectaban gravemente su patrimonio y presupuesto familiar” (Cfr. Fabila, 1951: 474).

En este sentido, se describió la organización social anual para celebrar las fiestas tutelares del pueblo sobresaliendo la gran comilona comunal. En primer lugar y por designación popular se integraban las mayordomías que era un grupo de gente que se reunía alrededor de un santo para organizar la fiesta; después, mediante colectas públicas o a costa de los mayordomos, se reunía gran cantidad de dinero, animales domésticos, bebidas y demás menesteres que eran consumidos durante la fiesta. En vísperas de la celebración se mataban los guajolotes y carneros, se hacían variedades de tamales de frijol ayocote, de carne de cerdo enchilado, de haba o de chícharo. Al día siguiente las mujeres se juntaban y guisaban un magnífico mole (rojo o verde), sopa de arroz con caldo de pollo, frijoles, barbacoa y tortillas que servían en el lugar convenido (generalmente el anexo de la capilla o la casa del mayordomo principal); en una mesa especialmente arreglada, se ubicaba el sacerdote que les había dicho la misa, mientras que en otra enorme mesa con bancas improvisadas con tablas y cubierta de limpios manteles se ubicaban los demás invitados o bien sobre petates se encucillaban los demás comensales y servían las viandas en conjunto o en tandas.

La comilona se interpretaba con sentido del humor, ya que con el hambre acumulada que llevaba la mayor parte de los concurrentes y lo delicioso de los guisos los hermanos Fabila describían como la gente se relamía de satisfacción al ingerir los típicos platillos acompañándolos siempre con pulque, licores o aguardiente de caña; además, como los comensales ya iban prevenidos con ollitas, no pocos se reservaban los sobrantes y los llevaban a casa para recalentarlos y darlos a su prole. Al mismo tiempo la música de viento que se había contratado amenizaba el banquete y luego de varias piezas los filarmónicos también yantaban a su gusto. Esto sucedía el primer día y también los siguientes, ya que era común que estas comidas y celebraciones durasen media semana: la víspera, fiesta y tornafiesta.

En relación con la comida de las fiestas familiares, sobre todo de matrimonio, el entusiasmo era igual: los padres, parientes y amigos le hacían su

fandango y se hacía derroche de comida y bebida, hasta que todos se ahitaban. Cosa semejante, pero en menor proporción, se efectuaba en los bautizos de los vástagos.

De igual forma se identificaron las comidas rituales. El domingo anterior al día de muertos, las familias nativas acudían a la cabecera municipal donde compraban fruta, pan de muerto, dulces y ceras con lo cual montaban en sus casas altares para recordar a sus difuntos. Después de los rezos de recordación, el día tres hacían un intercambio comunal de golosinas, entre las que destacaban las calabazas cocidas y chayotes en dulce.

En otras fechas especiales como Semana Santa y Noche Buena se cocinaban platillos de vigilia como bacalao, róbalo a la mexicana, revoltijo con quelites y romeritos, camarones y nopales, pollo en hongo, ranas lampreadas o pescado frito de Lerma. En otras fechas se cocinaba conejo y carnero en adobo, ensalada de Noche Buena, asado al pastor, cabeza de res al horno, chorizo y longaniza con huevo y chile, menudo de carnero y callos de res en caldillo de chile, carne de puerco y costillas con chile verde, chiles rellenos, huauzontles, hongos de llano y de monte en caldillo con epazote y venas de chile, tacos de cecina, moronga, sancochados, quesadillas de hongos de maíz y flores de calabaza y queso, enchiladas de chile y crema, tacos con barbacoa, chicharrones, culantro, chile y aguacate, carnitas de puerco, habas enzapatadas y en caldo o también asadas y sudadas o guisadas con pulque y chile, elotes asados o cocidos con tequesquite y untados con queso y chile, buñuelos y humildes, dulces de arroz con leche y de leche con huevo, almendra y canela, y el ponte duro. Bebidas como la garapiña, sambumbia y el pulque solo o curado con naranja, crema, plátano, piña, apio y con chile; el rompopo y los licores de zarza, capulín, naranja, limón, membrillo, prisco, higo, manzana y tejocote, el café con rompopo, chorreados y moscos (Fabila, 1951: 481).

También la gastronomía de los días de plaza o tianguis era importante: los indígenas y campesinos acostumbraban ir al pueblo principal a vender los productos agrícolas y artesanales o los ejemplares silvestres que habían recolectado en el campo. Así, después de venderlos, compraban lo que necesitaban para su

consumo semanal y comían en la misma plaza, con cierta abundancia, lo que podían adquirir y les gustaba, principalmente pan, queso, chicharrones, barbacoa, carnitas, moronga, frutas, dulces, pulque y aguardiente.

Después de identificar e interpretar los datos referentes a la gastronomía, los hermanos Fabila se dan cuenta de este tema tan fascinante, sugerente e importante, al cual según ellos se le debería dedicar un tratado completo. Terminan sus comentarios con la siguiente y elocuente expresión:

¡Oh, la comida regional de nuestro Estado! ¡Hasta cuándo habrá una gente de gusto y piadosa que recoja el recetario fantástico de nuestra cocina! (Fabila, 1951: 481).

LA GASTRONOMÍA TOLUQUEÑA: RECETARIOS CONTEMPORÁNEOS Y ETNOGRAFÍA

Después de la segunda mitad del siglo XX, comenzó en la región del valle el impulso modernizador a través de la industrialización, pero llegó también un marcado silencio en la divulgación de la comida popular toluqueña.

Hasta la década de 1970 es cuando apareció un libro de cocina mexiquense hecho por Concepción Herrera quien también contribuyó a la divulgación de la comida regional en su *Recetario vegetariano para mejorar la alimentación familiar*, donde mostró cómo hacer los atoles, guisos y los llamados ahora antojitos regionales, pero todos con base en vegetales y acompañados de una tabla de valores alimenticios (Herrera, 1976).

Afortunadamente en la década mencionada el tema de investigación gastronómica regional llamó la atención del ilustre periodista e historiador Alfonso Sánchez García, cariñosamente conocido como el Profesor Mosquito, quien se dedicó a investigar algunos tópicos de la gastronomía toluqueña a partir de fuentes históricas y recuerdos personales. Producto de este ejercicio fue su bello y docto libro *Toluca del chorizo. Apuntes gastronómicos* (1976), trabajo acompañado del buen humor que siempre caracterizó al finado maestro. En su texto reafirmó la tradición centenaria del consumo de maíz y del cerdo en Toluca y su importancia

en la gastronomía tradicional. Entre otras cuestiones, el autor aclaró los orígenes de los célebres mosquitos de Toluca, licores con base en naranja cuya antigüedad no es tanta como a veces se afirma. Descubrió el origen toluqueño del hoy famoso jamón endiablado cuya patente fue vendida a la firma Clemente Jaques y dio cuenta nostálgicamente de una gastronomía casi extinta o de puros recuerdos como los rosarios amantecados que se hacían del pan blanco duro de los días anteriores, los cuales eran amarrados con un lazo de ixtle a manera de rosario y sumergidos en un cazo de cobre donde se hallaba la grasa del cerdo, producto de las carnitas recién elaboradas; los panes fritos de esa forma eran exhibidos para su venta. También aclaró por qué a los habitantes del valle de Toluca se les llamaba cariñosamente “tolucos patas de puerco”, mote hoy casi olvidado, al recordar que durante decenas de años los ciudadanos ofrecían siempre a sus visitantes como botana, las patitas de puerco, encurtidas o en trocitos que eran los sobrantes de sus ventas, pero siempre ricas. El cerdo era el gran elemento de los platillos regionales.

Las investigaciones y publicaciones del patrimonio gastronómico regional estuvieron ausentes hasta 1978, año en que se editó el libro *La cocina en Toluca*, producto del Comité Municipal del Desarrollo Integral de la Familia (DIF); las recetas publicadas en este texto fueron proporcionadas en su mayoría por un voluntariado de amas de casa de la región. Aquí se identifican un gran número de recetas que se pueden considerar como patrimonio gastronómico por su larga duración en la gastronomía regional tales como ancas de rana (descrito como platillo clásico de los viernes en tiempos de aguas), tortitas de charal en chile verde, filete de pescado con hongos, ceviche toluqueño, patitas de puerco, barbacoa en mixiote, pollo con pulque, asado con pulque, mole de San Fernando, mole, pavo en nogada, chayotes rellenos, habitas empulcadas, huauzontles, hongos chicales, pan de muerto, pastel de nuez, tejocotes en almíbar, dulce de higo, postre antiguo con pan mamón, galletas de maíz, queso de puerco, revoltijo al estilo antiguo, mole de olla en verde, pepeto, revoltijo verde, mole verde, tamal de cazuela, toluqueñas, tortillitas de Toluca, enchiladas con leche; además contiene una sección sobre cocina antigua mexicana con énfasis en platillos de Toluca, por ejemplo chorizos tipo Toluca, tortas de flor de colorín, tortas de huauzontles y chiles en nata.

Entre 1985 y 1988 se publicó la colección *La comida familiar por cada estado de la República Mexicana* enriquecido con un calendario de producción agrícola y otro de festividades cívico-religiosas campesinas (véase, por ejemplo *La comida familiar en el Estado de México*), reeditados por Conaculta y Océano en 2000. En el texto dedicado al Estado de México, se repite el ya célebre mole verde que se prepara sólo con ingredientes de ese mismo color y es uno de los cotidianos y representativos del valle. Se destacan las preparaciones con hongos, cuyas especies son recolectadas en los montes por las diestras manos indígenas; además se repite el uso de cárnicos del cerdo y otros productos lacustres como distintivos de la gastronomía regional.

En este contexto de interés por la gastronomía, apareció el *Atlas cultural de México. Gastronomía* (1988) que incluyó un tomo referente a la gastronomía precisamente, el cual se elaboró con el apoyo de investigadores y profesores rurales para hacer, por primera vez, una evaluación del estado en que se encontraban las gastronomías del país. En ese tomo se ubicó la gastronomía del Estado de México en la Región Centro donde se desarrolló una síntesis de la gastronomía del valle de Toluca a cargo de Gisela Salinas Sánchez (Ávila, 1988). En este trabajo se volvió a dar cuenta del pescado blanco (*iztamichin*) de las lagunas de Lerma con el que se guisaban los famosos tlatoniles en chile verde molido con tomate, cebolla, sal y manteca, o los tamales de haba de Temoaya, y los de frijol de Almoloya de Juárez. También destacaban los alimentos lácteos como el queso molido y el requesón producidos todavía por los rancheros de la antigua hacienda La Gavia.

En 1987 apareció el trabajo *Gastronomía mexiquense* escrito por María Teresa de la Rosa de Almazán quien contó con el apoyo de cronistas para confeccionar y analizar las recetas municipales del valle de Toluca y otros valles vecinos donde se vuelven a detectar los platillos con base en productos lacustres como ranas, ahuatles, ajolotes, patos y productos de montaña como hongos, gusanos de maguay, gusanos de nopal y mariposas, además de las bebidas de maíz fermentado *sendecho* y el *sendi* sin olvidar los dulces de alfeñique.

