

La Cuenca del Lago de Cuitzeo:

**Problemática, Perspectivas y Retos
hacia su Desarrollo Sostenible**

La Cuenca del Lago de Cuitzeo: Problemática, Perspectivas y Retos Hacia su Desarrollo Sostenible

Miguel Bravo-Espinosa, Gerardo Barrera-Camacho, Blanca E. Serrato-Barajas y Trinidad Sáenz-Reyes
Campo Experimental Uruapan. CIRPAC-INIFAP

Felipe García-Oliva

Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM.

Eduardo Ríos-Patrón

Unidad de Planeación y Política Ambiental, SEMARNAT, Michoacán.

Manuel Mendoza-Cantú y Erna López-Granados

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM.

Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán, COECYT.

Primera Edición: Mayo de 2008.

D.R. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán.

Batalla de Casamata No. 66, Col. Chapultepec Sur

C.P. 58260, Morelia, Michoacán, México.

www.coecyt.michoacan.gob.mx

Coordinación General:

Dr. Ignacio Vidales Fernández

Coordinación y Vinculación Estatal del INIFAP en Michoacán. Campo Experimental Uruapan.

L.E. Pedro Mata Vázquez

Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología

Revisores Técnicos:

Dr. Gerardo Bocco.

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-UNAM. Campus Morelia.

Dr. Ken Oyama.

Centro de Investigaciones en Ecosistemas-UNAM. Campus Morelia.

Dr. Ignacio Vidales Fernández.

Coordinación y Vinculación Estatal del INIFAP en Michoacán. Campo Experimental Uruapan.

Edición:

Dr. Miguel Bravo Espinosa

D.G. Lilia Vázquez Diego

Lic. Margarita Blanco Velasco

Diseño Editorial y Formación:

L.S.C. Cindy Carbajal Colín

Diseño Gráfico de Portada:

L.D.G. Bernardette Arroyo Gaona

La Cuenca del Lago de Cuitzeo:

**Problemática, Perspectivas y Retos
hacia su Desarrollo Sostenible**

Miguel Bravo-Espinosa¹, Felipe García-Oliva², Eduardo Ríos-Patrón³, Manuel Mendoza-Cantú⁴, Gerardo Barrera-Camacho¹,
Erna López-Granados⁴, Blanca E. Serrato-Barajas¹ y Trinidad Sáenz-Reyes¹

¹Campo Experimental Uruapan, CIRPAC-INIFAP;

²Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM;

³Unidad de Planeación y Política Ambiental, SEMARNAT, Michoacán;

⁴Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM.

Presentación

En el contexto actual del cambio climático, aunado a los impactos sociales y económicos que genera el crecimiento de la población, es indispensable la búsqueda de soluciones a los problemas derivados del manejo de las cuencas urbano-rurales. En México, de acuerdo con los datos del II Censo de Población y Vivienda de 2005, 93.8 millones de habitantes se concentran en el 10% de las localidades, y en el 90% de los asentamientos sólo habitan 9.5 millones de personas. Esta concentración y crecimiento urbano genera mayores demandas de servicios y recursos, entre ellos, el agua, alimentos y materias primas para diferentes actividades económicas, principalmente terciarias. Además, las manchas urbanas frecuentemente invaden y contaminan áreas de captación y recarga de agua, tierras de cultivo y de vegetación nativa ocasionando procesos de degradación ambiental, social y económica en las cuencas ocupadas y en las comunidades rurales aledañas. La cuenca del Lago de Cuitzeo presenta esta problemática, debido al reciente crecimiento de los centros urbanos dentro de ella, principalmente la ciudad de Morelia. La degradación y uso sostenible de sus recursos naturales es un problema que requiere la participación de todos los actores en el diseño y aplicación integral de programas multisectoriales guiados bajo principios de planeación participativa. Con el fin de contribuir en esta tarea, un grupo de instituciones de la comunidad científica y de enseñanza superior, del gobierno y de la sociedad civil realizaron el Simposio: Acciones y Resultados para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán, el 8 de Octubre de 2007 en Morelia, Michoacán, con el objetivo central de promover el intercambio, discusiones plurales y de propuestas que impulsen el desarrollo sostenible de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, (Figura 1).

Durante el desarrollo del simposio, se presentaron cuatro conferencias magistrales y 104 trabajos distribuidos en los siguientes temas generales: Marco Normativo e Institucional, Conservación y Restauración de los Recursos Naturales; Actividades Económico/Ambientales Productivas; Participación Ciudadana y Divulgación de la Ciencia; Generación de Conocimiento; Gestión Ambiental,



Figura 1. Inauguración del Simposio por autoridades del Estado de Michoacán y del Municipio de Morelia.

y Problemática del Uso y Manejo del Agua (Anexo I). Consideramos que la participación de los ponentes de diferentes instituciones y disciplinas permitió una visión integral sobre los problemas de la cuenca, pero también sobre alternativas factibles de ser aplicadas. Por ello, en esta publicación, el Comité Organizador del Simposio pone a la disposición de técnicos, funcionarios, estudiantes y público en general, un análisis breve de las características y problemática de la cuenca del Lago de Cuitzeo, las principales aportaciones que se presentaron en el Simposio y algunas perspectivas futuras.

I. Caracterización General de la Cuenca

Una cuenca es un área definida por su relieve cuyas aguas fluyen hacia un mismo punto ya sea un río, lago o mar. Este espacio de captación y drenaje puede abarcar desde unos cuantos kilómetros cuadrados hasta cientos de miles. La cuenca del Lago de Cuitzeo se ubica en la parte norte de Michoacán entre las coordenadas 19° 30' y 20° 05' de latitud norte, y 100° 35' y 101° 30' de longitud oeste (Figura 2), y abarca una extensión aproximada de 4000 km². El lago y las zonas de inundación cubren alrededor de 400 km², los cuales producen varios beneficios para la región: regulan el clima de la cuenca, ofrecen sustento y hábitat a varias especies, apoyan la economía de varias comunidades aledañas que practican la pesca y la agricultura de riego. El nombre de Cuitzeo proviene de la palabra puhrépecha "cuiseo" que significa "lugar de tinajas".



Figura 2. Ubicación de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.

MEDIO AMBIENTE FÍSICO

El Lago de Cuitzeo inició su formación hace siete millones de años y mantuvo niveles profundos de agua en su centro, pero paulatinamente fue azolvado durante largos periodos de erosión. Actualmente, la profundidad promedio del lago es de un metro. Los principales tipos de roca son los depósitos lacustres que se encuentran en la parte central, y los conos de lava en la parte oeste de la cuenca. El clima de la cuenca es templado con temperatura media del mes más frío menor a 18 °C y la temperatura media del mes más caliente es superior a 10 °C. La cantidad de lluvia aumenta de las partes altas del norte hacia el sur de la cuenca.

El lago recibe agua de tres ríos principales: el Grande de Morelia, el Queréndaro y Zinapécuaro. El lago cuenta además con las aportaciones de numerosos arroyos de temporal y cuerpos termales que se localizan en la parte baja de la cuenca. Las zonas de mayor infiltración y recarga se encuentran en la parte poniente de Capula y Cuto de la Esperanza, Irapeo y la zona de Mil Cumbres (Figura 3).

En la mayor parte de la cuenca predominan los suelos arcillosos los cuales se encharcan y dificultan las labores de labranza cuando están secos o muy húmedos. Estos suelos se utilizan para la agricultura de temporal y de riego. Los suelos menos arcillosos se localizan en la parte sur, tienen vocación forestal, sin embargo, han sido utilizados para la agricultura de temporal, lo cual ha favorecido su erosión.

VEGETACIÓN Y FAUNA

Los tipos de vegetación presentes en la cuenca (Figura 4) son bosques templados, matorrales, selva baja caducifolia y vegetación acuática y subacuática. En la cuenca existen reptiles, anfibios, aves y mamíferos muchos de los cuales solamente se presentan en esta cuenca. Las poblaciones de estas especies han sido reducidas, quizá de una manera más drástica que las de la vegetación debido al cambio ambiental provocado por el hombre.

