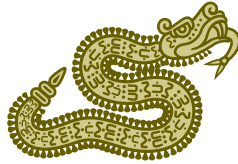




CONOCER PARA CONSERVAR:
ESTUDIOS DE LA DIVERSIDAD BIOCULTURAL EN
COATETELCO, MORELOS

Alejandro García-Flores
Hortensia Colín-Bahena
Juan Manuel Rivas González
(coordinadores)

Universidad Autónoma del Estado de Morelos



CONOCER PARA CONSERVAR: ESTUDIOS DE LA DIVERSIDAD BIOCULTURAL EN COATEPELCO, MORELOS

Alejandro García-Flores
Hortensia Colín-Bahena
Juan Manuel Rivas González
(coordinadores)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE
INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS
UAEM



Escuela de Estudios
Superiores del

Jicarero
U A E M

Conocer para conservar : Estudios de la diversidad biocultural en Coatetelco, Morelos / Alejandro García Flores, Hortensia Colín Bahena, Juan Manuel Rivas González, (coordinadores). - - Primera edición. - - México : Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2024.

323 páginas : ilustraciones

ISBN **978-607-8951-62-8**

1. Coatetelco (Morelos) 2. Biodiversidad 3. Conservación de la biodiversidad – Coatetelco (Morelos)

LCC

QH107

DC 574.5097249

Esta publicación fue dictaminada por pares académicos bajo la modalidad doble ciego.

Conocer para conservar: Estudios de la diversidad biocultural en Coatetelco, Morelos
Primera edición, octubre de 2024

D. R. 2024, Alejandro García-Flores, Hortensia Colín-Bahena, Juan Manuel Rivas González (coordinadores)

D. R. 2024, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México
publicaciones@uaem.mx
libros.uaem.mx

ISBN digital: 978-607-8951-62-8
DOI: 10.30973/2024/conocer_conservar

Corrección de estilo: Irani Larios Baltazar
Diseño y formación: Tigram Contreras
Diseño de portada: Tigram Contreras
Fotos de portada: Topiltzin Contreras, J. Macedonio, C. A. Beltrán-Colin

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Hecho en México

CONTENIDO

Presentación. Conocer para conservar: estudios de la diversidad biocultural en Coatetelco, Morelos Alejandro García-Flores, Hortensia Colín-Bahena y Juan Manuel Rivas González	7
I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco María Eugenia Bahena Galindo, Yakin Acosta García, Ramón Carlos Bustamante Ramírez y Jorge Alberto Viana Lasas	19
II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural Jairo Macedonio Flores	47
III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco Migdalia Díaz Vargas, Judith García Rodríguez y Elsay Arce Uribe	67
IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas Juan Manuel Rivas González, Humberto Mejía Mojica, Liliana González Flores, Humberto Cambranis Miñon y Topiltzin Contreras-MacBeath	93
V. Aves de Coatetelco Fernando Urbina Torres, Alejandro Meléndez Herrera y Topiltzin Contreras-MacBeath	135

VI. Diversidad de mamíferos de Coatetelco	187
Ana Luisa Ortiz Villaseñor, Marco Antonio Lozano García y Marcelino Servín Jiménez	
VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional	213
Hortensia Colín-Bahena, Alejandro García-Flores, Columba Monroy-Ortiz y Carlos Beltrán-Colín	
VIII. Aportes de los huertos frutícolas tradicionales a la conservación de la diversidad biocultural de Coatetelco	239
Mireya Sotelo Barrera y Rafael Monroy Martínez (†)	
IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego	255
Nohora Beatriz Guzmán Ramírez, Gwendoline Miranda Miranda y Jairo Macedonio Flores	
X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental	277
Efraín Tovar-Sánchez, Patricia Mussali-Galante, Alexis Joavany Rodríguez-Solís, María Luisa Castrejón-Godínez y Leticia Valencia-Cuevas	
Perspectivas y comentarios finales	305
Alejandro García-Flores, Hortensia Colín-Bahena y Juan Manuel Rivas González	
Semblanzas de autores	311

PRESENTACIÓN



CONOCER PARA CONSERVAR: ESTUDIOS DE LA DIVERSIDAD BIOCULTURAL EN COATETELCO, MORELOS

*Alejandro García-Flores¹ *Hortensia Colin-Bahena¹ y Juan Manuel Rivas
González²*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, ²Escuela de Estudios Superiores del
Jicarero, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: ortencia.colin@uaem.mx