Sobre este último tema, en 1992 se escribió la primera investigación etnográfica y monográfica sobre un patrimonio culinario específico de la región por la

antropóloga Adriana Veneranda Montoya Garduño titulada *La artesanía una tradición familiar: el caso del alfeñique en la ciudad de Toluca* trabajo considerado el mejor de su tipo, y que no pocas veces ha sido plagiado sin citarse. En dicho escrito se da cuenta de la estructura de las familias que producen tan delicado dulce y de los secretos artesanales de su elaboración, sobre todo para las fiestas de los santos difuntos. Esta preocupación continuó con Rubín de la Borbolla (1994), quien impulsó su estudio en la antigua Escuela de Turismo de la Universidad Autónoma del Estado de México hacia 1959 y cuyos resultados fueron dados a conocer tardíamente en 1994.

Por otro lado, Leonor Cano Garduño investigó en su tesis *Gastronomía mazahua y usos prácticos de los alimentos: el caso de El Calvario del Carmen, municipio de San Felipe del Progreso* (1993) la cotidianeidad alimentaria y comida de fiestas y celebraciones en una comunidad indígena identificando el uso repetido de bebidas fermentadas de maíz, cerdo y especies lacustres.

Continuando con estas investigaciones antropológicas apareció en 1995 el texto de Beatriz Albores *Tules y sirenas: el impacto ecológico y cultural de la industrialización del Alto Lerma*. La antropóloga Albores (1995: 116-117) describió nuevamente los alimentos autóctonos principalmente de origen lacustre utilizados en la gastronomía del valle: peces, acociles y fauna migratoria además de especies introducidas por los españoles y cultivadas en las chinampas del Lerma como acelgas, espinacas y lechuga.

En la misma área lacustre se realizaron trabajos arqueológicos donde se analizaron datos sobre los antiguos modos de subsistencia y alimentación reportándose ahora con un origen antiguo las mismas especies lacustres utilizadas en la gastronomía de la región. Esta información es resultado del proyecto denominado *Valle de Toluca: análisis del modo de subsistencia lacustre en la cuenca del río Lerma* que realizaron Yoko Sugiura y Maricarmen Serra Puche (1983) del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En este sentido, en 1997 la arqueóloga Yoko Sugiura y colaboradores realizaron el *Atlas etnográfico de la cuenca alta del río Lerma* en el cual advierten

que “la información escrita acerca de los hábitos alimentarios entre los grupos indígenas, es incompleta y puede llegar a ser contradictoria[...], puesto que el observador occidental o urbano suele sobrevalorar la variedad de los productos consumidos cotidianamente o bien la aparente abundancia de las comidas en ocasiones rituales” (Sugiura, 1997: 51-52).

Ejemplo de esas comidas rituales, es la del ceremonial del 12 de diciembre (Día de la virgen de Guadalupe) cuando en “ese día se prepara el llamado dulce de pastilla, hecho con harina y azúcar en forma de borregos, palomas y puerquitos; (además) se elaboran tamales de haba, de carne de res con chilacayote y mole con arroz” (Sugiura, 1997: 53). O bien, el caso de los ceremoniales de los matrimonios por lo civil: ocho días antes se daba de comer en casa de la novia puerco enchilado o en blanco, pollo, arroz, mole verde o rojo, tortillas, pulque, cervezas, tequila y tamales. Ocho días después, por la mañana sucedía la boda por la iglesia y se daba un desayuno en la casa del padrino de velación; allí se comía atole y café, té, tamalitos, tortas o sándwich, cóctel de frutas y gelatina. Por la tarde, en la comida, se daba a los invitados res en barbacoa o salsa roja, puerco en carnitas, pollo con mole verde y rojo, arroz, frijoles, tamales de cabeza de puerco, tortillas, salsas, refrescos, cerveza y tequila. A los padrinos se les daba una olla de mole con pollo, arroz, frijoles, tortillas, un chiquihuite con fruta y pan de Tenango y los recuerdos del centro de mesa (Sugiura, 1997: 54). En este caso se aprecian nuevamente dulces en forma de animalitos, puerco, maíz en diferentes formas y mole verde.

En la descripción gastronómica de la ofrenda del Día de muertos se identificaban las comidas y bebidas que se vuelven una constante a lo largo de los años en el valle de Toluca. A los difuntos se les ponía un plato de popoxa (pescado envuelto en hoja de maíz o totomoxtle), papa, pescaditos o charales, chile, tamales, tortilla, pulque y una botella de licor. La comida se servía en cazuelas nuevas para no disgustar a los difuntos. El mole, el arroz y los frijoles se colocaban en el piso hasta abajo de la ofrenda mientras que los quelites (alimento lacustre) eran preparados en bolitas; los cigarros y las ceras se distribuían en la mesa por todo el altar (Sugiura, 1997: 54).

Al igual que los otomíes, los mazahuas preparaban comidas especiales para fiestas y ocasiones sociales en las que el mole verde, bebidas fermentadas y tamales eran los platillos principales. Las ofrendas más elaboradas eran las de los muertos recientes, los que fallecieron hace menos de un año. Resaltaba el colorido y la variedad de sabores y olores que dan las frutas, flores, panes, quelites, pozole de trigo, hígado, patas de puerco y tenshas o tlaxcales que eran hechos de maíz tierno crudo, con azúcar y carbonato para que no empachen, también abundaban los dulces de alfeñique.

En este mismo sentido antropológico y culinario, resalta el trabajo publicado por el Samuel Morales *El sabor agrio en la cultura mazahua* (2000). Aunque su estudio tiene lugar en el vecino estado de Michoacán, en el pueblo de Francisco Serrato, sus propuestas tienen validez en el valle de Toluca ya que los mazahuas de aquel estado son originarios de este alto valle y comparten gran parte de sus pautas culturales con los de Toluca. Dicha investigación ofrece una interpretación del hábito cultural de dar, en determinadas fechas y celebraciones, un tratamiento a los alimentos para que adquieran un sabor ácido o agrio, principalmente a los tamales y frijoles los cuales eran acompañados de una bebida ritual hecha de maíz llamada *zeende*.

Otra fuente es el libro *Las recetas de la abuela* (2001), cuya autoría se debe a Carolina Monroy y Gilda Montaña, quienes se dedicaron a entrevistar a varios cronistas municipales; a la vez que vertían recetas selectas de cada uno de ellos elaboraban una remembranza de sus lugares de procedencia. Nuevamente destacan el cerdo y sus embutidos, los moles verdes, tamales, quelites y productos lacustres.

Surgió la idea de hacer un recetario por el Voluntariado de la Secretaría de la Contraloría del Estado de México en 2002 publicándose el texto *De Toluca para el mundo: tres generaciones en la gastronomía* imitando la acción del antiguo DIF municipal de Toluca de 1978. Contiene un pequeño apartado sobre platillos regionales toluqueños, algunos de los cuales pueden ser considerados de corte indígena y mestizo por su manufactura e ingredientes; se muestran recetas hechas con base en hongos, cerdo, salsas y moles (verdes y rojos).

Recientemente apareció el texto de Rosita Sánchez *Conversación en la cocina. Gastronomía mexiquense* dentro de la Colección Mayor Estado de México: Patrimonio de un Pueblo; este libro recuerda la famosa y extinta Fonda Rosita (de la cual era dueña) ubicada en el pueblo vecino de San Felipe Tlalmimilolpan (también recordado por sus exquisitos pulques curados). En su texto se evoca al maíz como eje de la comida toluqueña. La autora escribe con nostalgia sobre la cocina campesina mestiza y las razones que han hecho olvidarla o elaborarla cada vez con más trabajo (migración y deterioro ambiental, principalmente). Las recetas vertidas en el recetario son, según sus palabras, muy conocidas y ampliamente elaboradas en el valle: barbacoas, chorizos, moles; el capítulo de “Platillos exóticos” está dedicado a los insectos comestibles, dentro de los que cataloga a los crustáceos lacustres.

LOS TIANGUIS ACTUALES Y LA GASTRONOMÍA EN EL ALTO LERMA

No hay que olvidar que estos temas gastronómicos no son un fenómeno aislado dentro de la comunidad, sino que están ubicados dentro de contextos culturales mayores, como lo demostraron los hermanos Fabila; ejemplo de ellos son los mercados indígenas de origen antiguo, los cuales se encargan de revitalizar la comida regional, como lo hacen los mercados Juárez de Toluca, de Santiago Tianguistenco e Ixtlahuaca, mismos que se articulan a través de un sistema regional complejo de calendarios de producción, fiestas y gastronomía con los pueblos de todo el valle de Toluca como lo han señalado estudios recientes sobre geografía cultural (Aguirre y Montes, 2003).

En este sentido, el mercado Juárez de la ciudad de Toluca es identificado como el de mayor jerarquía, es decir, es el *centro regional de mercados* (principal). Su importancia radica en que eclipsa al resto de los mercados que se encuentran en el valle: es el único tianguis que se realiza los viernes en todo el Alto Lerma toluqueño, además concentra las relaciones comerciales con todos los demás tianguis de la región (26 municipios). En la siguiente categoría de mercados principales

regionales, se identificaron dos; el primero es el mercado de San Bernabé, tianguis de origen antiguo localizado en el municipio de Almoloya de Juárez en la localidad Mayorazgo de León y que presenta un grado de especialización caracterizado por la compra-venta de animales, así como de mercancías y gastronomía asociadas a la ganadería: sombreros, pieles, monturas; pero sobre todo un importante y vasto comercio de comida preparada como barbacoas, guisados de aves, consomés, caldos de vísceras y moles que acompañan a las carnes (ver tabla 1).

El siguiente mercado principal regional es el de Santiago Tianguistenco, uno de los más antiguos del valle junto con el Juárez. Éste resulta de vital importancia en el sur de la cuenca del río Lerma. En la época prehispánica y siglo XVI, concurrían allí los mercaderes o *pochtecas* a intercambiar sus mercancías de origen lacustre (principalmente pescados, patos, tules y batracios) con los pueblos de la zona de sierra o pie de monte (Capulhuac y Jalatlaco) con quienes comerciaban mediante el trueque, tejamanil, madera, leña y carbón. Se destaca en este mercado la actual especialización de comida preparada en torno al taco, tlacoyo y memela, los cuales se encuentran en múltiples variedades y formas (Aguirre y Montes, 2003).