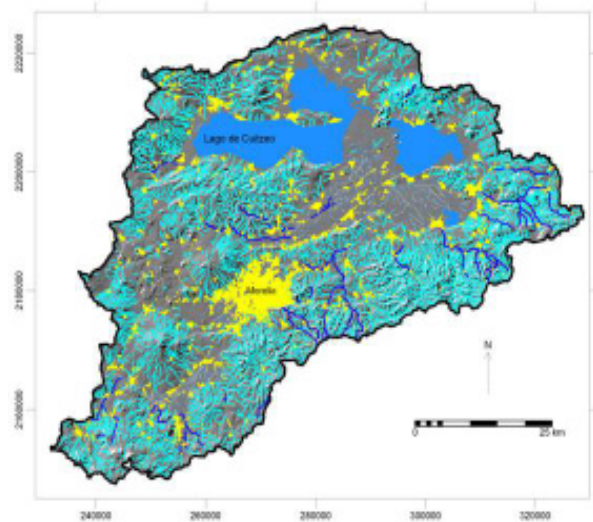


Figura 3. Hidrología y asentamientos humanos en la cuenca del Lago de Cuitzeo.

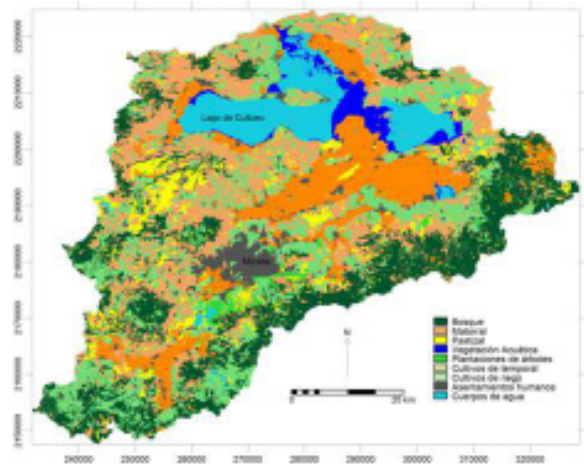


Figura 4. Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo.

SITUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA

En la cuenca se ubican parcial o totalmente 28 municipios, de los cuales 23 corresponden al estado de Michoacán y cinco al estado de Guanajuato. Dentro de la cuenca se localizan 15 cabeceras municipales: Acuitzio del Canje, Álvaro Obregón, Copándaro de Galeana, Cuitzeo del Porvenir, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Huiramba, Indaparapeo, Lagunillas, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro, Zinapécuaro y Morelia. En el año de 1970 existían 392 asentamientos humanos y en el año 2000 se incrementaron a 687 localidades. La población de la cuenca en 1970, fue de 380,787 habitantes (16 % de la población estatal), y en el 2000 alcanzó la cifra de 837,773 habitantes (22 % de la población estatal). Los municipios con mayor población son Morelia, Zinapécuaro, Tarímbaro y Cuitzeo en donde se encuentran ubicadas las ciudades con mayor población de la cuenca, incluyendo la ciudad de Morelia, el asentamiento más importante en términos demográficos y económicos.

En 1975, las principales actividades económicas que se desarrollaban en la zona de estudio fueron principalmente agropecuarias, con cultivo de granos y producción de animales, representando el 88% de la población económicamente activa, (PEA). En contraste, actualmente sólo el 30% de la PEA se mantiene en el sector primario y el resto se dedica a actividades secundarias y terciarias (70%). Una característica importante de la población que habita en la cuenca, es su tendencia a la emigración hacia la ciudad de Morelia y los Estados Unidos; por ejemplo, el 79 % de los municipios que conforman la zona tienen tasas migratorias altas.

II. Problemática Ambiental y Social

CRECIMIENTO URBANO Y CAMBIO USO DEL SUELO

La población urbana de la cuenca tuvo un incremento de 187 % en los últimos 30 años. Los asentamientos se encuentran principalmente en las tierras planas y bajas, que presentan las mejores características para la actividad agrícola. Estos asentamientos han crecido principalmente desplazando cultivos de temporal (72 %), cultivos de riego (42%) y asentamientos rurales (21%). Con base en lo anterior, se puede concluir que los factores que favorecieron el desarrollo urbano original (suelos agrícolas y agua), actualmente se encuentran sujetos a una fuerte presión por el crecimiento urbano.

La cuenca tiene una importante superficie ocupada por actividades rurales; sin embargo, la población de la cuenca es predominantemente urbana y tiende a concentrarse en 26 asentamientos. Las ciudades con mayor crecimiento relativo fueron Bocanejo, Cuto del Porvenir, San Lucas, Tarímbaro y Zinapécuaro; específicamente, 16 de los 26 asentamientos urbanos aumentaron su superficie en más del 100% en los últimos 10 años. Entre los asentamientos urbanos con mayor expansión destaca la ciudad de Morelia, que alberga el 79 % de la población urbana, ya que ha tenido un crecimiento superior al 600% desde 1960. Sin embargo, el crecimiento de las ciudades ha sido caótico, lo cual ha incrementado el nivel de riesgo y la consecuente vulnerabilidad de la población ante amenazas naturales (por ejemplo sismos e inundaciones). Aunado a lo anterior, la demanda de agua se ha incrementado generando problemas de abasto.

DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

El desarrollo económico y el intenso proceso de urbanización, asociados al crecimiento de la población, agravan los problemas sobre la disponibilidad y calidad del agua en esta zona. Los principales usos del agua en la cuenca son el agrícola y el público urbano, los cuales son cubiertos con la explotación de fuentes de agua subterránea (64 %) y superficial (36%). El municipio de Morelia acapara el 42% del agua para uso público-urbano, lo cual genera problemas de desigualdad social y espacial en la cuenca. Alrededor del 11 % de los habitantes urbanos y el 20 % de quienes habitan el medio rural no disponen de agua potable. En el sector hidro-agrícola existe una baja eficiencia en el aprovechamiento del

agua. La escasa tecnificación y el mal estado de la infraestructura para conducción y distribución reducen la eficiencia de riego a menos de 50%.

Los principales contaminantes del agua que se han identificado dentro de la cuenca son sedimentos productos de la erosión de suelo, agroquímicos, aguas negras de origen urbano y algunos productos industriales. La importancia relativa de estos contaminantes varían en las diferentes zonas dentro de la cuenca. Por ejemplo, en la parte alta (sur y este) los agroquímicos y los sedimentos producto de la erosión del suelo, son los principales contaminantes. Por su parte, los asentamientos humanos representan una fuente importante de contaminantes orgánicos y biológicos, debido a que la gran mayoría de los poblados no cuentan con plantas tratadoras y las aguas negras son vertidas a los principales ríos de la cuenca. En particular, la ciudad de Morelia representa una fuente importante de estos contaminantes. Asimismo, debido a que la industria se concentra en la ciudad de Morelia, esta también produce contaminantes de origen industrial, donde destacan los metales pesados. Por último, la zona del Distrito de Riego de Morelia-Queréndaro, además de recibir los contaminantes producidos por los centros urbanos, incorpora agroquímicos que son utilizados en las parcelas de riego. El destino final de todos estos contaminantes es el Lago de Cuitzeo que presenta un estado alarmante de degradación química y biológica. Por todo lo anterior, es importante hacer un diagnóstico de la dinámica temporal y espacial de los diferentes contaminantes dentro de la cuenca, para poder diseñar acciones que permitan la restauración de la calidad del agua dentro de la cuenca.

PROBLEMÁTICA SOCIO-ECONÓMICA

Un problema generalizado dentro de la cuenca es que las actividades primarias han sido minimizadas y poco apoyadas debido a la competencia con las actividades terciarias, concentrada principalmente en los centros urbanos de la cuenca. Esto ha ocasionado una alta tasa de emigración rural y una baja rentabilidad de las actividades pesqueras y agropecuarias; además, ha contribuido para que dentro de la cuenca del Lago de Cuitzeo, se presente una gran heterogeneidad de los niveles de desarrollo humano, ya que existen asentamientos con bajo desarrollo colindando con otros que presentan un mayor desarrollo. En la cuenca se presentan 11 municipios con un grado de marginación medio (25% de la población), mientras que el municipio de Morelia presenta un grado de marginación bajo. Por el contrario, Chucándiro, Copándaro y Huandacareo presentan un grado de marginación alto, siendo la emigración y el desempleo los problemas principales.