El contexto

La presente obra se pone a consideración del pueblo náhuatl del sur poniente de Morelos, incluyendo a la comunidad de Coatetelco, como un argumento más para la defensa de su territorio que alberga la diversidad biocultural, la cual debe conservarse para la permanencia de este importante grupo social. El objetivo de la edición del libro es reunir algunos de los trabajos realizados en la zona, tanto con el enfoque de las ciencias naturales como de las sociales, para contribuir a la documentación de los recursos naturales y los saberes asociados a estos, que pueden ser la base del programa de manejo de la biodiversidad local y regional. El análisis



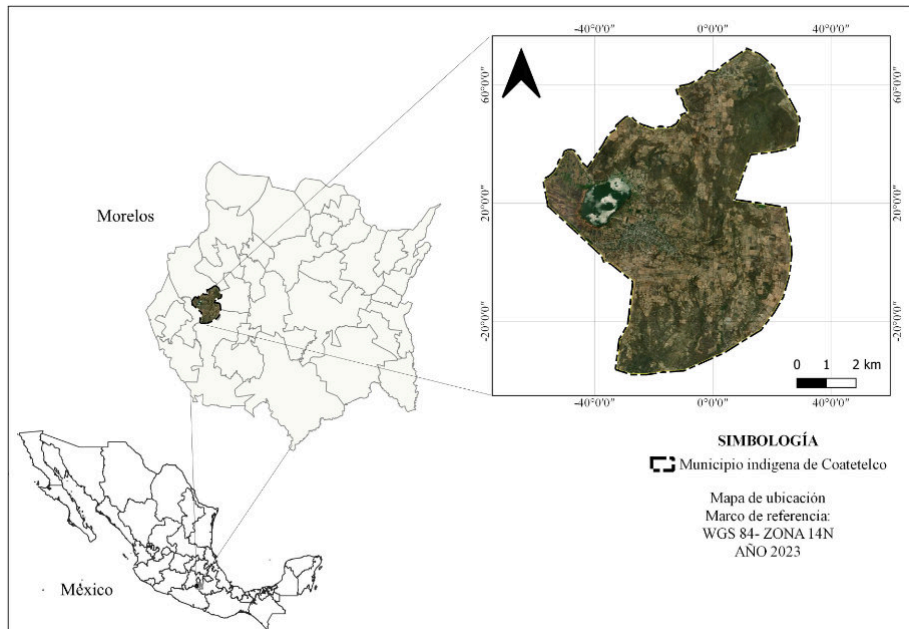
cualitativo y cuantitativo que da cuerpo a cada uno de los capítulos se realizó en diferentes momentos de los últimos cinco años, de 2019 a 2024, y se trata de investigaciones participantes y participativas, en este último caso, se ha avanzado en la revaloración tanto de los recursos naturales como del conocimiento que se conserva en la memoria individual y colectiva.

El municipio indígena de Coatetelco, Morelos, México, fue reconocido como tal en el Decreto número dos mil trescientos cuarenta y dos (2342). Lo integran las colonias Benito Juárez, 3 de mayo, General Pedro Saavedra, Navarrete, El Muelle, El Charco, Xochicalco, el Ejido de Coatetelco y el Centro, designado como cabecera municipal (*Periódico Oficial Tierra y Libertad* [PO], 2017). El municipio de Coatetelco (**Figura 1**), se encuentra a 980 m. snm. El tipo de clima es un Aw0''(w) (e) g, cálido con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos (García, 1964). La temperatura media anual es de 23.2°C y la precipitación anual es de 821.8 mm, el periodo de lluvias es de junio a septiembre. Del grupo de los climas cálidos subhúmedos, éste es el que suministra la menor cantidad de precipitación pluvial, la media se encuentra entre los meses de junio a octubre y alcanza los 937.7 mm; la máxima anual es de 2,107.5 mm, mientras que la mínima anual es de 608.3 mm; las lluvias mayores de 60 mm son entre los meses de mayo y octubre, y la evaporación anual en mm es de 2,203.8 (Taboada *et al.*, 2009).