Tabla 1

SISTEMA DE MERCADOS DEL ALTO LERMA

<i>Día</i>	<i>Mercado principal</i>	<i>Mercado regional principal</i>	<i>Mercados de distrito secundario</i>	<i>Mercados menores (importantes)</i>	<i>Mercados menores</i>	<i>Mercados especiales</i>
Viernes	Toluca					
Sábado			Chapultepec Lerma, Texcalyacac	El Cerrillo, Santa María Atarasquillo		San Mateo Atenco
Domingo			Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atacomulco, Chapultepec, Mexicalzingo, Santa Cruz Atizapán, Temoaya, Zinacantanepc	San Juan de las Huertas, San Francisco Tlalcalcalpan, San Miguel Totocuitlapilco, Santa Cruz Atzacapotzaltongo, Santiago Tlacotepec	San Antonio Acahualco, San Luis Mextepec, San Pedro Totoltepec	Calimaya, Santa María del Monte, Ocoyoacac, Tenango del Valle
Lunes		Ixtlahuaca	Metepc		San Miguel Arroyalco	
Martes		Santiago Tianguistenco		San Pablo Autopan		Capulhuac
Miércoles			Jocotitlán, Jocuingo, Mexicalzingo, Xonacatlán, San Antonio la Isla, Ocoyoacac	San Cristóbal Huichochitlán, San Francisco Tlalcalcalpan, San Juan de las Huertas		
Jueves			Calimaya, Tenango del Valle	Santa María del Monte	San Pedro Tultepec, Santiago Tlaxomulco	

Fuente: Aguirre y Montes, 2003.

CONCLUSIONES

La conformación del patrimonio gastronómico del valle de Toluca ha dependido de la diversidad ambiental y su relación con las culturas que la han manejado; interdependencia que ha formado a lo largo de los siglos una de las más complejas gastronomías regionales del país.

En la región de Toluca se puede identificar que el patrimonio gastronómico tiene una de sus bases formativas en ambientes lacustres y de montaña, donde los productos endémicos del primero como peces, crustáceos, aves, batracios y diversos vegetales son sazonados, aderezados y acompañados con especias y especies procedentes del Viejo Mundo (como ajo, cebolla, anís, canela y azúcar).

En este proceso se identifica también que las especies de caza y recolección de origen de montaña y lacustre son parte del patrimonio gastronómico del valle, principalmente hongos y especies menores como insectos y que tienen una larga trayectoria de consumo.

Los ambientes húmedos de bosque fueron cobijo de las primeras ganaderías, y dieron origen a productos lácteos como quesos frescos, mantequillas y cremas. Además posibilitaron la crianza de ganado de cerda, al cual el maíz le proporcionó un sabor destacable logrando conformar un patrimonio a través de los chorizos, obispos y productos cárnicos derivados del cerdo, mismos que han sido condimentados con diversas especies de chiles.

Otros patrimonios culinarios que se conformaron por los productos y productores del valle fueron identificados de forma repetitiva en los recetarios y en los trabajos etnográficos; tienen probada y notoria antigüedad, tales como el mole verde, chorizo verde, preparaciones aderezadas con pulque, ranas y peces en salsa o caldo, barbacoas, hongos, pulque y otras bebidas fermentadas con base en maíz, insectos y dulces, a los que se les asignan nombres locales y regionales acusando en esto los diferentes orígenes que los conforman, por ejemplo el *zeendecho*, el alfeñique y los huauzontles.

Se reconoce que la agricultura tradicional ha jugado un importante papel en este proceso de conformación culinaria, donde el maíz, maguey, frijol, chilacayote, chayote, haba y árboles frutales son componentes principales en la gastronomía del valle. Se identifica que el árbol de tejocote jugó un papel poco sospechado hasta ahora en el mestizaje gastronómico de la región, sobre todo en la aclimatación de especies, pero también como ingrediente clave para el desarrollo de la dulcería de frutas siendo Toluca una de sus mejores representantes en el país.

Esta amalgama gastronómica fue posible gracias a la llegada de pobladores de diferentes orígenes, pero sobre todo al paciente trabajo inicial de religiosos que transmitieron y enseñaron la cocina y agricultura a los indígenas a través del trabajo en sus conventos. También se reconoce que es a través de los tianguis y mercados del Valle de Toluca que la gastronomía se enriquece, revitaliza y difunde siendo parte importante en la conformación de la gastronomía regional toluqueña.

Como reflexión final de este documento sobre el patrimonio gastronómico toluqueño, se evidencia la interrelación entre los diversos factores sociales y ambientales que han conformado al patrimonio gastronómico en el Valle de Toluca, pero también la importancia de evitar los cambios drásticos en la biodiversidad y culturas tradicionales de Toluca; de no hacerlo así, acabarán por devastarse los valiosos recursos vegetales y animales y con ello una de las mejores posibilidades para que los grupos locales puedan impulsar su desarrollo a través de la cocina patrimonial regional.

BIBLIOGRAFÍA

Almanaques campesinos (1931), México, Talleres Gráficos de la Unión.

Aguirre, N. y R. Montes (2003), *Sistemas espaciales de mercados campesinos en el valle de Toluca*, tesis de licenciatura, UAEM.

Albores, Beatriz (1995), *Tules y sirenas: el impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma*, México, El Colegio Mexiquense.

- El cocinero mexicano* (2000) (Publicado inicialmente en 1831), México, Conaculta.
- Archivo General de la Nación (AGN) (1544), Ramo: Mercedes. Expediente 717. Foja 291, México
- Aveleyra Arroyo de Anda, Luis (1950), *Prehistoria de México*, México, Ediciones Mexicanas.
- (1967), *Los cazadores primitivos en Mesoamérica*, UNAM, México.
- Ayuntamiento Constitucional de Toluca (1978), *La cocina en Toluca*, México, Imprenta Madero.
- Ávila Hernández, Dolores (1988), *Atlas cultural de México. Gastronomía*, México, SEP, INAH y Grupo Editorial Planeta.
- Banco Nacional de Crédito Plural (1988), *La comida familiar en el Estado de México*, México, Banrural Voluntariado Nacional.
- Barceló Raquel (2007), “Turismo y patrimonio alimentario: un análisis de conceptos”, en D. Lagunas (coordinador), *Antropología y turismo. Claves culturales y disciplinares*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-Plaza y Valdez Editores.
- Barros, Cristina (2000), “Prólogo”, *El cocinero mexicano*, tomo I., México, Conaculta.
- (2004), *Pueblo de Maíz. La cocina ancestral de México. Ritos, ceremonias y prácticas culturales de la cocina de los mexicanos*, México, Conaculta.
- (2008), *Los libros de la cocina mexicana*, Conaculta, México.
- Cano Garduño, Leonor (1993), *Gastronomía mazahua y usos prácticos de los alimentos: el caso de El Calvario del Carmen, municipio de San Felipe del Progreso*, tesis de licenciatura, UAEM.
- Carrasco, P. y J. Monjaráz (1976), *Colección de documentos sobre Coyoacán*, México, Centro de Investigaciones Superiores SEP.
- Castelló Yturbide Teresa *et al.* (2000), *Delicias de antaño: historia y recetas de los conventos mexicanos*, México, Océano Landucci Editores.
- Comité Municipal del DIF (Desarrollo Integral de la Familia) de Toluca, (1978), *La cocina en Toluca*, México, Ayuntamiento Constitucional de Toluca, Imprenta Madero.
- La cocina familiar en el Estado de México* (2000), México, Conaculta-Océano.
- De Guzmán, Domingo, (Manuscrito original de 1750) (1997), *Recetario de doña Dominga de Guzmán. Siglo XVIII: tesoro de la cocina*, México, Conaculta.

- De la Rosa de Almazán, María Teresa (1987), *Gastronomía mexiquense*, México, Gobierno del Estado de México.
- De Ponce, F. A. (1993), *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España*, México, UNAM.
- Domínguez, G. E. (2008), *La migración y su relación con el cambio de ingredientes, técnicas y utensilios gastronómicos mazahuas en la comunidad de Santa Ana Yenshú: 1945 a 2007*, tesis de licenciatura, UAEM.
- Fabila, Alfonso y Gilberto (1951), *México. Ensayo socioeconómico del Estado*, vol. II., México, Talleres Gráficos de la Nación.
- Garrido, Isaura Manuel (1883), “Exposición agrícola ganadera e industrial de Toluca”, *La Ciudad de Toluca*, Estado de México, México, Imprenta del Instituto Literario.
- Rubín de la Borbolla, Daniel (1994), *La artesanía del alfeñique y el dulce vaciado. Tradición popular para la ofrenda de Todos Santos*, Gobierno del Estado de México, México.
- González y González Luis (1980), *Pueblo en vilo*, México, Colegio de México.
- Henning, P. (1911), “Apuntes etnográficos sobre los otomíes del Distrito del Lerma”, *Anales del Museo Nacional de México*, época III, tomo III, núm. 1-8, pp. 58-85, México.
- Herrera, Concepción (1976), *Recetario vegetariano para mejorar la alimentación familiar*, Gobierno del Estado de México, México.
- Monroy, Carolina y Gilda Montaña (2001), *Las recetas de la abuela*, México, UAEM, Colmex, Quinta del Rey.
- Montoya Garduño, Adriana Veneranda (1992), *La artesanía una tradición familiar: el caso del alfeñique en la ciudad de Toluca*, tesis de licenciatura, UAEM.
- Morales, Samuel (2000), *El sabor agrio en la cultura mazahua*, México, Biblioteca de los Pueblos Indígena, Instituto Mexiquense de Cultura.
- O’Gorman, Edmundo (1995), *La invención de América*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Pérez San Vicente, Guadalupe (2002), “Reflexiones y una teoría sobre la gastronomía mexicana”, *Patrimonio cultural y turismo. Cuadernos. Congreso sobre patrimonio gastronómico y turismo cultural en América Latina y el Caribe. Memorias*, tomo 1, México, Conaculta.