III. Síntesis de los temas abordados en el Simposio

Los temas abordados en los trabajos presentados durante el Simposio fueron los siguientes:

ESTUDIOS DEL PAISAJE

El mayor número de trabajos fueron enfocados a esta temática (18 trabajos), lo cual representa un esfuerzo importante para realizar la descripción de las características geográficas de la cuenca en base a la utilización de Sistemas de Información Geográfica. Al respecto, se han realizado trabajos a distinta escala, desde la cuenca completa del Lago de Cuitzeo hasta estudios a escala de municipio o subcuencas. Las temáticas presentadas fueron el desarrollo de herramientas metodológicas (por ejemplo calibración de cámaras digitales), la descripción de las principales variables ambientales (como clima, relieve, red de los principales ríos), el análisis del cambio del uso del suelo y las estimaciones de la erosión de suelo a escala de paisaje. Se puede concluir que existe mucha información de la caracterización geográfica de la cuenca realizada por diferentes instituciones de investigación.

PROCESOS HIDROLÓGICOS

Este fue el segundo tema abordado por el número de trabajos presentados (14 trabajos). Los temas tratados fueron sobre las características de los eventos de lluvias en relación a su capacidad de producir erosión del suelo, cuál es el comportamiento del agua dentro de los principales tipos de suelos, estudios sobre la erosión de suelo y cómo los sedimentos producidos son movilizados dentro de la cuenca por los principales ríos, y el estado actual de la cantidad de agua presente en los almacenes superficiales (presas y lagos) y subterráneos (mantos freático). A pesar de que se ha incrementado el interés de entender cómo se comporta el agua dentro de la cuenca, aún es necesario realizar más investigación para poder realizar mejores diagnósticos de la cantidad de agua en la cuenca y poder predecir escenarios futuros.

CALIDAD DE AGUA Y CONTAMINACIÓN

Existe un interés de estudiar cómo la calidad del agua dentro de la cuenca está siendo modificada por las actividades humanas. Se presentaron ocho trabajos en los cuales se han estado tomando muestras de los principales ríos y lagos, para ver como son las características químicas del agua y si existe evidencia de problemas de contaminación (por ejemplo por metales pesados). En general, los trabajos coinciden que la fuente más importante de contaminación es la ciudad de Morelia, pero es necesario realizar estudios más intensivos en toda la cuenca, para poder reconocer las diferentes fuentes de los distintos contaminantes presentes en las aguas de la cuenca.

DIAGNÓSTICO DE RECURSOS NATURALES

También existe un esfuerzo importante dirigido a conocer los recursos naturales de la cuenca. Se presentaron tres trabajos sobre la descripción de diferentes tipos de suelos presentes en la cuenca, así como de la estructura y dinámica de diferentes grupos biológicos. Entre los grupos biológicos más estudiados están las comunidades vegetales, algunos grupos de insectos (ejemplo mariposas), aves y mamíferos. De igual manera, se está tratando de definir cuáles son las especies que pueden servir como indicadores de perturbación. Entre estos grupos de especies se han estudiado a las mariposas, aves y murciélagos.

RESTAURACIÓN DE CÁRCAVAS

Se presentaron cuatro trabajos sobre propuestas para restaurar cárcavas, principalmente las que se presentan en la subcuenca de Cointzio. Este tipo de trabajo es un reflejo del interés de hacer investigación encaminada a la restauración de ambientes degradados.

MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

Se presentó una propuesta de zonificación con la finalidad de ofrecer elementos para la re-categorización de Zonas Protectoras Forestales en Áreas de Protección de Recursos Naturales, además se complementó con una discusión de la situación de las áreas protegidas estatales ubicadas en esta cuenca. Se consideró a la investigación participativa como elemento fundamental en el análisis de la problemática ambiental de las localidades pesqueras.

ACTIVIDADES AMBIENTALES - ECONÓMICAS PRODUCTIVAS

Se mostró una caracterización de la actividad económica, describiendo los componentes de las unidades de producción, el manejo tecnológico de los sistemas de producción y el potencial de tecnologías de producción sustentable. También se presentó un análisis sobre la respuesta de cinco genotipos de maíz bajo labranza de

conservación a compuestos exógenos aplicados como inductores de resistencia a sequía. Asimismo se probó el uso de semillas de la nueva variedad Bárcenas S2002 de trigo. Por último, el cultivo de canola se presentó como una alternativa viable para esta región, ya que tiene menor demanda de agua y el producto puede ser muy demandado por la industria aceitera a nivel nacional. En el sector forestal se identificaron las áreas potenciales para plantaciones comerciales en la cuenca, cuya superficie potencial calculada es de 24,636 ha para *Pinus pseudostrobus* y de 22,891 ha para *P. michoacana* var. *cornuta*.

Se analizaron casos de diferentes comunidades de la subcuenca de Cointzio donde existe una alta emigración, que se vinculó directamente con la forma de aprovechar sus recursos naturales. También se ilustró el caso de los pobladores de la isla de Tzirio cuyos cambios en el ambiente ha tenido impactos importantes en el medio social, ya que ellos dependen del uso del tule (*Scirpus sp.*).

PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Se presentaron las recomendaciones del Consejo Estatal de Ecología generadas a través de la participación social e institucional para definir las prioridades en las políticas públicas ambientales. De la misma forma, se hizo un análisis de la situación actual del papel de la Comisión de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, como instancia de participación que permita la resolución integral de conflictos del uso de los recursos hídricos.

Se analizó el efecto de la política pública municipal del uso del suelo urbano en la ciudad de Morelia sobre la calidad de vida de los sus habitantes (fraccionamientos en zonas agrícolas y/o de riesgo por factores naturales o antropogénicos) y cómo la sociedad civil ha enfrentado los problemas que han surgido de estas políticas.

GESTIÓN AMBIENTAL Y MARCO INSTITUCIONAL

Se dio a conocer el Proyecto “Desarrollo y Ordenamiento Ambiental por Cuencas y Ecosistemas Lerma-Chapala” en cuatro microcuencas ubicadas en Copándaro de Galeana, Marcos Castellanos, Morelia, Acuitzio, Huiramba, Erongarícuaro y Pátzcuaro. Asimismo, se dio a conocer el programa Proárbol para atacar la pobreza y los problemas del cambio climático, mediante el desarrollo de cadenas productivas utilizando la vocación propia del paisaje.

CONCLUSIONES GENERALES

Con base en las conferencias plenarias y los trabajos presentados en los diferentes temas se derivan las siguientes conclusiones generales del Simposio:

- (a) La mayoría de los trabajos se han centrado en el diagnóstico del ambiente y el estado actual de las comunidades biológicas y existen pocos trabajos que se centren en entender la dinámica de los diferentes componentes de los ecosistemas y aún menos en buscar alternativas a las condiciones de degradación que presenta la cuenca. Es importante, promover los estudios de la dinámica de los diferentes componentes del ecosistema para desarrollar bases que nos permitan hacer propuestas de manejo y de restauración en la cuenca. Asimismo, es importante promover la investigación socio-económica y su relación con el manejo del ecosistema, para poder entender cuáles son los principales factores sociales que han determinado el manejo de la cuenca y cuáles son los escenarios de uso y sus posibles alternativas de este manejo.

- (b) Existen esfuerzos de planeación participativa y coordinación institucional que se traducen en documentos básicos de orientación de la política ambiental, como es el ordenamiento ecológico regional de la cuenca del Lago de Cuitzeo; sin embargo, es preciso fomentar la generación de ordenamientos a menor escala y la implementación, seguimiento y evaluación de los ya existentes, e integrar los aspectos económico, social y ambiental en un plan rector y unificador de acciones para la cuenca en su conjunto.