Su vegetación es selva baja caducifolia (Miranda & Hernández-X, 1963) y el bosque de galería, que se caracteriza por la presencia de corrientes de agua superficiales como ríos, arroyos y barrancas (Rzedowski, 2006). En el primer ecosistema proliferan especies de copal

como *Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock., y *Bursera bipinnata* Sessé & Moc, el guaje blanco *Leucaena macrophylla* Bent, el

Figura 1. Localización del área de estudio.



Elaborado por R. Valle-Marquina

mezquite *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macb.; en las áreas perturbadas se localiza el cuahulote o guazumo *Guazuma ulmifolia* Lam., entre otros. En el bosque de galería se encuentra el amate *Ficus cotinifolia* Kunth. y *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.



Su población es de 11,347 habitantes, de ellos 5,877 son mujeres y 5,470 hombres. El 89% está en situación de pobreza y de éstos el 42.89 en extrema pobreza (Dirección General de Planeación y Análisis [DGPA], 2022). Su grado de marginación es medio, la cual presenta el 10.61% de analfabetismo y 57.06% sin primaria completa en habitantes de 15 años y más (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2021). De acuerdo con el Consejo Estatal de Población (COESPO, 2021), la población económicamente activa de Coatetelco es el 97.8%.

La agricultura es tanto de riego como de temporal, los principales cultivos son maíz, frijol, calabaza y cacahuate. El municipio pertenece al Consejo de Pueblos de Morelos, que es una organización creada en el 2006 para enfrentar las políticas públicas privatizadoras que, de acuerdo con Roque-Morales (2009), aceleran la fragmentación territorial, por tanto, la organización tiene como objetivo principal defender los recursos naturales y culturales necesarios para la sobrevivencia de los campesinos e indígenas.

Coatetelco es una palabra del idioma náhuatl con varias interpretaciones: *Cuahuitl* = Árbol, palo madera; *Tetelli* = montículo o montón; *cotl*, *co* = lugar de, es decir, significa: "Lugar de la serpiente de piedra" o "Lugar de montículo entre árboles" o "Lugar de árboles entre montículo" (Reynoso & Castro, 2002). En el área más alta de la comunidad se encuentra su zona arqueológica (**Figura 2**), que es un centro ceremonial que pertenecía al señorío de Cuauhnáhuac; sin embargo, a pesar de que Coatetelco no aparece en las fuentes documentales que citan las ciudades más importantes referidas como altépetl de Morelos, su arquitectura de piedra está trazada siguiendo el típico patrón de las

capitales de pequeños estados, similar a Teopanzolco, en Cuernavaca capital de la entidad, porque los edificios públicos están alrededor de una gran plaza rectangular y la estructura más grande (edificio de una sola escalinata) se ubica en el lado este de la plaza, al otro lado de la pirámide hay un juego de pelota (**Figura 3**), uno de los pocos que se han excavado para el periodo azteca en el centro de México (Smith, 2010), También cuenta con una iglesia construida en el siglo XVI (Maldonado, 2005; Reynoso y & Castro, 2002).

Figura 2. Vista de la Zona Arqueológica de Coatetelco.



Foto: H. Colin-Bahena



Figura 3. Vista de la estructura de Juego de pelota en la Zona Arqueológica de Coatetelco.



Foto: H. Colin-Bahena

Sus fiestas prehispánicas y representaciones culturales están íntimamente ligadas a su desarrollo agrícola. En las danzas que se desarrollan en sus rituales y ceremonias prevalece la cultura e historia; por ejemplo, en la danza de Los tecuanes en las fiestas de San Juan y la Virgen de la Candelaria hace referencia a los campos de cultivo, sin embargo, debido a la migración por motivos económicos, los jóvenes no se involucran en la preservación de esta riqueza cultural (Reynoso & Castro, 2002; Villanueva *et al.*, 2021).

La estructura del libro

La obra está integrada por 10 capítulos, en el primero, María Eugenia Bahena y colaboradores abordan el estudio de las coberturas de uso de suelo y vegetación, así como sus modificaciones entre 1995 y 2021, destacando en esos 26 años la reducción de la agricultura de riego y temporal, al igual que la superficie de la selva baja caducifolia en estado de conservación y perturbada, así como el incremento de la vegetación secundaria y de los asentamientos humanos.