- Pilcher, J. M. (2001), *¡Vivan los tamales! La comida y la construcción de la identidad mexicana*, México, CIESAS, Ediciones de la Reina Roja y Conaculta.
- Romero, C. A. T. (2005), “El uso y manejo del agua para la agricultura en el antiguo valle de Toluca”, *Páramo del campo y la ciudad*, año 3, núm. 7, agosto, México.
- (2007), “Frailes y religiosos: sus huertos y enseñanzas agrícolas en la Nueva España”, *Territorio, agricultura y ambiente: enfoque en el siglo XXI*, México, UAEM.
- Rubín de la Borbolla, Daniel (1994), *La artesanía del alfeñique y el dulce vaciado. Tradición popular para la ofrenda “Todos Santos”*, Gobierno del Estado de México, México.
- Sahagún, Bernardino de (1980), *Códice florentino*, México, Gobierno de la República Mexicana.
- Salinas, Miguel (1965), *Datos para la historia de Toluca*, México, Biblioteca Enciclopédica del Estado de México.
- Salinas Sánchez, Gisela (1988), “Región centro: México y Morelos”, *Atlas Cultural de México. Gastronomía*, SEP, INAH, Planeta, México.
- Sánchez García, Alfonso (1976), *Toluca del chorizo. Apuntes gastronómicos*. Serie de arte popular y folklore, México, Gobierno del Estado de México.
- Sánchez, Rosita (2006), *Conversación en la cocina. Gastronomía Mexiquense*, Colección Mayor. Estado de México: Patrimonio de un pueblo, México, Gobierno del Estado de México.
- Sesto, Julio (1942), *Historia del pensamiento mexicano*, México, El Libro Español.
- Suárez, Eusebio (1979), “Toluca en 1866. Descripción de la ciudad, historia y noticias estadísticas”, *Boletín del Archivo General del Estado de México*, núm. 3, septiembre-diciembre.
- Sugiura, Yoko *et al.* (1997), *Atlas etnográfico de la cuenca alta del río Lerma*, tomo IV, México, Gobierno del Estado de México.
- Sugiura, Yoko y Maricarmen Serra (1983), “Notas sobre el modo de subsistencia lacustre. La laguna de Santa Cruz Atizapán”, *Anales de Antropología*, vol. xx, pp. 455-566, México, UNAM.
- Tamayo, J. (1962), *Geografía General de México*, México, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (Unesco) (2010), *Texto de la convención para la salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial*, <http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?pg=00022&art=art2#art2>, 6 de marzo de 2010.
- Venegas, Aurelio (1894), *Guía del viajero en Toluca*, México, Tipografía del Gobierno en la Escuela de Artes.
- Vetancurt, F. A. (1982), *Teatro mexicano*, México, Porrúa.
- Vizcarra, I. (2002), *El taco mazahua*, México, UAEM.
- Voluntariado de la Secretaría de la Contraloría del Gobierno del Estado de México (2002), *De Toluca para el mundo tres generaciones en la gastronomía*, México, La Moderna.
- Zavala, Silvio (1995), “Conversación autobiográfica con Jean Meyer”, *Historiadores de México en el siglo XX*, México, Fondo de Cultura Económica.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARTICIPATIVO EN LA COMUNIDAD DE AGUA BLANCA, ZINACANTEPEC, ESTADO DE MÉXICO

Adriana Guadalupe Guerrero Peñuelas¹

Citlali González Maya²

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) fue decretado así con el objetivo de ser conservado en su estado natural al ser representativo de una región fitoogeográfica y por el gran interés científico, además de ser la fuente hidrológica más importante de la entidad. Entre los beneficios ambientales derivados de esta área se puede destacar la captación de bióxido de carbono, la liberación de oxígeno, la infiltración de agua a los mantos freáticos, así como la regulación de la temperatura y la protección de suelos y ecosistemas por medio de sus recursos forestales.

A pesar de la protección de la que dispone actualmente, el Parque Nacional Nevado de Toluca presenta un grave proceso de deterioro ambiental producto de la deforestación, el crecimiento poblacional y el pastoreo; acciones que han provocado erosión del suelo, disminución de áreas de captación de agua, fragmentación de hábitats y abatimiento de manantiales (Protectora de bosques [Probosque], 1996).

¹ Maestra en Ciencias y profesora de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM, integrante del Grupo Académico Desarrollo ambiental y procesos de configuración territorial. Correo electrónico: adris_gp@hotmail.com.

² Licenciada en Ciencias Ambientales y becaria del proyecto Conacyt 54706. Correo electrónico: tali_0011702@hotmail.com.

Las comunidades que se encuentran dentro del parque han sido desplazadas, incluso algunas de ellas como la comunidad de Agua Blanca están definidas como altamente marginadas (Consejo Nacional de Población [Conapo], 2007). Los lugares que se habitan no son aptos para las viviendas ni la realización de ciertas actividades productivas. El ocupar estos espacios ha tenido repercusiones en la calidad de vida de la población local así como en las características y eficiencia de sus sistemas productivos. Bajo este contexto y retomando la perspectiva del desarrollo sustentable, no sería pertinente bloquear o impedir el uso de los recursos naturales por estas comunidades ni mucho menos desalojarlas; sino que mediante la incorporación de los productores al desarrollo local se consiga el uso racional de los recursos naturales permitiendo el mejoramiento de los modos de producción y el estado de los recursos.

A partir de las consideraciones anteriores, este trabajo tiene como propósito atender de forma local la problemática planteada cimentando la investigación en un enfoque teórico-metodológico participativo; esto con miras a que los productores que habitan el PNNT puedan convertirse en los protagonistas de su desarrollo social y ambiental al compartir conocimientos y adoptar elementos prácticos y aplicables del saber empírico local. La contribución de la propuesta fue aportar un diagnóstico participativo sobre la situación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en la comunidad de Agua Blanca con el fin de generar información básica que se convirtiera en sustento para gestionar ante las instancias gubernamentales apoyos para el diseño y la ejecución de proyectos viables.

La información aquí presentada se desprende de la aplicación de herramientas propias de la investigación participativa –tales como los transectos, el diálogo semiestructurado, los calendarios estacionales y la priorización por pares por resaltar algunas– a partir de las cuales se logró caracterizar tanto a la comunidad como el manejo de sus recursos, la organización local y los sistemas de producción. Con base en esta información y de manera conjunta con la comunidad, se construyó el diagnóstico, el cual permitió identificar tanto los puntos críticos como las fortalezas en los aspectos previamente referidos, ambos como factores insoslayables para establecer expectativas de mejora que promuevan el desarrollo social, económico, cultural y ecológico.

Basados en el desarrollo de esta investigación, se concluye que la realidad no es unánime y como tal debe abordarse. El deterioro y prosperidad de los recursos naturales y de los sistemas productivos dependen de factores y agentes que convergen, se conjugan e impactan de forma diferenciada. Por lo anterior, se advierte que las políticas sectoriales y de desarrollo así como los programas de apoyo no pueden ni deben ser generalistas, sino formularse una vez identificadas las particularidades tanto naturales como sociales de un territorio yendo siempre de la mano con el conocimiento social y permitir el intercambio de conocimiento entre la población, el técnico y los tomadores de decisiones.

ANTECEDENTES

El Parque Nacional Nevado de Toluca es el espacio geográfico donde se ubica la localidad de Agua Blanca. Se sitúa en la división de dos cuencas o regiones hidrológicas, la del Lerma y del Balsas. En esta última se encuentra la subcuenca Paso Ancho, lugar donde a su vez se localiza la comunidad de Agua Blanca con una latitud norte de 19° 04' 55" y 99° 50' 14" de longitud oeste. Jurisdiccionalmente la comunidad se encuentra en el municipio de Zinacantepec. Se considera como un paraje ejidal del pueblo de Santa María del Monte a una distancia de 29 km del poblado. Es manejada por los padres de familia y comandada por el comisariado ejidal.

El clima es semifrío C(E)(w2)(w) con un régimen de lluvias en verano y dos máximos de lluvia separados por dos estaciones secas. Su formación geológica se basa en brechas volcánicas, flujos piroclásticos de 60 000 años así como de lahares de 24 000 a 11 000 años, domos andesíticos y depósitos aluviales propiciando una estructura geológica con presencia de fracturas en dirección este-oeste y noreste. La comunidad se localiza entre las cotas 3 200 y 3 400 con pendientes que oscilan entre los de 0° a 30°. El tipo de suelo es andosol diferenciado por unidades como andosol úmbrico, haplico, melanic, con predominio de material conformado de limo. Su uso agrícola está condicionado a la geoforma que lo soporta con

limitaciones para las actividades agropecuarias. Debido a esto predominan las unidades de oyamel denso y otros usos no forestales con pequeñas zonas cubiertas por pino semidenso, pino fragmentado, pino denso, oyamel semidenso y oyamel fragmentado.

Según el *Conteo de Población y Vivienda* como localidad independiente, surge en el año de 1995. De acuerdo con el *Conteo de Población y Vivienda 2005*, la población cuenta con 47 hombres y 50 mujeres quienes constituyen 0.83% de la población total del PNNT, con una TMCA del 4.71% para el año 2005.

En cuanto a la dinámica económica, el sector económico que sobresale es el sector secundario, la Población Económicamente Activa (PEA) para el 2000 representó únicamente 16.88%, mientras que 40.25% se encontraba como Población Económicamente Inactiva (PEI), indicando un déficit de ingresos para sostener económicamente a sus habitantes. Aproximadamente 50% de la población recibe menos de dos salarios mínimos por trabajo.

Los bajos ingresos de las comunidades se expresan y observan en los niveles de bienestar, los cuales podemos comprender al describir las características de sus viviendas y servicios, según el *Conteo de Población y Vivienda 2005* el total de viviendas habitadas fueron 16, con un promedio de ocupantes en viviendas del 6.06 y 2.37 como promedio de ocupantes por cuarto. Los servicios públicos con los que cuenta la población son escasos ya que 56.3% no dispone de agua entubada de la red pública, abasteciéndose de otras fuentes como el ojo de agua local. Por otro lado, 62.5% de las viviendas no disponen del servicio de drenaje y sólo una vivienda contiene escusado. Respecto a la energía eléctrica ninguna vivienda posee este servicio.

El grado promedio de escolaridad en la localidad de Agua Blanca fue de 4.02 años. Casi 50% de los habitantes no completaron su educación básica, 26.80% corresponde a la población de 15 años y más con educación básica incompleta, mientras un 16.49% concierne a la población de 15 años y más sin escolaridad. Derivado de lo anterior la localidad cuenta con un grado de marginación muy alto.

LA INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA Y EL DESARROLLO LOCAL

En el mundo se está enfrentando una etapa de degradación (suelo, agua, aire, recursos forestales, etcétera) respecto a los recursos naturales; sin embargo algo que hay que resaltar es que la mayoría de los agricultores en el mundo en desarrollo se encuentran atrapados en una espiral descendente de pobreza suscitada por factores que están fuera de su control como la globalización, el colapso de los precios, el cambio climático, la vulnerabilidad frente a los desastres naturales o los entornos de comercio injusto. En tal contexto el crecimiento territorial es más exógeno, por ello el desarrollo debe ser considerado como más y más endógeno, debido a su estrecha asociación con la cultura local y con los valores que ella incluye.

Debido a los efectos desiguales en cada territorio, los gobiernos e instituciones (públicas o privadas) se han visto en la necesidad de diseñar políticas para encarar estos retos desde la especificidad de cada ámbito territorial. Se ha buscado enfoques que promuevan el desarrollo social a través del uso integral de recursos locales, técnicas, recursos humanos, culturas y redes otorgando valor a las situaciones de trabajo económicamente mixtas, de igual modo implantando reglamentos e instrucciones necesarios para promover la cooperación entre las ciudades y la economía local (Boisier, 1997). Otras formas en las que las instituciones han pretendido fortalecer la gestión y autodeterminación a nivel local es unificando la democracia participativa, la descentralización administrativa, la integración social y cultural, así como la innovación productiva que permita una mejor adecuación entre los servicios públicos y las preferencias de la población facilitando la participación ciudadana y aumentando el grado de control ciudadano sobre las acciones de los gobernantes (Alburquerque, 1999).