IV. Perspectivas Futuras

PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Es necesario fortalecer la implementación de la Estrategia de Educación, Comunicación e Información Ambiental para Michoacán, considerando las condiciones especiales de la región de la cuenca del Lago de Cuitzeo, a fin de diseñar materiales de comunicación e información ambiental adaptados a las condiciones ambientales, sociales y económicas de cada municipio; también se debe promover la participación de cada uno de los municipios en el diseño y ejecución articulada de un programa de educación y comunicación ambiental a nivel de localidad. Para hacer operativo lo anterior, se requiere promover un programa de vinculación entre las instituciones de investigación y los municipios en aspectos de educación ambiental.

PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

A pesar de que existen esfuerzos muy importantes en investigación sobre las condiciones de los recursos naturales de la cuenca, esta investigación ha respondido a las necesidades particulares de cada grupo de investigación, ya que estos han tenido que gestionar sus propios recursos. Por otro lado, solamente una pequeña proporción de la investigación se ha publicado formalmente, lo que hace muy difícil tener acceso a las investigaciones de circulación restringida. Por último, tampoco existen proyectos a largo plazo, que considere un sistema de monitoreo continuo, que permita tener un diagnóstico sobre los cambios temporales de los principales procesos de uso de los recursos naturales que se están dando dentro de la cuenca.

Por lo anterior consideramos que sería recomendable implementar las siguientes acciones:

- a. Crear una base de datos bibliográfica de fácil acceso que permita conocer la investigación que se ha realizado y se está realizando actualmente en la cuenca.

- b. Promover el desarrollo de proyectos a largo plazo, que establezcan un sistema de monitoreo más permanente de variables ambientales y sociales relacionadas con el manejo sustentable de la cuenca. Idealmente, este tipo de sistemas debería estar conformado por diversas instituciones de investigación. Para ello, es necesario promover un órgano que permita la comunicación entre dichas instituciones y ayude a gestionar los recursos económicos para ello.
- c. Promover el desarrollo de proyectos interinstitucionales y multidisciplinarios que permitan el desarrollo de marcos conceptuales integrales, lo cual favorecerá evitar la investigación redundante dentro de la cuenca. Este tipo de iniciativas se pueden favorecer de programas nacionales de investigación tales como la Red Mexicana de Estudios Ecológicos a Largo Plazo (MEX-LTER), el Programa Mexicano del Carbono (PMC), etc.
- d. Promover el Plan Estatal de Cambio Climático acorde a la estrategia nacional de cambio climático (www.semarnat.gob.mx/queessemarnat/politica_ambiental/cambioclimatico/page/estrategia.aspx).
- e. Promover la comunicación entre los grupos de investigación con diversos sectores, tales como gubernamentales, capital privado, ejidales, que permitan un intercambio de ideas y problemáticas entre estos sectores.

MANEJO DEL AGUA

Diversos sectores sociales, académicos y políticos vienen demandando que es fundamental evaluar la operación de la política para el uso del agua en la cuenca del Lago de Cuitzeo. La base de esta demanda es para reducir la desigualdad social surgida por la escasez de este recurso. También se ha insistido en que no basta con proponer y desarrollar una política para el agua, sino que se requiere ante todo estimular y propiciar la formación de una conciencia sobre el agua, y esto es un compromiso de toda la sociedad. Las actitudes, costumbres y hábitos de cada individuo y de la sociedad en su conjunto, con respecto a la recepción, consumo, reuso y desalojo del agua, debe cambiar y reconocer la importancia de este vital líquido para sostener la vida y la paz social.

El agua para riego es una demanda permanente y en constante incremento, por ello, es prioritario aumentar la infraestructura de canales revestidos y en general mejorar la eficiencia del uso del agua en todas las unidades de riego de la cuenca. La

eficiencia de riego se puede aumentar si se moderniza la infraestructura y se aplican tecnologías como los sistemas de riego por aspersión, con apoyos de los diferentes subprogramas que la CONAGUA opera dentro de los Programas de Alianza para el Campo. Para reducir el problema de la contaminación del agua de los mantos freáticos, se debería hacer un mejor uso de fertilizantes y agroquímicos, por ejemplo aplicando la labranza de conservación y favoreciendo prácticas agroecológicas para control de plagas, y reorientando el uso de fertilizantes químicos.

Dos actividades que pueden promover un mejor manejo del agua en los centros urbanos son: (a) tratamiento y reuso del agua, y (b) incrementar el sistema de alcantarillado y drenaje pluvial. La instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales y municipales es la respuesta oficial más rezagada en la cuenca; la norma oficial establece que a partir del 1 de enero de 2000 todas las localidades con una población mayor de 50 mil habitantes deben tratar su descarga municipal. La planta de Atapaneo, que apenas trata el 60 % del caudal de aguas residuales que produce la ciudad de Morelia, es un avance, pero existe un déficit de plantas en localidades con menos de 50 mil habitantes (Figura 5). Por otro lado se deben usar las aguas tratadas en la zona de riego de Morelia-Queréndaro para diversificar la producción agrícola y para evitar la sobreexplotación de los acuíferos. La cobertura de alcantarillado en zonas urbanas y rurales es insuficiente, además se carece de colectores de agua pluvial en los centros urbanos de la cuenca. Su construcción aunque costosa redituaria grandes beneficios. El agua de lluvia podría tratarse a un bajo costo para su reuso, y además los problemas de inundación se reducirían con los colectores pluviales. La captación, almacenamiento y tratamiento del agua de lluvia a nivel domiciliario, es otra opción para aquellos hogares con escasez de agua. La lluvia es una fuente importante de agua dulce que está subutilizada en las áreas urbanas de la cuenca.



Figura 5. Megaplanta de tratamiento de aguas residuales.

El acuífero es un recurso estratégico que debe ser protegido, manejado y administrado de manera responsable y eficiente. Es urgente revisar los decretos para las zonas de reserva hidroecológica. Para preservar el equilibrio entre la extracción y la recarga de acuíferos es necesario reglamentar y conocer más este recurso, así como también es importante la actualización del padrón de los pozos de extracción. Para planificar la explotación del agua subterránea en la cuenca es necesario desarrollar más estudios sobre la dinámica de los acuíferos, como el realizado por la UNAM y la UMSNH en el cual se determinó que el sistema acuífero de la ciudad de Morelia, el cual suministra el 44% del agua potable a través de 105 pozos profundos, está sobreexplotado; el abatimiento promedio anual de este sistema acuífero es de 2.46 metros.

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

El carácter complejo de los problemas ambientales exige aplicar un enfoque integrador y holístico, más que analítico o unidisciplinario. Dado que los problemas de degradación se presentan en un espacio, altamente relacionado por flujos de materia y energía, llamado cuenca, un enfoque multidisciplinario y territorial, parece ser más adecuado, dado que no sólo se favorece la integración de datos e información proveniente de disciplinas, sino que ésta se analiza en un territorio concreto, el cual es modelado por la actividades humanas que se apropian de los recursos de la cuenca.

Uno de los ejes de la investigación en degradación de la tierra debería estar vinculado al recurso agua, por las siguientes razones: (1) permite organizar un cuerpo de investigación en relaciones agua-suelo, agua-cobertura vegetal, agua-biota, agua-usuarios, entre muchos otros; (2) este recurso se encuentra altamente afectado por las actividades humanas, a diferentes escalas, desde la parcela hasta la cuenca en su totalidad; (3) el agua permite su estudio bajo el concepto de la cuenca hidrográfica porque conecta al territorio desde el parteaguas hasta el vaso del lago.

Otro eje de la investigación en degradación de los recursos naturales es el suelo (Figura 6). Aun cuando la degradación de la tierra incluye de manera explícita al ecosistema, es razonable tomar la condición del suelo como uno de los mejores indicadores de la degradación de la tierra, porque el suelo integra diversos procesos biofísicos y socioeconómicos. En este sentido existe un avance importante con el proyecto: Degradación y restauración de suelos con enfoques participativos en la cuenca de Cointzio, Michoacán.