Los capítulos dos, tres y cuatro, abordan elementos particulares sobre el Lago de Coatetelco. En el segundo, Macedonio Flores, desde su visión de antropólogo, analiza la importancia del cuerpo lacustre para la comunidad, con base en su valor económico, social y cultural, como el núcleo del que se origina y se asienta una población de raíz indígena que aún conserva un dinamismo cultural. En el tercero Migdalia Díaz Vargas y colaboradores refieren aspectos limnológicos con base en la evaluación del estado trófico y la diversidad biológica. Los resultados indican que el sistema presenta condiciones de eutrofia-hipereutrofia, así como baja diversidad, tanto de los organismos microalgales como zoobentónicos; es decir, es rico en nutrientes, pero dominado por pocas especies biológicas, por tanto, concluyen que este lago presenta condiciones de alteración debido a actividades humanas.

En el cuarto capítulo, Juan Manuel Rivas y su equipo de trabajo dan cuenta de los peces, su importancia y sus amenazas; reconociendo a este cuerpo de agua como uno de los principales del estado. Reportan seis especies, con su respectiva distribución y origen geográfico, y concluyen que, a pesar la baja diversidad de peces encontrados en el sistema



estudiado, las actividades acuícolas que en éste se desarrollan, como la pesquera y ornamental, son de vital importancia debido a que tienen un impacto directo en la economía local y regional.

En el capítulo cinco, Fernando Urbina Torres y colaboradores presentan una síntesis histórica y actual de la avifauna de Coatetelco. Su análisis incluye la riqueza taxonómica, el estatus estacional y de conservación, las especies prioritarias y se proponen algunas acciones de manejo. Reportan información de 200 taxa, con nuevos datos de especies en diferentes estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2010 y la IUCN, así como las consideradas amenazadas. Finalmente, recomiendan diferentes estrategias para la preservación de las aves, así como declarar a Coatetelco sitio Ramsar, que sume al proyecto de educación ambiental de quienes escriben.

La diversidad de mamíferos silvestres en la localidad de Coatetelco y áreas aledañas es abordada en el capítulo seis por Ana Luisa Ortiz Villaseñor y colaboradores. El trabajo parte de la premisa que algunas especies constituyen elementos preponderantes en la dinámica ecológica en los ecosistemas donde habitan y, por tanto, son indicadores biológicos de la salud y calidad del hábitat. Reportan 58 taxa, los mejor representados por el número de especies fueron los quirópteros, seguidos de los carnívoros y los roedores. Se resalta que, de las seis especies de felinos presentes en México, cinco se registran en esta área de estudio.

En los capítulos siete y ocho se analiza la influencia del conocimiento tradicional en la conservación de la diversidad biológica silvestre y domesticada. Colín-Bahena y colaboradores muestran en el capítulo siete

que los tianguis permiten conservar la diversidad biocultural, porque en estos se intercambian plantas que son manejadas en sus diferentes unidades productivas tradicionales (UPT). Se registraron 39 especies y 38 variedades provenientes de seis UPT de igual número de comunidades y municipios nahuas. La mayor disponibilidad de la agrobiodiversidad es en la época seca del año, porque se venden estructuras de plantas frescas, secas y procesadas tradicionalmente, estos recursos se relacionan con las ofrendas en rituales regionales sincretizados. Por tanto, el tianguis de Coatetelco es regional y las plantas que se mercadean son básicas para la alimentación y las ofrendas en rituales asociados al ciclo agrícola, lo que permite conservar la diversidad biocultural, argumentos que fortalecen la lucha en defensa del territorio.

En el capítulo ocho, Mireya Sotelo y †Rafael Monroy-Martínez visibilizan los aportes de provisión de los huertos frutícolas tradicionales con base en la relación de la estructura ecológica de 30 huertos de la comunidad y el valor de uso de las 65 especies de plantas que albergan estas unidades productivas, de las cuales el 22% son nativas de la vegetación del área. Estas especies contribuyen a resolver algunas de las necesidades básicas de los habitantes de Coatetelco de índole medicinal y alimentarias, entre otras. Los valores de importancia ecológico y cultural se correlacionan en 88%, por lo que se concluye que la estructura de estas unidades productivas está organizada por razones culturales relacionadas con los valores de uso.