Se entiende claramente que para lograr el desarrollo social se necesita la participación activa de los habitantes. Respecto a esto se vislumbran diferentes enfoques entre los cuales destaca la Participación acción comunitaria, la Evaluación rural participativa y el Ordenamiento territorial comunitario como métodos participativos que forman un conjunto de herramientas conocimientos que permiten

guiar a un grupo de personas que comparten su interés en un proceso de reflexión sobre su vida práctica cotidiana para generar formas compartidas de entender el proceso de desarrollo y ser el motor para emprender acciones colectivas a favor de dicho proceso que parten del trabajo colectivo con un grupo (Comisión Nacional Forestal [Conafor], 2007). El proceso de la investigación participativa se realiza con una óptica desde dentro y desde abajo, y aunque en la actualidad las metodologías participativas son consideradas como jóvenes, se encuentran en pleno proceso de enriquecimiento y consolidación con un paquete básico de procedimientos e instrumentos que ya han probado ser operativas y eficaces (Grupo de Estudios Ambientales, 1993).

El factor decisivo para basar esta investigación en un Diagnóstico ambiental participativo es que por medio de éste se identifican los problemas ambientales existentes en la localidad de estudio, sus fortalezas, potencialidades, debilidades, y problemáticas relacionadas con el manejo de los recursos naturales, los sistemas de producción, desde la perspectiva de la comunidad, permitiendo la convergencia de los conocimientos tradicionales y empíricos de los habitantes con aquellos aportados por los ingenieros y técnicos propios y foráneos. Al final el resultado es el fortalecimiento de la capacidad de negociación de los grupos comunitarios facultándolos para establecer propuestas de acción y de políticas que respondan a los intereses y necesidades de la localidad para obtener y revertir la disminución de la calidad de vida y productividad rurales.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar un Diagnóstico ambiental participativo de la comunidad Agua Blanca con la finalidad de aportar información que guíe el aprovechamiento de los recursos naturales locales y las alternativas de desarrollo.

Objetivos específicos

- Caracterizar las prácticas de manejo de los recursos naturales y los sistemas de producción locales a partir de la participación de la comunidad.
- Identificar las fortalezas y puntos críticos asociados a las prácticas de manejo y los sistemas de producción para establecer estrategias de mejora que contribuyan al desarrollo local.

METODOLOGÍA

Nivel descriptivo

a) Trabajo de gabinete

Se realizó una caracterización previa de las condiciones sociales y económicas de la comunidad de estudio con el fin de contar con un precedente sobre la dinámica social, demográfica y económica que presenta. Para ello se procesó información estadística generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (*Conteo de Población 2005*).

La caracterización física se obtuvo por medio del análisis de mapas temáticos escala 1:50 000 ortofotos digitales y documentos de diversa naturaleza referentes al Parque Estatal Nevado de Toluca. En esta fase se identificaron los factores físico-geográficos que favorecen o limitan las actividades productivas y el desarrollo de la comunidad en general.

Nivel analítico

a) Trabajo de gabinete

Se diseñó una guía de entrevista que fue el referente para el diálogo semiestructurado; su contenido se basó en los siguientes puntos:

- Datos de registro del informante (edad, género, ocupación, escolaridad, estado civil)
- Composición sociodemográfica de la familia (número de integrantes, género, edad, escolaridad, ocupación)
- Aspectos generales de la comunidad (características y servicios de las viviendas, actividades económicas desarrolladas, nivel de ingresos, nivel de organización y problemáticas que afectan a la comunidad)
- Manejo de los recursos naturales (disponibilidad y acceso a los recursos, conocimientos locales en el manejo de los recursos)
- Sistemas de producción (clasificación de parcelas, tipo de cultivos, propiedades del ganado, comercialización, tenencia de la tierra, caracterización de prácticas productivas, insumos utilizados, acceso a mercados y problemáticas derivadas).

b) Trabajo de campo

La base para lograr un diagnóstico ambiental participativo es que la comunidad colabore activamente; condición que permite la triangulación de información desde diversos puntos de vista, cada uno representativo de diferentes sectores, y así capturar la diversidad de opiniones respecto a los problemas y las oportunidades. Para el cumplimiento de este propósito se realizaron visitas semanales a la zona de estudio. Entre las herramientas que se aplicaron se encuentran:

1. Caminata, Diagrama de corte o Transecto inicial con los dirigentes o líderes de la comunidad. Esta herramienta consistió en iniciar en el terreno una discusión

sobre las diferentes áreas (topográficas u otras) dentro de la comunidad y su zona de influencia con sus diferentes usos, problemas asociados y potenciales de desarrollo. Este diagrama puede servir de punto de partida a la discusión de alternativas ya que es muy sencillo para ayudar a la gente a expresar lo que sabe de su medioambiente; consigue completarse con información de otras fuentes.

- ¿Qué hay en cada zona (uso de la tierra, vegetación, suelo, lo relevante)?
- ¿Por qué se encuentra específicamente en esta zona?
- ¿Quién trabaja y se beneficia de estos recursos (acceso a los recursos)?
- ¿Se han dado cambios importantes en el pasado?
- Diálogo semiestructurado: Esta técnica buscó evitar algunos de los efectos negativos de los cuestionarios formales como temas cerrados, falta de diálogo o la falta de adecuación a las percepciones de las personas. La diferencia entre un diálogo y una entrevista es que se busca un intercambio. Por esto solamente se tuvo una serie de temas preparados como guía. Este diálogo se realizó con los 17 ejidatarios que conforman la comunidad tanto individual como grupal.

La información derivada del diálogo semiestructurado se enriqueció con algunas otras técnicas como:

- Mapa parcelario: es un dibujo de las parcelas donde se indica la manera en la que se utiliza el terreno (tipos, combinaciones y rotación de cultivos, abonos, plaguicidas, animales).
- Calendario estacional o calendario agrícola, el cual establece los patrones regulares de actividad. Ayudó a determinar si existen problemas ambientales agudizados u oportunidades en un año, la disponibilidad del trabajo, la calendarización de las actividades programadas, las épocas de sequía y enfermedad así como las variaciones en flujos de efectivo monetario.

Nivel complementario

a) Trabajo de Gabinete

En esta etapa se procesó e integró la información documental y de campo permitiendo explicar el porqué de ciertos procesos a partir de la visión de la comunidad y el soporte del conocimiento técnico.

b) Trabajo de campo

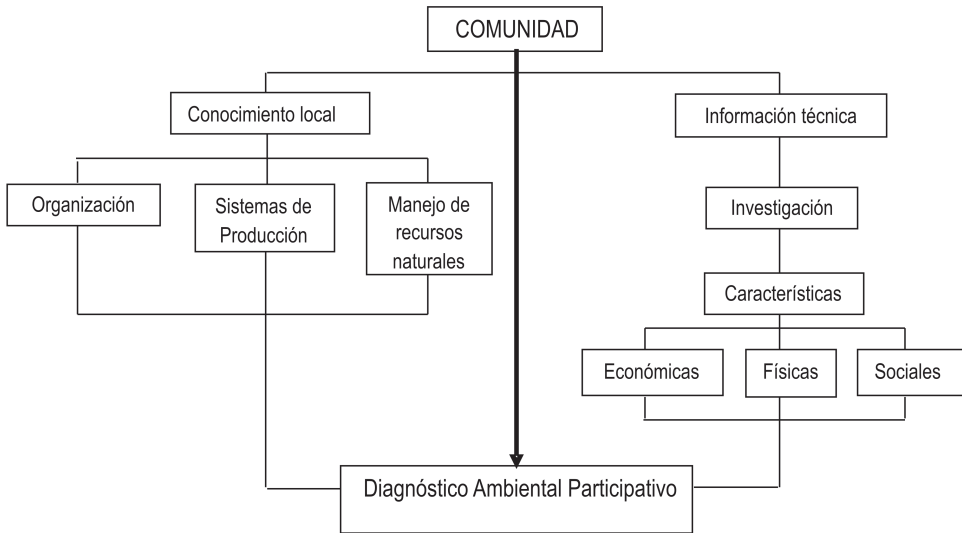
Una vez identificadas las problemáticas, sus causas y consecuencias se convocó a un taller para discutir y llegar a un consenso sobre las posibles soluciones. Parte importante del ejercicio fue presentar ante la comunidad los resultados del autodiagnóstico, el cual tuvo como finalidad proveerles de información básica como punto de partida para gestionar ante las instancias gubernamentales apoyos para el diseño y ejecución de proyectos viables que favorezcan el desarrollo social y ambiental.

RESULTADOS

Transecto de la comunidad de Agua Blanca

La caminata o transecto inicial fue realizado con la participación del delegado; a través de esta herramienta se identificaron y localizaron los principales recursos naturales, sociales y económicos de la comunidad así como algunas problemáticas y áreas de oportunidad de la misma (figura 1).

Figura 1
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

Durante el recorrido también se pudo verificar y en algunos casos actualizar la información obtenida desde fuentes formales.

Los recursos naturales de los que dispone la localidad son característicos de un área boscosa. Entre ellos destacan los cuerpos de agua capaces de dotar a la población de este recurso para realizar sus actividades domésticas como la limpieza y el aseo personal, sin embargo para la elaboración de alimentos se obtiene el líquido de un ojo de agua –ubicado en el nacimiento del río Agua Blanca– ya sea vía mangueras o por acarreo.

Dentro del polígono perteneciente a la localidad existen áreas fragmentadas de bosque encontrándose asociaciones de pino y oyamel mezcladas con sucesiones naturales de jarilla. Esta última se ha expandido contribuyendo de cierta manera a la protección del suelo; así también ha cobrado importancia como fuente adicional de alimento. La zona boscosa es parte medular del sistema económico de las familias locales al ser un área de extracción permanente de recursos naturales,

entre ellos la madera usada como combustible y las diferentes variedades de hongos y quelites, todos ellos utilizados con fines de autoconsumo y venta.

Durante la construcción del transecto, se observó un área desprovista de vegetación en la parte alta de la localidad, lo cual facilita la pérdida de material edáfico procedente de suelos frágiles, particularmente de aquellos tipo andosol. De igual forma, el pastoreo extensivo ha originado problemas de compactación de suelo, ya que en la época de estiaje el ganado pasta dentro de la zona boscosa. Con el fin de contrarrestar ambas situaciones, actualmente está un área destinada a la reforestación la cual se está llevando a cabo a través del Programa Fábrica de Agua gestionado de manera conjunta por empresas privadas e instancias gubernamentales. Sin embargo, estas acciones han sido ineficientes debido a la falta de control y monitoreo. Como ejemplo se puede mencionar que aunque hay un cercado de protección está en mal estado y no cubre en su totalidad la superficie de tal manera que la presencia de ganado bovino es común (ver imagen 1).