Por último, un eje adicional es la biodiversidad, ya que la cuenca es receptora de muchos grupos biológicos, muchos de los cuales son exclusivos de la cuenca. Asimismo, la biodiversidad ofrece una serie de servicios ambientales de los cuales dependen algunas actividades humanas, tales como producción de alimentos, calidad de aire, captura de agua, etc.

Existen varios ambientes (humedales, bosques de encino, zonas de recarga de agua) que es preciso proteger y conservar porque representan áreas que aportan servicios ambientales, tales como retención de agua, captura de carbono, mantenimiento de la biodiversidad y aspectos estéticos, para la población establecida en la cuenca y fuera de ella.



Figura 6. Degradación de los suelos de "charanda".

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

La implementación de desarrollos tecnológicos requiere de un enfoque sostenible, participativo e interdisciplinario en la solución de las demandas en la cuenca. Proponemos a los siguientes temas como prioritarios: I.- Suficiencia alimentaria (i.e. desarrollo de tecnologías para conservar

alimentos, cosecha de agua, producción orgánica, sistemas de producción agroforestal y agrosilvopastoriles, etc.); II.- Conservación y restauración de recursos naturales (i.e. conservación y rescate de acuíferos y humedales, tecnologías para el uso eficiente del agua, conservación y restauración de suelos, conservación de variedades criollas de cultivos, etc); III.- Uso de energía (i.e. uso eficiente de energía, desarrollo de tecnologías alternativas, etc.); IV.- Inocuidad alimentaria y salud pública (i.e. usos de controladores de enfermedades y plagas, programas zoonosarios del ganado, reducción de utilización de agroquímicos, etc); V.- Desarrollo sostenible de vivienda.

PRIORIDADES DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN

El marco básico para diseñar estrategias, programas y acciones requiere un enfoque que considere diferentes escalas como la microregional, regional y la nacional bajo un contexto global, y con un enfoque de subcuencas. Asimismo, la planeación del desarrollo se deberá basar no sólo en los tres órdenes de gobierno (Federal, Estatal y Municipal), sino también en los espacios de concertación y gestión comunitarios, ejidales, intermunicipales e interregionales con el fin de lograr una atención más eficaz, coordinada y validada socialmente. Además, la agenda de planeación y gestión debe necesariamente incluir los temas sociales, económicos, ambientales, políticos y culturales de forma integrada y con una visión de desarrollo humano sustentable como eje rector.

Con base en todo lo anterior, es prioritario crear un documento estratégico consensuado de las acciones y programas de desarrollo humano que se da en la cuenca de Cuitzeo. Este documento debe tomar como base y debe estar articulado con los planes de desarrollo a nivel municipal, estatal, región centro-occidente, y nacional. De esta manera, el documento permitirá definir y priorizar las estrategias, acciones y metas para llevar a cabo un programa de manejo integral de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

V. Agradecimientos

El Comité Organizador del Simposio agradece al C. Antrop. Lázaro Cárdenas Batel y a los funcionarios del Gobierno del Estado de Michoacán (Administración 2003-2007) por el valioso apoyo brindado para la realización del Simposio: Acciones y Resultados para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán. Los autores agradecen al CIGA-UNAM y al Proyecto «SEMARNAT-204-C01-304» su apoyo para la impresión de esta publicación.

VI. ANEXO I:

Trabajos presentados en el Simposio

I. CONFERENCIAS MAGISTRALES

Sánchez Díaz, G. **Un acercamiento a la historia ambiental de la cuenca del Lago de Cuitzeo.**

Ríos Patrón, E. **Política y gestión ambiental para la cuenca del Lago de Cuitzeo.**

Bocco, G. **La investigación ambiental en la cuenca del Lago de Cuitzeo: Una revisión de bibliografía publicada.**

Andrade García Peláez, G. C. **La política social en Michoacán y experiencias en la cuenca del Lago de Cuitzeo.**

II. MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

Carrillo Bañuelos, A. **Áreas de protección de recursos naturales en la cuenca del Lago de Cuitzeo: Una aportación para la actualización del régimen de protección de las zonas protectoras forestales.**

Franco Gaona, C. y L. Galicia. **Política pública y manejo de los recursos pesqueros en el Lago de Cuitzeo.**

III. CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL RECURSO NATURAL

Rodríguez-Velázquez, J., M. Martínez-Ramos, F. García, R. Velázquez, S. Arizaga, J. Martínez, R. Velásquez, M. Pérez-Pérez y S. Quijas. **Comunidades vegetales y su variación estructural y florística en la cuenca de Cuitzeo: Un análisis de su estado de conservación y aprovechamiento.**

Zepeda Castro, H., A. Gómez Tagle Rojas, J. Batlle Sales y A. Gómez Tagle Chávez. **Comunidades vegetales y su efecto sobre la erosión en cárcavas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México.**

Zepeda Castro, H., A. Gómez Tagle Rojas y Y. Chávez Huerta. **Propiedades edáficas relevantes en la presencia-ausencia de vegetación en cárcavas de la cuenca de Cuitzeo, México.**

Bravo-Espinosa, M., L. Medina-Orozco, B. Serrato-Barajas, M. Mendoza-Cantú y J. T. Sáenz-Reyes. **Características, impacto y control de cárcavas en la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.**

Martínez Toledo, A. **Restauración de suelos forestales degradados en Atécuaro, municipio de Morelia.**

Prat, C. L. Medina-Orozco y M. Bravo-Espinosa. **Impacto de lluvias sobre suelos tipo Andosol "Polvilla" cultivados bajo diferentes tratamientos agronómicos en la cuenca alta de Cointzio.**

Velázquez-Durán, R., F. García-Oliva^{1*}, M. Nava-Mendoza, S. Covadela, C. Prat y J. F. Gallardo. Efecto de la degradación de los bosques sobre la captura de C y la disponibilidad de nutrientes del suelo en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.

Sáenz-Reyes, J. T. J. Jiménez-Ochoa, M. Bravo-Espinosa y J. J. García-Magaña. Sistemas silvopastoriles: Una alternativa productiva en la subcuenca de Cointzio, municipio de Morelia, Michoacán

Utrilla Sánchez, B. S., y A. F. Gómez-Tagle R. Degradación de la red hidrográfica de la cuenca de Cointzio.

IV. ACTIVIDADES

ECONÓMICO/AMBIENTALES PRODUCTIVAS

Arreola Zarco, J. M. Caracterización económica de los sistemas de manejo de maíz para la producción sustentable en el municipio de Morelia, Michoacán.

Salgado Maldonado, A. y A. F. Gómez-Tagle R. Sistemas de producción, efectos y tipología en la cuenca de Cuitzeo.

Barrera Camacho, G. Los sistemas de producción en una comunidad de la cuenca de Cointzio: Huertitas, Michoacán.

Vidal Lagos, D. P., C. Prat, C. González Parra y E. Zapata. Estrategias de sobrevivencia: El caso de las comunidades de la microcuenca de Atécuaro, municipio de Morelia, Michoacán.

Castañeda Hernández, P.A. La vida en la Isla de Tzirio.

Cepeda Villegas, M., B. Gómez Lucatero y E. Venegas González. Respuesta de cinco genotipos de maíz bajo labranza de conservación a compuestos exógenos aplicados como inductores de resistencia a sequía.

Vallejo Delgado, H. L. Híbridos de maíz para El Bajío Michoacano.

Vallejo-Delgado, L.H., J. L. Ramírez-Díaz y R. Ramírez-Zamora. Transferencia de tecnología de semilla de maíz para El Valle Morelia-Queréndaro.

González-Iñiguez, R. M. y H. E. Villaseñor-Mir. Alternativa de transferir el uso de nuevas variedades de trigo.

Cepeda Villegas, M. A., B. L. Gómez Lucatero y E. Venegas González. Comportamiento de nueve genotipos de canola evaluados bajo riego en El Valle Morelia-Queréndaro.

Gómez Lucatero, B. L. M. A. Cepeda Villegas y E. Venegas González. Efecto del sulfato de calcio sobre el rendimiento de grano de canola bajo riego restringido.