El capítulo nueve, de la autoría de Nohora Beatriz Guzmán Ramírez, Gwendoline Miranda Miranda y Jairo Macedonio Flores, analiza el sistema de riego del ejido de Coatetelco, que es fundamental para la producción



regional porque abastece a otros ejidos y la pequeña propiedad, a través de canales que fueron parte de la infraestructura hidráulica de las haciendas de San Salvador Miacatlán y San José Vista Hermosa. El sistema de riego autogestionado del Ejido de Coatetelco ha desarrollado sus propias estrategias para su manejo, las cuales se analizan como una forma de resistencia a las políticas gubernamental y, por tanto, se construyen con base en principios comunitarios, desde los que se establecen normas y reglas para la administración y operación del sistema, mismas que se transforman para responder a intereses diversos, comprometiendo su funcionamiento; sin embargo, los procesos sociopolíticos y económicos generados al interior del grupo de regantes les han permitido subsistir como grupo independiente.

Ante la lucha que sostiene el pueblo organizado de Coatetelco contra la minería de tajo abierto, es fundamental para este libro el décimo capítulo que abordan Efraín Tovar-Sánchez y colaboradores respecto a la contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica, como una amenaza para la salud ambiental y, por lo tanto, humana. Se refiere, que dentro de los contaminantes de interés ambiental los desechos mineros producen el 65% del total de los residuos industriales que existen en México.

Los residuos de la extracción metálica con frecuencia son depositados cerca de poblaciones humanas sin tratamiento alguno, éstos pueden contener elementos potencialmente tóxicos (EPT), los cuales quedan disponibles para ser absorbidos por las plantas y de esta forma se incorporan a las redes tróficas incrementando su toxicidad. Por lo tanto, enfatizan en la importancia de realizar estudios integrativos y

multidisciplinarios que permitan la caracterización de metales en suelo, sedimento y agua, así como sus efectos sobre los diferentes niveles de organización biológica —de los genes a los ecosistemas—, con el fin de generar estrategias eficientes de biorremediación de ambientes contaminados por metales pesados.

Referencias

- Consejo Estatal de Población. (2021). *Ficha municipal de Coatetelco* [Archivo PDF]. https://coespo.morelos.gob.mx/images/Datos_municipales/2021/COATETELCO.pdf
- Consejo Nacional de Población. (04 de octubre de 2021). *Índices de marginación por entidad federativa y municipios 2020*. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
- Dirección General de Planeación y Análisis. (2022). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022, Coatetelco, Morelos* [Archivo PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699773/17_034_MOR_Coatetelco.pdf.
- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maldonado, D. (2005). *Religiosidad indígena: historia y etnografía: Coatetelco, Morelos*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Miranda, F. y Hernández-X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29-179.

- Periódico Oficial Tierra y Libertad. (2017). *14 de diciembre de 2017, 6ª época, núm. 5559* [Archivo PDF]. <https://periodico.morelos.gob.mx/periodicos/2017/5559.pdf>
- Reynoso, I. y Castro, J. (2002). *Notas etnográficas. Coatetelco*. UAEM/ PACMYC.
- Roque-Morales, S. A. (2009). Defensa social de los manantiales el Salto, Chihuahuita y el Zapote que abastecen el agua a comunidades rurales de Morelos. En R. Monroy, H. Colín y S. Roque (comps.) *Los Pueblos de Morelos Cabalgan por la Vida* (pp. 27-31). Centro de investigaciones Biológicas UAEM y Consejo de Pueblos de Morelos.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Smith, M. (2010). La época posclásica en Morelos: surgimiento de los tlahuicas y xochimilcas. En S. López-Varela (ed.), *Historia de Morelos. Tierra, gente, tiempos del Sur, II. La arqueología en Morelos: dinámicas sociales sobre las construcciones de la cultura material* (pp. 38-141). Congreso del Estado de Morelos, LI Legislatura.
- Taboada, M. Granjeno, A. y Guadarrama R.O. (2009). *Normales climatológicas (temperatura y precipitación) del estado de Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Villanueva-Figueroa, M L., Colín-Bahena, H., Monroy-Martínez, R., Monroy-Ortiz, R., García-Flores, A. y Monroy-Ortiz, C. (2021). Etnobotánica de los rituales vinculados al ciclo agrícola y su función en la conservación biocultural en Coatetelco, Morelos. *Polibotánica*, 52, 241-264.



USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO DE COATETELCO

LAND USE AND VEGETATION OF THE MUNICIPALITY OF COATETELCO

**María Eugenia Bahena Galindo¹, Yakin Acosta García¹, Ramón Carlos Bustamante Ramírez² y Jorge Alberto Viana Lases¹*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, ²Preparatoria No. 2 y Escuela de Técnicos Laboratoristas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: bahenam@uaem.mx

Resumen

El uso de suelo y vegetación son elementos que definen la apariencia y funcionalidad del entorno, por ende, la relación entre ambos es compleja, además de ser fundamental para comprender la salud y la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres. El municipio de Coatetelco cuenta con una superficie de 5,151.26 hectáreas, y en este lugar se realizó un análisis



retrospectivo sobre el uso de suelo y vegetación en un periodo de 27 años (1995 a 2022), en el que se muestran los cambios que han ejercido las actividades antropogénicas y su efecto en el medio físico. Los resultados obtenidos referentes al uso de suelo y vegetación revelan para el año 1995 trece categorías; mientras que para el año 2022 fueron catorce. Dentro de las modificaciones territoriales a lo largo de estos últimos 27 años destaca la reducción de la agricultura de riego y temporal, al igual que la superficie de la selva baja caducifolia en estado de conservación y perturbada, el incremento de la vegetación secundaria y de los asentamientos humanos.

Palabras clave: Uso de suelo y vegetación, listado florístico, restauración ecológica.

Abstract

Land use and vegetation are elements that define the appearance and functionality of the environment; therefore, the relationship between them is complex, in addition to being fundamental for understanding the health and sustainability of terrestrial ecosystems. The municipality of Coatetelco covers an area of 5,151.26 hectares, where a retrospective analysis of land use and vegetation was conducted over a period of 27 years (1995 to 2022). This analysis reveals the changes induced by anthropogenic activities and their impact on the physical environment. The results concerning land use and vegetation for the year 1995 show thirteen categories, whereas for the year 2022, there are fourteen. Over the past 27 years, noteworthy territorial modifications include the reduction of irrigated and temporary agriculture, as well as the area of low

deciduous jungle in both conserved and disturbed states. There is an increase in secondary vegetation and human settlements.

Keywords: Land use and vegetation, floristic list, ecological restoration.

Introducción

A nivel mundial, regional y local existen diversos factores que influyen en el cambio del uso del suelo y la alteración de la cobertura vegetal, pueden ser ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, que en su conjunto llegan a provocar un deterioro ambiental y la pérdida de la diversidad biológica, siendo este el segundo problema ambiental más importante a nivel global (Bocco, 2001; Xiano *et al.*, 2006).

Las actividades humanas ejercen presión sobre los recursos naturales ya que de ellos se obtienen bienes y servicios para satisfacer algunas de sus necesidades básicas; estas presiones ocasionan impactos tales como la degradación de los suelos y la pérdida de la vegetación original. El uso del suelo y la vegetación son elementos que definen la apariencia y funcionalidad del entorno; por ende, la relación entre ambos es un tanto compleja además de fundamental para comprender la salud y la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres.

Este uso de suelo se refiere a las formas en que es utilizado por diversas actividades antropogénicas, tales como la deforestación, agricultura, ganadería y la urbanización. En esta última, la eliminación de áreas verdes para construir edificios o carreteras hace que se pierdan hábitats naturales y disminuya la biodiversidad, por lo que estos cambios tienen un impacto directo en la cobertura y calidad de la vegetación.



De acuerdo con las últimas evaluaciones de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se estima que el territorio mexicano ha perdido alrededor del 50% de sus ecosistemas naturales, lo cual ha afectado principalmente a selvas húmedas y secas, bosques templados, pastizales y manglares (CONABIO, 2006).

De lo anterior resulta conveniente analizar los cambios que ocurren en las coberturas vegetales a través de cohortes de tiempo y así poder desarrollar estrategias que mitiguen el impacto en los recursos naturales bajo los principios de sustentabilidad. Por otra parte, desarrollar listados florísticos regionales permite visualizar la riqueza con que se cuenta en un área determinada y emprender una direccionalidad sobre los propósitos de restauración de áreas de interés social, cultural y ambiental.