Imagen 1

GANADO PASTANDO EN LAS PLANTACIONES DE PINO

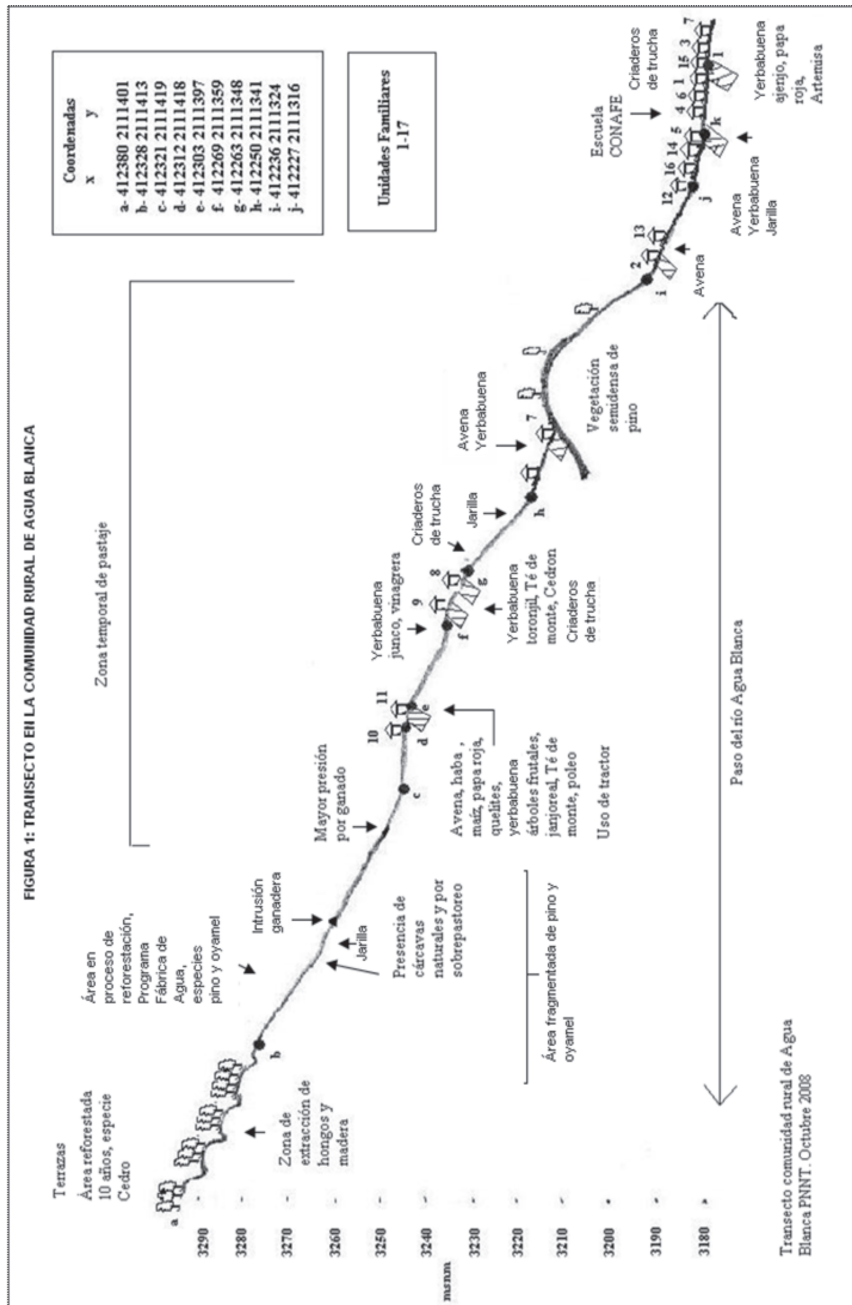


Fuente: Citlali González Maya.

En cuanto a las actividades productivas, se identificó la presencia de pequeñas parcelas dispersas a lo largo de la comunidad cuya producción es utilizada en gran medida como forraje para el ganado. En estos espacios agrícolas también se observa una presencia importante de especies frutales y medicinales. Cabe destacar que los habitantes de la comunidad en su afán de diversificar tanto sus actividades económicas como su dieta han permitido el establecimiento de criaderos de trucha, los cuales son poco productivos incluso algunos de ellos se encuentran ya abandonados.

La infraestructura con que cuenta Agua Blanca se limita a una capilla y una escuela preescolar y primaria. Éstas últimas son administradas por el Consejo Nacional de Fomento Educativo (Conafe), y aunque la mayoría de la población infantil acude a ellas algunos padres de familia prefieren enviar a sus hijos a las escuelas de localidades vecinas ya que consideran que los profesores de este organismo están poco capacitados.

Figura 2
TRANSECTO DE LA COMUNIDAD RURAL DE AGUA BLANCA



Fuente. Elaboración propia.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Cuando nos referimos a parcelas quizá venga a la mente grandes extensiones territoriales altamente productivas, pero las parcelas difieren de acuerdo con el lugar y sus circunstancias particulares tanto económicas y sociales como del medio. En la comunidad de Agua Blanca se presentan ciertas peculiaridades que hacen a las parcelas diferentes de las de otras regiones. Encontramos el hecho de que las parcelas se ubican dentro de un área natural protegida que se decreta como tal por la diversidad y estado de sus recursos naturales destacando las zonas forestales con suelos frágiles. En este sentido, la vocación natural de los suelos y sus características han restringido la actividad agrícola conduciendo generalmente a unidades de baja productividad.

De acuerdo con las personas entrevistadas, los primeros habitantes de la comunidad intentaron establecer algunos cultivos, principalmente maíz y papa, pero observaron que las condiciones físicas del medio no eran aptas. Por lo tanto la inversión era mayor que la ganancia abandonando esta actividad y dando paso a la actividad pecuaria convirtiéndose ésta última en la principal fuente de ingresos.

Actualmente, con base en su manejo las parcelas se pueden clasificar en dos: aquellas en las que se desarrolla la actividad agrícola y que están representadas por las huertas familiares y las parcelas destinadas exclusivamente a la actividad pecuaria. Las huertas familiares a su vez pueden tener dos fines:

Complemento de la actividad pecuaria

El suelo no es apto para sembrar y eso se refleja en los bajos volúmenes de producción de esta manera la agricultura se ha limitado a proveer de alimento complementario para el ganado. Esta producción adquiere gran importancia en la época de estiaje (invierno); cuando la vegetación es escasa, dirigir a los animales a pastar resulta difícil por la lejanía y las bajas temperaturas. Cuatro unidades familiares (23.52% del total de las familias) reportan esta actividad.

El cultivo predominante, y en muchos casos el único, es la avena. No obstante existe una parcela que se destaca por su diversidad agrícola en ella también se produce maíz, haba y papa roja, el primero como forraje y los dos últimos con fines de autoconsumo, asimismo cuenta con un huerto con árboles frutales y diversas herbáceas multipropósito.

El promedio de superficie cultivada es de 1 756.25 m², aunque como se observa en el cuadro 1 las superficies varían desde 300 hasta 5 000 m². Se observan diferencias marcadas en cuanto a la antigüedad en el manejo de los terrenos agrícolas, en algunos casos como el de la Unidad familiar 2 se comenzó a sembrar hace un par de años en tanto que existen otros productores con más de 10 años de experiencia.

Cuadro 1
CLASIFICACIÓN DE FINCAS

<i>Núm. de Unidad familiar</i>	<i>Tipo de cultivo</i>	<i>Superficie total</i>	<i>Tiempo que llevan sembrando</i>	<i>Maquinaria y herramienta usada</i>	<i>Cuartillos de avena usados</i>	<i>Inversión en pesos</i>	<i>Mano de obra</i>	<i>Volumen de la cosecha</i>
2	Avena	300 m ²	1 año	Azadón	3.6	43.2	Familiar	2.5 ton
7	Avena	1000 m ²	10 años	Azadón y segadora	12	144	Familiar	4 ton
10	Avena, maíz, habas, papa roja	5000 m ²	4 años	Renta tractor por hora	60	720	Familiar	8 ton
15	Avena	725 m ²	4 años	Azadón	8.7	104.4	Familiar	6 ton
Promedio		1756.25m ²	4.7 años	—	21.075	252.9	—	14.37 ton

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Diálogo semiestructurado 2008.

Como se señaló previamente, la parcela número 10 es la que se distingue tanto por su producción como por la variedad y manejo de los recursos agrícolas. Anualmente produce 8 toneladas (cantidad resultante de la suma de la producción de avena, maíz, haba y papa roja) en contraste con la parcela 2 cuya producción

asciende a 2.5 toneladas anuales. La diferencia podría explicarse en función del área de los terrenos agrícolas, el nivel de ingreso o la disponibilidad de mano de obra de las unidades familiares. No obstante, Román Orozco propietario de la parcela 10 considera que si algunas familias no siembran o no tiene resultados óptimos no es por falta de recursos sino por falta de iniciativa y dedicación ya que según su opinión “los cultivos no necesitan muchos cuidados”. Este argumento se basa en el hecho de que las parcelas se abonan con heces de vaca o borrego, insumos que no representan ningún costo porque todas las familias cuentan con algún tipo ganado. En otro aspecto la semilla de avena cuesta 12 pesos el cuartillo, la inversión anual aunque varía con la superficie a sembrar puede considerarse como baja. Una razón adicional del porqué la parcela 10 es más eficiente puede ser encontrada al remitirnos al estado civil del dueño de ésta, ya que a diferencia del resto de los productores es soltero este hecho le permite correr más riesgos en cuanto a innovaciones e inversiones. Además de ser más joven, condición de quienes tienden a ser emprendedores.

Las parcelas son pequeñas por lo cual no se precisa el uso de maquinaria pesada únicamente se usa azadón para remover la tierra durante las escardas. Mención aparte merece la unidad de producción 10 cuya extensión hace necesaria la renta de un tractor y así facilitar el trabajo.

Reservas de plantas medicinales u otras de autoconsumo

Estos espacios albergan pequeñas especies vegetales, entre las que destacan las de tipo medicinal como el té de monte, la yerbabuena, el toronjil y el ajeno. También es frecuente la presencia de papa roja y vinagrera que son utilizadas con fines alimenticios así como el junco y cedrón, cuyas hojas son empleadas en la preparación de infusiones que fungen como agua de tiempo supliendo al agua de sabor. Asimismo, se identifican algunas plantas ornamentales principalmente hortensias. Del total de unidades familiares, sólo tres cuentan con un espacio agrícola con estos elementos.

En promedio, la superficie utilizada para el mantenimiento de estas especies es de 37.06 m², que oscila entre los 20 y 70 m². El tiempo durante el cual se han cultivado es reciente ya que en ningún caso excede los tres años. La mano de obra necesaria es mínima porque, las amas de casa son quienes trabajan estas áreas y no requieren o utilizan algún insumo químico ni herramienta o equipo especial. Los ciclos agrícolas –para el caso de los cultivos de avena y maíz– inician en julio y finalizan en el mes de noviembre, aunque se observan labores desde junio y se extienden hacia enero.