Sáenz-Reyes, J. T. J. Anquiano-Contreras, H. J. Muñoz- Flores, F. J. Villaseñor-Ramírez, A. Rueda-Sánchez y J. J. García-Magaña. Areas potenciales para plantaciones forestales comerciales en la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.

V. PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y

DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Romero Valderrama, M. de la L. Lucha y organización por el agua en el ejido de San Antonio Coapa, municipio de Morelia, Michoacán. La construcción del capital social en torno a sus recursos.

López, E., M. Mendoza, A. Acosta y G. Bocco. Crecimiento urbano y sus consecuencias a nivel regional en la cuenca del Lago de Cuitzeo, México.

Avila García, P. y C. Buerba. Morelia: Vulnerabilidad por factores naturales y antropogénicos.

Ávila García, P. y C. Buerba. Segregación urbana y diferenciales en la calidad de vida.

Alexandre, J. L., C. Prat, I. Touzard. Las comunidades campesinas de El Pedregal y La Reunión, municipio de Huiramba, Michoacán: Hace 10 años.

Barrera Camacho, G. y P. C. Bustos Burgos. La asignación de los recursos Naturales en la comunidad de Loma Caliente municipio de Morelia, Michoacán: Un caso de participación social.

Bustos Burgos, P. C. Condiciones sociales y económicas en comunidades de la subcuenca de Cointzio, Michoacán: Efecto sobre los recursos naturales.

Ávila García, P. C. Buerba, J. Rodríguez y G. Aguado. Defensa y protección ciudadana de áreas naturales protegidas.

VI. GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Schondube, F. J., J. Quesada-Lara, L. Morales-Pérez, J. Ayala-Berdón, I. Macgregor-Fors, C. C. Zichinellí, M. Orduña-Villaseñor y K. Hernández-Tapia. Diagnóstico de la comunidad de aves y mamíferos en la cuenca de Cuitzeo: Una aproximación a la ecología de vertebrados en paisajes modificados por el hombre.

Orduña-Trejo, C., A. Gómez-Tagle Rojas y F. Hernández Mireles. La calidad del hábitat para la fauna silvestre en la cuenca de Morelia, México.

Herrera-Arroyo, M. L., I. Torres, R. Aguilar-Romero y K. Oyama. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la diversidad, estructura genética y poblacional en los encinares de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.

Urbiola-Rangel, E., K. Oyama y O. Chassin-Noria. Genética de la conservación de *Myotis velifer* asociada a cuevas en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.

Hernández-Jiménez, A., K. Oyama-Nakagawa y O. Chassin-Noria. Diversidad genética y patrones de mutación de quirópteros de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Mich.

Márquez Juárez, J. A., A. Jasso de la Rosa, M. Henry, O. Chassin-Noria, A. Hernández Jiménez, E. Urbiola Rangel y K. E. Stoner. Estructura de la comunidad de murciélagos en áreas perturbadas y no perturbadas de bosque caducifolio en la cuenca de Cuitzeo, México.

Hernández Mireles, J. F. y A. Gómez Tagle Rojas. Identificación de gremios ecológicos del orden Chiroptera en la zona sureste de la microcuenca del río Chiquito: Con potencial para servicios ambientales.

Macgregor-Fors, I., L. Morales-Pérez y J. E. Schondube. De bosques a ciudades: Efectos de la urbanización sobre las comunidades de aves de una región subtropical de montaña.

Macgregor-Fors, I., L. Morales-Pérez, J. Quesada y J. E. Schondube. Especies exóticas vs especies nativas: Efectos del gorrion común sobre la comunidad de aves nativas.

Macgregor-Fors, I., L. Morales-Pérez y J. E. Schondube. Efecto del tamaño de asentamientos urbanos sobre las comunidades de aves de la cuenca de Cuitzeo.

López Flores, V. H., I. Macgregor-Fors y J. E. Schondube. Depredación de nidos artificiales en un gradiente urbano Neotropical.

Bahena-Juárez, F., y R. Peña-Martínez. Contribuciones para el conocimiento de la biodiversidad de insectos parasitoides en El Valle Morelia-Queréndaro, Mich.

Peña-Martínez, R., G. García Coapio y F. Bahena Juárez. Coccinélidos (Coleoptera) depredadores de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Ortega Murillo, M. del R., I. Israde Alcantará, R. Alvarado Villanueva y M. Ojeda Arredondo. Las algas, su composición y abundancia en el Lago de Cuitzeo desde 1976 al 2002.

Gómez-Tagle Ch., A., H. Zepeda C. y A. F. Gómez-Tagle R. Aerofotografía, fotogrametría digital y planeación de vuelos en el laboratorio de suelos INIRENA-UMSNH: Ejemplo de tres áreas clave en la cuenca de Cuitzeo.

Gómez-Tagle Ch., A., A. F. Gómez-Tagle R., H. Zepeda C., J. R. Pureco y M. T. Jasso A. Calibración empírica de cámaras digitales no métricas y extracción de modelos digitales de elevación: Aplicación en fotogrametría de rango cercano.

Gómez-Tagle R., A. F., A. Amador G. y A. Gómez-Tagle Ch. Características climáticas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán y sus relaciones con la red hidrológica.

Ramírez Lynn, J., y A. F. Gómez-Tagle R. Caracterización de la red hidrológica de la subcuenca Mil Cumbres en la cuenca de Cuitzeo, Mich.

Gómez-Tagle Ch., A., A. F. Gómez-Tagle R., H. Zepeda-Castro y O. Felipe. Infiltración y bioturbación: Efecto de las tuzas sobre la conductividad hidráulica saturada de campo.

Mariano-Domínguez, F., A. Gómez-Tagle Ch. y A. F. Gómez-Tagle R. Análisis morfométrico de las subcuencas de Los Azufres-Mil Cumbres.

Mendoza Cantú, M. E., E. M. López Granados, V. Salinas Melgoza y D. Geneletti. Análisis multi-temporal de cambio de la cobertura vegetal y del uso de suelo en la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Guevara Santamaría, M. A. y A. Gómez Tagle Chávez. Generación de cartografía con enfoque hidrogeomorfológico y cobertura del suelo en la subcuenca de Umécuaro mediante SIG.

García-Oliva, F., M. Bravo-Espinosa, C. Prat, M. Mendoza, L. Medina-Orozco y B. Serrato-Barajas. Bases para el diseño de un sistema de monitoreo de la dinámica hidrológica de la cuenca de Cointzio, Michoacán, México.

Gómez-Tagle Ch., A., A. F. Gómez-Tagle R. y H. Zepeda C. Cuantificación y análisis de erosión hídrica mediante fotogrametría digital de rango cercano.

Díaz Fernández, E. y A. Gómez-Tagle Rojas. Interceptación pluvial por plantaciones de *Pinus michoacana*, encinar y pastizal en la zona baja de la cuenca hidrográfica de Cointzio, Michoacán.

Villanueva Villanueva, L., Y. Chávez Huerta, X. Madrigal Sánchez y H. Zepeda Castro. Vegetación ribereña del Arroyo Tiquio en la cuenca de Cuitzeo, México.

Zepeda Castro, H., A. Gómez Tagle Rojas y J. Batlle Sales. Composición y estructura de las comunidades vegetales en cárcavas de la cuenca de Cuitzeo, México.

Díaz Fernández, E., y A. Gómez-Tagle Rojas. Evaluación de la pérdida de suelo utilizando lotes de escurrimiento en la subcuenca de Cointzio, cuenca de Cuitzeo Michoacán.

Mariano-Domínguez, F. y A. F. Gómez-Tagle Rojas. Evaluación de los grados de erosión presentes en los diferentes usos del suelo en la subcuenca de la presa Cointzio, Mpio. de Morelia, Michoacán, México.

Gómez-Tagle Ch., A., A. F. Gómez-Tagle R., M. Guevara S., O. Felipe C. y F. Mariano D. Infiltración y conductividad hidráulica saturada en un Acrisol ortico de la cuenca de Cuitzeo; relación con la porosidad y la cobertura vegetal.

Zepeda Castro, H., A. Gómez Tagle Rojas, J. Batlle Sales y A. Gómez Tagle Chávez. Construcción de un simulador de lluvia de bajo costo para ensayos de erosión en superficies pequeñas aplicado a cárcavas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México.

Gómez-Tagle Ch., A., J. A. Gutiérrez Gneccchi, A. F. Gómez-Tagle R., J. Batlle S., H. Zepeda C. y M. Guevara S. Infiltrómetro portátil de carga constante y anillo sencillo automático digital

Bravo-Espinosa, M. B. Serrato-Barajas, L. E. Fregoso-Tirado y L. Medina-Orozco. Evaluación empírica de la técnica de reflectometría de dominio temporal (TDR) para medir humedad volumétrica en dos suelos de origen volcánico de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.

Fregoso-Tirado, L. E., J. A. Gutiérrez-Gneccchi, M. Bravo-Espinosa, B. E. Serrato-Barajas y L. Medina-Orozco. Avances de desarrollo y validación de un transductor para medir humedad volumétrica en el suelo.

López, E., G. Bocco y M. Mendoza. Efectos de la emigración en los procesos de cambio del paisaje en la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuentes-Junco, J., L.F. Alvarado-Ramos, E. López, M. Mendoza-Cantú, A. Saldaña-Espejel y V. Salinas-Melgoza. Análisis hidrico y morfométrico del municipio de Morelia para el ordenamiento ecológico territorial.

Guevara Sánchez, R., J. Fuentes Junco y F. Alvarado Ramos. Cambio de cobertura y uso del suelo asociado al manejo de recursos en dos cuencas del municipio de Morelia, Mich.

Alvarado-Ramos, L. F. y J. Fuentes-Junco. Análisis de la cobertura actual de las ANP's: El caso del municipio de Morelia, Michoacán.

López, E., M. Mendoza, G. Bocco y V. Salinas. Procesos de cambio de cobertura y uso del terreno: Caso de estudio en el municipio de Morelia, Michoacán.

Velarde, V., E. López, M. Mendoza y G. Bocco. Procesos de cambio de cobertura y uso del terreno: Caso de estudio en el municipio de Tarimbaro, Michoacán.

Alcalá de Jesús, M., C. Prat, A. Ramos Ramirez, C. Hidalgo Moreno, A. Cabrera González, V. H. Garduño Monroy. Procesos de formación en suelos al sureste de la subcuenca de Cointzio.

Cabrera-González, A., J. M. Ayala-Gómez y L. Medina-Orozco. Suelos de la porción sur de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México.

Ramos-Ramírez, A., M. Alcalá de Jesús, A. Cabrera-González y C. Prat. Distribución de las características físicas y químicas de los suelos de la microcuenca de Umécuaro.

Susperregui, A. S., N. Gratiot, M. Esteves, C. Duwig y C. Prat. El funcionamiento hidro-sedimentario de la Presa de Cointzio.

Prat, C., A. Márquez y M. Esteves. Estudio batimétrico de La Presa de Cointzio y de Umécuaro.

Medina-Orozco, L., M. Bravo-Espinosa y C. Prat. Impacto de lluvias fuertemente erosivas sobre un suelo agrícola arcilloso "Charanda" (Acrisol) en la cuenca alta de Cuitzeo, Michoacán.

Bedolla-Ochoa, C., A. Cabrera-González, C. Prat y L. E. Medina-Orozco. Dinámica de la erosión en una cárcava en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México.

Bravo-Espinosa, M., C. Prat, L. Medina-Orozco y B. Serrato-Barajas. Variación de la tensión de humedad bajo el sistema tradicional de "Año y Vez" en un suelo de "Charanda", cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.

VII. GESTIÓN AMBIENTAL

Ríos-Patrón, E., y T. M. Hernández-García. Proyecto Desarrollo y Ordenamiento Ambiental por Cuencas y Ecosistemas Lerma-Chapala.

Acosta Villegas, M. A., R. Aguirre López y A. Torres García. Ordenamiento ecológico del territorio: El caso de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Aguirre López, R., M. A. Acosta Villegas y A. Torres García. Gestión del ordenamiento ecológico de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Rendón Barragán, F. Y. y M. L. Cardoso Lemus. Recomendaciones del Consejo Estatal de Ecología para la cuenca del Lago de Cuitzeo.

López Castro, F. J. La Comisión de Cuenca del Lago de Cuitzeo: Aciertos y desaciertos.

Vargas Uribe, G., H. Merlos Aritzmendi, A. Topete Betancourt, A. Santos Contreras, J. C. Carrillo Amezcua^{1*}. Perspectivas de solución a los problemas ambientales de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Méndez de Martínez, Y. M. y A. N. Martínez García. El enfoque de sistemas coevolutivos como marco referencial para lograr la sustentabilidad de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Ortiz-Paniagua, C.F., C. L. Navarro Ch., H. García y J. O. García G. Los recursos naturales en la competitividad y sustentabilidad de la región centro de Michoacán.

López, E., M. Mendoza, J. Fuentes Junco, V. Salinas, A. Saldaña, F. Alvarado, V. Garduño y G. Bocco. Elaboración e instrumentación de un modelo de ordenamiento ecológico territorial para el municipio de Morelia: Caracterización y diagnóstico.

Alvarado-Ramos, L. F., J. Fuentes-Junco, E. López, A. Mendoza-Saldaña-Espejel y V. Salinas-Melgoza. Vegetación, flora y fauna para el ordenamiento territorial del municipio de Morelia.

Cerda Gil, E. El programa ProArbol de la Comisión Nacional Forestal.

VIII. PROBLEMÁTICA DEL USO Y MANEJO DEL AGUA

Mathuriau, C., S. Herrejón y M. Maass. Diagnóstico de la calidad biológica y físico-química del agua de los ríos de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Avila García, P. y C. Buerba. Pobreza urbana y conflictos por el acceso al agua.

Barajas Mendoza, G., R. Zarazúa Sánchez y E. Fuentes Rodríguez. Acciones y resultados del programa de rehabilitación y mantenimiento del Lago de Cuitzeo.

Rodríguez-Castro, J. A., R. Ruiz-Chávez y R. García-Acevedo. Simulación hidrológica de la cuenca del Lago de Cuitzeo, con apoyo de un sistema de información geográfica.

Cram, S., I. Sommer, C. Ponce de León, I. Israde, C. Mathuriau, C. Díaz y V. Becerra. Identificación de fuentes de metales en el Lago de Cuitzeo.

Arredondo, A. y R. Guzmán. Análisis de la infraestructura básica en aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Rodríguez-Castro, J. A., J. J. Silva-Corona, R. García-Acevedo y R. Ruiz-Chávez. Disponibilidad de las aguas subterráneas en El Valle Morelia-Queréndaro.

Rodríguez Castro, J. A., R. García Acevedo y R. Ruiz Chávez. Simulación del impacto de las descargas de agua residual en el Río Grande de Morelia.

Barboza Ornelas, F. J. Planta Potabilizadora de Morelia, Michoacán.

Ojeda Torres, F., y C. E. Bravo Nieto. Estudio histórico-técnico sobre las inundaciones y el saneamiento del valle de Morelia, 1868-1935.

Amador García, A., A. Gómez-Tagle Ch., J. E. Pintor A., H. Zepeda C. y J. A. Salgado. Riesgo de inundación en sector poniente de Morelia, generación de escenarios virtuales mediante SIG, topografía detallada y simulación de eventos.

Chacón-Torres, A., C. Rosas-Monge y M. B. Rendón-López. Deterioro de la zona de humedal en el Lago de Cuitzeo por descargas de agua residual.

García-Oliva, F., C. Prat, M. Bravo-Espinosa, R. Velázquez-Durán, M. Nava-Mendoza y L. Medina-Orozco. ¿El manejo agrícola afecta la química del agua? El caso de la cuenca de Cointzio, Cuitzeo, Michoacán.