Con relación a los programas gubernamentales dirigidos al sector agropecuario, según los pobladores no reciben ningún tipo de apoyo, aunque algunos informantes comentaron que dos familias cuentan con el apoyo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) por medio del programa Progan (Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apí), sin embargo la información no fue confirmada por los supuestos beneficiados.

Por otro lado, según la percepción de los productores de la comunidad las consecuencias de sembrar en zonas con vocación forestal están manifestándose; al respecto la señora María Hernández López señaló que “poco a poco disminuye la productividad”, pues a pesar de no cultivar grandes extensiones los suelos están siendo degradados.

Finalmente, de acuerdo con la producción agrícola actual se puede concluir que la zona donde se ubica la comunidad es un medio desfavorable para el cultivo agrícola rentable, pero del que dependen los productores para alimentarse y el pastoreo de su ganado con exigencias mínimas de capital y mano de obra (González, 2006).

MANEJO PECUARIO EN PARCELA

El sistema de explotación pecuaria en la comunidad de Agua Blanca es de modalidad extensiva considerada como ganadería ligada a la tierra. El método de

estabulación usado es el pastoreo, alimentación a diente. La explotación extensiva ha permitido mantener animales de baja productividad unitaria, rústicos y no seleccionados para una determinada aptitud.

La zona de explotación varía a lo largo del año. De junio a noviembre el pastoreo se realiza en el interior de la comunidad, en tanto que durante la época de estiaje –que inicia en diciembre y se prolonga hasta mayo– se introduce el ganado al bosque

Como se puede observar en el cuadro 2, 100 por ciento de las unidades familiares se dedican a la actividad ganadera, aunque en diferentes escalas evidenciando que ésta es la principal actividad en la comunidad. La especie principal son los ovinos maneja por 16 unidades familiares es decir 94.11% del total, les siguen los pollos y guajolotes registrándose en 70.5 y 58.82% de las unidades domésticas respectivamente, los bovinos están presentes en 35.29% de las familias entrevistadas y finalmente se encuentran los caballos, conejos y burros que sólo son reportados por una familia (5%).

En la comunidad, el promedio de bovinos es de 25 unidades, aunque existen diferencias muy marcadas en el número de cabezas por unidad doméstica, por ejemplo la familia 6 tiene 120 bovinos, mientras que la 5 posee sólo dos. Si se relaciona el cuadro 2 con el número de integrantes de ambas unidades domésticas y sus respectivos ingresos, se puede inferir que ambo son factores determinantes.

Las disparidades en la cantidad de ejemplares manejados crean conflictos entre los productores con más ganado y aquellos que poseen menos unidades. Los desacuerdos se derivan del libre acceso y la limitada disponibilidad de áreas usadas como pastizales ya que, los derechos de propiedad no están bien definidos y ello ocasiona que a pesar de estar reconocidas como ejido las tierras sean de uso común. La señora María Félix Lázaro demuestra su inconformidad con algunos vecinos al externar que debido al tamaño de su hato “se acaban el pasto”.

Para conocer la dinámica del crecimiento pecuario fue necesario analizar los nacimientos y muertes del ganado encontrando que el mayor grado de supervivencia lo tienen los pollos con 64%, después encuentran las vacas presentando 58.34% para este indicador, seguido de los borregos y guajolotes cuyo porcentaje de sobrevivencia se calcula en 56.36 y 28% respectivamente. Estas tendencias se deben a las prioridades establecidas por los productores, las cuales responden a factores económicos. En este sentido, el hecho de que las vacas y borregos tengan un mayor porcentaje de supervivencia no indica forzosamente que estén mejor adaptados a las condiciones físicas de la zona, sino señala una mayor preocupación de los productores por conservar aquellos animales que representan una remuneración económica mayor prestándoles más atención mediante vacunas y supervisión constante por parte de los especialistas veterinarios. En contraparte, las aves no reciben ningún tipo de cuidado, ello se ve reflejado en testimonios como el siguiente: “si un pollo enferma, lo dejamos”.

En el cuadro 3 se presentan solo cuatro especies de ganado (pollos, guajolotes, borregos y vacas) ya que su manejo es constante, lo cual permite calcular el índice de supervivencia anual con base en el número de nacimientos y muertes.

Cuadro 3

DINÁMICA DE CRECIMIENTO DEL GANADO POR UNIDAD FAMILIAR

<i>Total de unidades familiares</i>	<i>Pollos</i>			<i>Guajolotes</i>			<i>Borregos</i>			<i>Vacas</i>		
	<i>Nacen</i>	<i>Mueren</i>	<i>% de supervivencia</i>	<i>Nacen</i>	<i>Mueren</i>	<i>% de supervivencia</i>	<i>Nacen</i>	<i>Mueren</i>	<i>% de supervivencia</i>	<i>Nacen</i>	<i>Mueren</i>	<i>% de supervivencia</i>
17	12.5	4.5	64	25	18	28	11	4.8	56.36	6	2.5	58.34

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Diálogo semiestructurado 2008.

El destino de la producción pecuaria es de 90% para autoconsumo, aunque ante algún contratiempo o celebración familiar se recurre a ella como fuente alterna de ingresos. Aproximadamente 20% de las unidades familiares realizan alguna transacción con compradores (principalmente dueños o empleados de restaurantes o establecimientos de comida) que arriban a la localidad para adquirir cabezas de ganado, aunque estas ventas se realizan de forma esporádica y al menudeo.

Las constantes enfermedades del ganado se asocian a las condiciones físicas del lugar siendo las condiciones climáticas el principal factor de riesgo; las bajas temperaturas se mencionan como la principal causa de enfermedades.

Entre las enfermedades más frecuentes se encuentran los parásitos externos e internos, así como los padecimientos del sistema respiratorio y del hígado. El ganado se enferma con mayor frecuencia a finales de las sequías y principio de las heladas. El experto visita a los productores de dos a cuatro veces al año; recibe 20 pesos por borrego que atiende y de 50 a 150 pesos por vaca, suele suceder que los productores no tienen recursos económicos para cubrir el costo de la consulta y en esos casos un borrego se permuta por el servicio.

MANEJO DEL BOSQUE

El uso del bosque es generalizado y medular para la comunidad de Agua Blanca al proveer de alimentos tradicionales así como de algunos otros recursos que representan un ingreso económico, que aunque no es alto ni permanente es muy significativo para las familias locales. Los principales recursos extraídos son la leña y los hongos tanto con fines de venta como de autoconsumo. En el caso de los hongos se puede disponer de ellos durante el periodo de lluvias, mujeres y niños participan en su recolección. El uso de otros recursos forestales como las hierbas medicinales, los quelites y la tierra de monte es limitado. Tal como se observa en el cuadro 4 sólo la mitad de las unidades familiares reportan el manejo de dichos recursos.

Cuadro 4
 USO LOCAL DE BOSQUE

<i>Recurso</i>	<i>Unidades familiares</i>																
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
Hongos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Madera	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Té de monte			*		*							*					*
Tabaquillo			*	*													
Estrebo del monte				*													
Lama					*					*					*		
Chivitos					*												
Berros					*												
Trébol					*												
Techiba							*										
Toronjil												*					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Diálogo semiestructurado 2008.

Imagen 2
 ESPECIES EXTRAÍDAS DEL BOSQUE

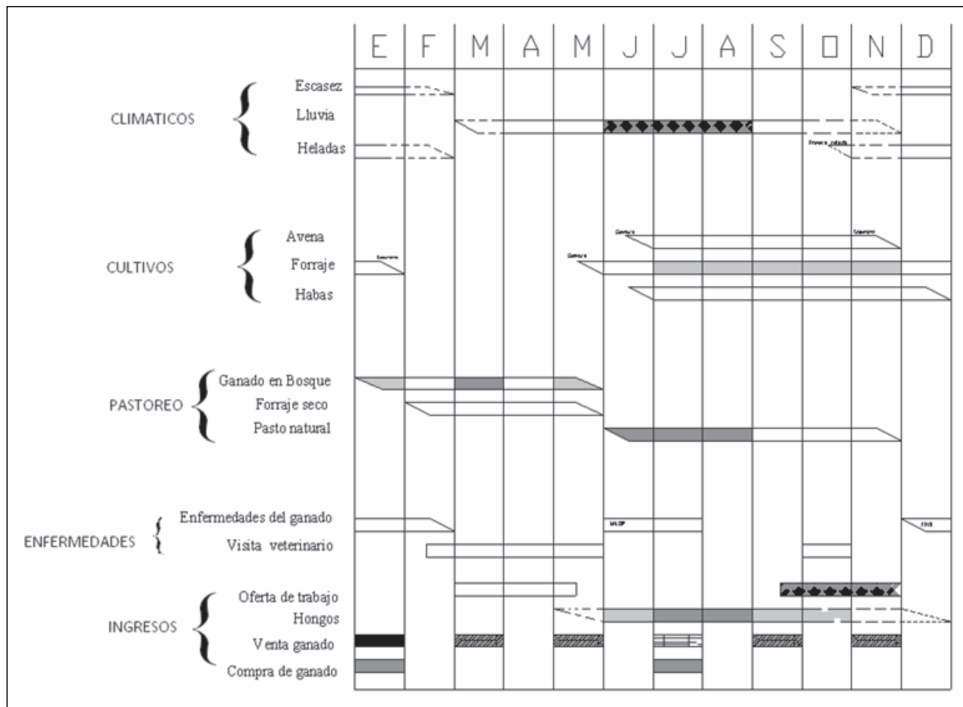


Cabe mencionar que las unidades familiares que cuentan con parcelas agrícolas han optado por sembrar algunas plantas del bosque en éstas y así facilitar su acceso a ellas.

A través de calendario estacional se pudo identificar que las actividades productivas de la localidad están en función de la disponibilidad de recursos naturales, asimismo esta herramienta permitió determinar los meses en los que se ejerce mayor presión sobre dicho recursos y el momento de año en que los factores de impulso y las limitantes relacionadas al contexto físico-geográfico tienen mayor ingerencia.

Los elementos climáticos son decisivos en la disponibilidad de alimento para el ganado, los meses de máxima disponibilidad de pasto natural son junio, julio y agosto, producto de las persistentes precipitaciones.

Figura 3
CALENDARIO ESTACIONAL



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Diálogo semiestructurado 2008.

La venta y compra de ganado varía a lo largo del año dependiendo de las circunstancias de cada unidad familiar, aunque se observa cierta tendencia a incrementar las ventas durante el mes de enero que esto responde a las festividades de navidad y año nuevo, época en la que se demanda más carne y las familias locales requieren de ciertos bienes y servicios. Asimismo, enero es

uno de los meses más fríos y con presencia de heladas causando enfermedades en las personas y el ganado originándose gastos para los servicios médicos y veterinarios. De manera general, la venta de ganado se presenta cada dos meses mientras que la compra se realiza cada seis; en general se busca incrementar de manera paulatina el hato.

La visita del veterinario es constante oscilando de tres a seis meses dependiendo de la solicitud por parte del productor, pero es indispensable al término de la época de estiaje, principio de la temporada de lluvias y al inicio de las heladas.