Gómez-Lucatero, B. L., M. A. Cepeda-Villegas y E. Venegas-González. Silicato de potasio para optimizar el agua de riego en el cultivo de canola.

VII. Anexo II: Directorio de Instituciones

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

ING. LUIS JUAN MARTÍNEZ ARMAS

DELEGADO FEDERAL

Periodista Bustamante No. 222. Col. José Ma. Bustamante. C.P. ,
8190. Morelia. Mich., (443) 322-6001

luis.martinez@semarnat.gob.mx

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO (UMSNH)

M.C. TOHTLI ZUBIETA ROJAS

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA

Ciudad Universitaria, Edificio "R", (443) 3-16-74-12.

tzubieta@zeus.umich.mx

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO (UMSNH)

ING. RAMIRO GUZMÁN RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Ciudad Universitaria, Edificio "R"

(443) 3-16-72-05 y (443) 3-16-73-59

ramiro_gr2@hotmail.com

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO (UMSNH)

M.C. JAVIER ALVARADO DÍAZ

DIRECTOR DEL INIRENA

Av. San Juanito Itzicuaró s/n. Col. San Juanito Itzicuaró. C.P. 58330 ,
Morelia Mich.

(443) 3-27-23-50 y (443) 3-27-23-51

jadiaz@zeus.umich.mx

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL EN EL ESTADO (SEDESO)

LIC. SELENE LUCIA VÁZQUEZ ALATORRE

SECRETARIA

Av. Acueducto N° 60 col. Centro C.P. 58000. Morelia. Michoacán
(443) 3-13-70-88

svazqueza@michoacan.gob.mx

CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (COECYT)

L.E. PEDRO MATA VAZQUEZ

DIRECTOR GENERAL

Batalla de Casa Mata No. 66. Col. Chapultepec Sur. C.P. 58260

(443) 3-24-90-80

COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO (COFOM)

DR. ALEJANDRO MÉNDEZ LÓPEZ

DIRECTOR GENERAL

Justo Mendoza Lote 11, Bosque Cuauhtémoc, Colonia Centro,
CP. 58000

(443) 3-12-30-26 y (443) 3-12-37-42

cofom@michoacan.gob.mx

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)

DR. KEIR FRANCISCO BYERLY MURPHY

DIRECTOR DEL CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN

PACÍFICO CENTRO

Parque Los Colomos s/n. Col. Providencia, Guadalajara, Jal.

(33) 36-40-33-17 y (33) 36-41-07-72

byerly.keir@inifap.gob.mx

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)**
DR. IGNACIO VIDALES FERNANDEZ
DIRECTOR DE COORDINACIÓN Y VINCULACIÓN EN EL
ESTADO DE MICHOACÁN
Av. Latinoamericana No. 1101, Col. Centro, Uruapan, Mich.
(452) 5-23-73-92 y (452) 5-24-04-23
vidales.ignacio@inifap.gob.mx

**SECRETARIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO EN EL
ESTADO SEDAGRO**
MTA. MARIA DEL CARMEN TREJO RODRIGUEZ
SECRETARIA
Blvd. Arriaga Rivera No. 811, Col. Nueva Chapultepec, Morelia, Mich.
(443) 3-15-14-92 y (443) 1-13-47-00
agricultura@sedagro.michoacan.gob.mx

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
(SAGARPA)**
ING. ALEJANDRO ZUÑIGA CAMACHO
DELEGADO ESTATAL
Av. Ventura Puente No. 359, Col. Chapultepec Norte, Morelia, Mich.
(443) 3-14-36-99
c_social@mch.sagarpa.gob.mx

COMISIÓN NACIONAL FORESTA (CONAFOR)
ING. SALVADOR MORENO GARCÍA
GERENTE REGIONAL
REGIÓN IV BALSAS
Periférico Independencia No. 4193, Col. Ana María Gallaga, C.P.58190
(443) 3-08-13-03
smoreno@conafor.gob.mx

COMISIÓN NACIONAL FORESTA (CONAFOR)
ING. SALVADOR HERNÁNDEZ DIOSDADO
ENLACE ESTATAL DE LA CONAFOR EN MICHOACAN
Periférico Independencia No. 4193, Col. Ana María Gallaga, C.P.58190
(443) 3-08-17-13
shernandezd@conafor.gob.mx

UNAM-CAMPUS MORELIA
DR. ALBERTO KEN OYAMA
DIRECTOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN
ECOSISTEMAS
Antigua Carretera a Pátzcuaro Núm. 8701, Col. Sn. José de la
Huerta, Morelia, Michoacán, C.P. 58190
(443) 322-2704
akoyama@oikos.unam.mx

UNAM-CAMPUS MORELIA
DR. GERARDO BOCCO
DIRECTOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN
GEOGRAFIA AMBIENTAL
Antigua Carretera a Pátzcuaro Núm. 8701, Col. Sn. José de la
Huerta, Morelia, Michoacán, C.P. 58190
(443) 322-2834
gbocco@ciga.unam.mx

IRD
DR. CHRISTIAN PRAT
COORDINADOR DEL PROGRAMA DESIRE DEL INSTITUTE DE
LA RECHERCHE POUR LE DEVELOPPMENT
Antigua Carretera a Pátzcuaro Núm. 8701, Col. Sn. José de la
Huerta, Morelia, Michoacán, C.P. 58190
Christian.Prat@ird.fr
prat@ird.fr

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL ESTADO DE
MICHOACAN (CIDEM)**

M. C. GUILLERMO VARGAS URIBE

DIRECTOR

Calzada Juárez No. 1446, Col. Villa Universidad, Morelia, Mich.
(443) 3-26-80-12
gvargas_cidem@michoacan.gob.mx

CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA (COEECO)

LIC. ZABEL PINEDA ANTÚNEZ

PRESIDENTA

Av. Universidad 1234, Col. Villa Universidad, Morelia, Mich.
(443) 3-27-39-36 y (443) 3-27-45-75
zcpine@hotmail.com

**COMISIÓN DE PESCA DEL ESTADO DE MICHOACAN
(COMPESCA)**

BIOL. GUSTAVO BARAJAS MENDOZA

ENCARGADO

Av. Ventura Puente, Morelia, Mich., C.P. 58280
(443) 3-40-61-05

SECRETARÍA DE URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE (SUMA)

M.C. CATALINA ROSAS MONGE

SECRETARIA

Escarcha 272, Fracc. Prados del Campestre, C.P. 58270, Morelia,
Mich.
(443) 3-14-06-45 y Fax: 3-24-84-00
suma@michoacan.gob.mx

**ORGANISMO OPERADOR DE AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO DE MORELIA (OOAPAS)**

ING. JUAN LUIS CALDERÓN HINOJOSA

DIRECTOR GENERAL

Av. Acueducto No. 1896, Col. Chapultepec Norte, Morelia, Mich.
(443) 1-13-22-00

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

M. C. RUBÉN GARCÍA TLAPAYA

DIRECTOR

km 6.5 Carretera Morelia-Salamanca, Col. Los Angeles, C.P. 581000,
Morelia, Michoacán
(443) 3-21-12-12 y (443) 3-21-12-13
tecvalledemorelia@yahoo.com

SERVICIOS INTEGRALES EN ECOSISTEMAS (SERINE, SC)

DR. ALFREDO AMADOR GARCÍA

DIRECTOR GENERAL

Nicolás Zapata 214 , Fracc. Jardines de Torremolinos, Morelia, Mich.
Tel /Fax: (443) 3-08-50-09
serine.sc@gmail.com

Editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

Se terminó de imprimir en el mes de Mayo de 2008, en los Talleres Gráficos de Fondo Editorial Morevallado, S.R.L. de C.V., ubicados en la Calle de Tlalpujahua No. 445, Col. Felicitas del Río, Tel. 327-68-81, Morelia, Michoacán.

La edición estuvo al cuidado de la Subdirección de Difusión y Comunicación del COECyT, en su composición se utilizó tipografía Blue Highway y se imprimió en papel bond de 90 grs.

El tiraje constó de 500 ejemplares.