Para enfrenar el invierno, periodo en que la vegetación se ve disminuida, algunas unidades familiares (17.64% del total) han decidido sembrar forraje, y de esta manera asegurar el suministro de alimento para el ganado durante esta temporada. En contraparte, 15 unidades domésticas (82.36%) han optado por introducir al ganado en el bosque, los meses con presencia de ganado en la zona forestal van de enero a marzo, reduciéndose en el mes de abril y es casi nula en mayo. A pesar de que algunos productores ignoran o minimizan los impactos del ganado en el área boscosa, se observó que las zonas con mayor concurrencia de animales ya presentan problemas de compactación de suelo.

La oferta de trabajo fuera de la localidad es mayor en los periodos de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, aunque por supuesto los productores pueden emplearse o realizar trabajos esporádicos en el transcurso de todo el año. El hecho de que los productores se inserten con menor frecuencia en empleos fuera de la localidad durante el verano beneficia el desarrollo de la actividad agrícola, ya que son precisamente estos meses los que demandan mayor fuerza de trabajo. Una actividad local que se traduce en fuente de ingresos suplementaria es la recolección y venta de hongos, con auge en los meses de julio y agosto, y reduciéndose paulatinamente hacia diciembre.

Los cultivos existentes son la avena y el maíz, este último con una presencia mucho menor y considerado e incluso nombrado como forraje por su baja productividad. También se registran cultivos de habas con fines de

autoconsumo.

PROBLEMÁTICAS

Con la finalidad de identificar y jerarquizar los problemas imperantes en la localidad, se convocó a los habitantes incluyendo a las autoridades a una reunión en la cual se realizó un ejercicio de priorización por pares. Para ello se elaboró una matriz de doble entrada a partir de la cual se comparaban dos problemas de manera paralela y los productores señalaban cual consideraban prioritario resolver, esto con base en los argumentos vertidos por todos los participantes.

Los diez problemas más mencionados se muestran en el cuadro 5, y son referentes a la sostenibilidad en términos ecológicos, económicos y sociales, productividad en términos de eficiencia y trabajo así como a los modos de

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Diálogo semiestructurado 2008.

En el cuadro 6 se observa que a los habitantes de la localidad de Agua Blanca les preocupa principalmente la falta de comunicación y asesoría técnica; debido a lo poco redituable de sus actividades productivas, les gustaría contar con apoyo financiero o técnico que les permita fortalecerlas o incluso poder diversificar su economía a través de nuevos proyectos productivos que con el respaldo y guía de organismos gubernamentales, no gubernamentales o universidades sean factibles y exitosos.

Cuadro 6
VALORACIÓN DE OPCIONES

<i>Problemas</i>	<i>Número de veces preferidas</i>	<i>Rango de importancia</i>
Clima	1	9
Agua	7	4
Suelo	4	6
Deforestación	7	2
Erosión del suelo	7	3
Forraje	3	7
Residuos	2	8
Escasez recursos económicos	6	5
Organización de los habitantes	0	10
Falta de comunicación y asesoría técnica	8	1

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Diálogo semiestructurado 2008.

En orden de prioridad, la deforestación, la erosión del suelo y el recurso agua son temas que inquietan a la población. Cabe mencionar que aunque éstas fueron referidas el mismo número de veces, los lugareños pudieron priorizarlas al reconocer que no están aisladas sino que van de la mano, y por lo tanto sería importante iniciar con el cuidado del bosque evitando la deforestación con lo cual disminuiría la erosión del suelo y mejoraría la disponibilidad de agua al aumentar

la recarga de los mantos acuíferos.

Si bien es cierto que dentro de la localidad se ha dado la reforestación de zonas prioritarias, no se ha tenido un impacto importante ya que los agentes responsables de las plantaciones no pueden encargarse directamente de éstas, tal vez porque provienen de lugares lejanos o simplemente porque el único objetivo de dichas plantaciones ha sido ganar popularidad y aceptación de los grupos sociales al argumentar que se realizan acciones en pro del ambiente. Estas acciones se estiman insuficientes y hasta cierto punto inútiles, ya que sin un manejo, control y monitoreo continuo y adecuado resultan en un derroche de recursos económicos.

Seguido de estos problemas, se ubica la falta de empleo y con ello la insuficiencia de recursos económicos, lo que a su vez repercute en la escolaridad y las condiciones de salud de los habitantes de Agua Blanca. Esta situación puede conducir a una mayor explotación del bosque con el fin de extraer recursos ya no sólo para el consumo familiar sino para la comercialización a mayor escala. Además, la falta de oportunidades locales origina que la mayoría de la población, incluso en edades tempranas, recurra a la ciudad como opción de trabajo cuando su verdadera fuente de ingreso debería estar dentro de sus comunidades.

En sexto lugar encontramos el problema de los suelos, ya que al ser de tipo andosol resultan muy frágiles y no aptos para sembrar, aunque los pobladores continúan usándolos para este propósito. Derivado de lo anterior las cosechas son escasas e incluso insuficientes para alimentar al ganado anualmente, situación que genera mayor presión en el bosque pues los productores optan por llevar a los animales a pastar en esta área durante la época de estiaje.

La actividad principal es la ganadería, bajo las condiciones que se desarrolla presenta ciertas ventajas y desventajas. Entre las primeras se puede mencionar la utilización de recursos naturales no rentables (pastos, prados, rastrojeras, barbechos) y la escasa inversión de capital lo cual genera menores costes de producción. Asimismo, cuando el ganado es introducido al bosque reduce el riesgo de incendios forestales al consumir las ramas y vegetación que pudieran originarlos. Por otro lado existen inconvenientes, ejemplo de ello es la elevada

duración de los ciclos productivos, los problemas higiosanitarios, la compactación del suelo por un alto índice de agostadero, así como la falta de tipificación de las producciones, la deficiente comercialización de productos no normalizados y la oferta muy atomizada, sin dejar de mencionar las enfermedades frecuentes del ganado debido a las condiciones climáticas.

La problemática en torno a los residuos sólidos se ubica como prioridad número 8, ésta no se considera un tema central ya que los habitantes recurren a *soluciones sencillas* como quemarlos o enterrarlos produciendo la emisión de gases y contaminación de mantos freáticos.

El clima es un factor que, en comparación con la deforestación o la falta de asesoría técnica, no les preocupa a los habitantes, aunque sí se ven afectados por las variaciones estacionales de temperatura al incidir éstas directamente en la salud de las familias, muerte del ganado y afectaciones a la producción agrícola.

Finalmente, se mencionó a la organización interna como un problema a abordar debido a que existen divisiones entre los habitantes, en este sentido se reconocen dos planillas o grupos que tienen influencia en la comunidad, pero que no trabajan de manera conjunta. La falta de organización y cohesión entre los productores ha impedido el acceso a programas gubernamentales de asistencia, así también ha obstaculizado la realización de actividades a favor de la localidad.

CONCLUSIONES

Basados en el desarrollo de esta investigación se concluye que la realidad no es unánime y como tal debe abordarse, el deterioro y prosperidad de los recursos naturales y de los sistemas productivos dependen de factores y agentes que convergen, se conjugan e impactan de forma diferenciada. Por lo anterior, se advierte que las políticas sectoriales y de desarrollo así como los programas de apoyo no pueden ni deben ser generalistas, sino formularse una vez identificadas las particularidades tanto naturales como sociales de un territorio yendo siempre de la mano con el conocimiento social y permitiendo el intercambio de conocimiento

entre la población, el técnico y quienes toman las decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, Francisco (1999), "Servicios empresariales y desarrollo económico local: una reseña temática", Conferencia Forjando un sector de servicios de desarrollo empresarial moderno y eficaz en América Latina y el Caribe, Río de Janeiro, Brasil.
- Boisier, Sergio (1997), *Síntesis del desarrollo local ¿de qué estamos hablando?*, Santiago de Chile, Chile.
- Conafor (Comisión Nacional Forestal) (2007), *Plan de acción comunitario. Manual Básico*, México.
- Conapo (Consejo Nacional de Población) (2007), *Índice de marginación a nivel localidad 2005*, México.
- Grupo de Estudios Ambientales (1993), *Los procesos de evaluación participativa, una propuesta metodológica*, Instituto de los Recursos Mundiales.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005), *Conteo de población 2005*, Distrito Federal, México.
- Probosque (Protectora de bosques del Estado de México) (1996), *Apuntes para la historia forestal del Estado de México*, Toluca, México.

ÍNDICE

Colaboradores	4
Introducción	7

PRIMERA PARTE

PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS

Enfoques para el estudio ambiental en comunidades rurales	11
Metodología de la investigación ambiental. Aproximaciones sucesivas	46
El análisis del ciclo de vida: una revisión bibliográfica del método, construcción teórica y un estudio de caso	96
Diseño de un SIG para el estudio de variaciones de factores climáticos y su impacto en la producción de maíz en la región Atlacomulco, Estado de México	112
Indicadores del estado del bosque en comunidades rurales, Temoaya, Estado de México	129
Análisis de la dinámica de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Tenancingo mediante técnicas de percepción remota	147

SEGUNDA PARTE

USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES

La influencia de la modernidad occidental en el uso y manejo de los recursos naturales en la comunidad de San Pedro Nexapa, municipio de Amecameca, Estado de México	171
--	-----

Usos del agua en la cuenca de la laguna de San Miguel Almaya, Capulhuac, México. Diagnóstico y perspectivas	202
Manejo del agua en la comunidad de Santa María del Monte, Zinacantepec, Estado de México	229
Los recursos naturales forrajeros nativos utilizados en la alimentación de bovinos lecheros como mejoradores de la fermentación ruminal y reductores de emisiones de gases de efecto invernadero	265

TERCERA PARTE

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INTERVENCIÓN

Observatorio: una herramienta para caracterizar a los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) de la región oriente del Estado de México	297
Los Sistemas Agroalimentarios Localizados, una opción para el desarrollo territorial	321
Programa de manejo forestal del Cerro del Molcajete, Estado de México	339
Estrategias de gestión turística. Parque Estatal El Oso Bueno, comunidad de Santa María Tixmadejé, Acambay, Estado de México	374
Ambiente y patrimonio gastronómico del Alto Lerma: una opción para el desarrollo local (En homenaje a Alfonso Fabila Montes de Oca)	402
Diagnóstico ambiental participativo en la comunidad de Agua Blanca, Zinacantepec, Estado de México	433

COMUNIDADES Y RECURSOS NATURALES. GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL de María Estela Orozco Hernández se terminó de imprimir en mayo de 2013 en CIGOME S.A. de C.V. La edición consta de 500 ejemplares. *Cuidado de la edición:* Giovanna Miroslava Ramírez Rico. *Formación:* Elizabeth Vargas Albarrán. *Portada:* Luisa Isabel López Vázquez Salas.

Editor responsable

José Luis Arriaga Ornelas