Método

Generación de información vectorial de uso de suelo y vegetación del año 1995 y 2022

El estudio del proceso dinámico de cambio de uso de suelo y vegetación se considera esencial dadas las tendencias asociadas a la degradación de los ecosistemas (Meza-Rodríguez *et al.*, 2023), en este sentido han surgido múltiples metodologías para evaluar dicho proceso, las cuales son adaptativas en función de la calidad y cantidad de datos que se analizan. En el presente estudio se empleó una serie de pasos que se describen a continuación:

a) **Delimitación del área del estudio:** se realizó de acuerdo con lo establecido en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021) dentro del marco geoestadístico nacional, el cual contiene

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

representaciones territoriales y delimitaciones para apoyar o soportar la instrumentación de programas de información y en general la producción de información estadística y geográfica.

b) Categorización de uso de suelo y vegetación: el desarrollo de este proceso tomó como referencia principal el Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación a escala 1:250 000 de la Serie VII del INEGI (2018), que contiene información del Uso de Suelo y Vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes Geomedianas con año base 2018, generadas a partir de la constelación satelital LANDSAT en formato multiespectral. Esta interpretación está apoyada con trabajo de campo.

c) Digitalización de las coberturas 1995 y 2022: este procedimiento consistió en la generación de los datos vectoriales (poligonales) mediante percepción remota de imágenes satelitales del servidor Google Earth del año 2022 y ortoimágenes del INEGI del año 1995, a una escala 1:2000 para ambas capas, lo anterior de acuerdo a la metodología propuesta por Catuna (1995), Molina *et al.* (2000), Velázquez *et al.* (2004), Lira (2021). El procesamiento se desarrolló en el software ArcGIS 10.8, utilizando el datum WGS 1984 con la proyección de la Zona UTM 14 N.

Clasificación y comparativa de las categorías en las coberturas 1995 y 2022

Para la evaluación detallada de los cambios de uso de suelo y vegetación, se construyó una matriz de las categorías presentes en el municipio en ambos años la cual contiene datos relacionados a la superficie en hectáreas, así como las tasas de cambio total y anual de acuerdo con la



metodología propuesta por Palacio-Prieto *et al.* (2000 y 2004) empleándose la siguiente fórmula:

En donde

δn = tasa de cambio (para expresar en un %, hay que multiplicar por 100)

$$\delta n = \left[\frac{S2}{S1} \right]^{1/n} - 1$$

S1 = superficie en la fecha 1

S2 = superficie en la fecha 2

n = número de año entre las dos fechas

Verificación en campo y listado florístico preliminar

Como último punto metodológico, se llevaron a cabo dos salidas de campo con el fin de verificar la correspondencia del uso de suelo y la vegetación presente en el municipio de Coatetelco, sumando un total de 10 puntos de control definidos en función con lo establecido en la serie VII del INEGI (2018). Derivado de lo anterior, se elaboró un listado florístico dividido en vegetación de zonas naturales y antrópicas a través de recorridos de campo en temporada de estiaje, cabe señalar que es un listado preliminar ya que en la temporada de lluvias surgirán especies no consideradas. El nombre común de las especies de flora se determinó con base en preguntas directas a los pobladores de la región, en tanto que el nombre científico se verificó de acuerdo con Martínez (1994) y en la plataforma *The World Flora Online*.

Resultados

Se presenta un análisis retrospectivo sobre el uso de suelo y vegetación de esta área comprendida en un periodo de 27 años (1995 a 2022), donde se muestran los cambios que han ejercido las actividades antropogénicas y su efecto en el medio físico.

Uso de Suelo y Vegetación

Pasado (1995)

El desarrollo de las actividades humanas trae consigo una serie de cambios en los territorios, y el caso del municipio de Coatetelco no es la excepción; la **Figura 1** muestra los usos de suelo y vegetación en la extensión territorial de Coatetelco para el año 1995, donde se reportan 13 categorías, dominando en extensión la *agricultura de temporal* (2142.77 ha), seguido de la *selva baja caducifolia perturbada* (1158.46 ha), la *agricultura de riego* (452.63 ha), la *selva baja caducifolia* (335.64 ha), los *pastizales* (332.80 ha), las ocho categorías restantes no superaban las 270 hectáreas, cabe señalar que en ese año los sitios de extracción de materiales pétreos eran nulos.

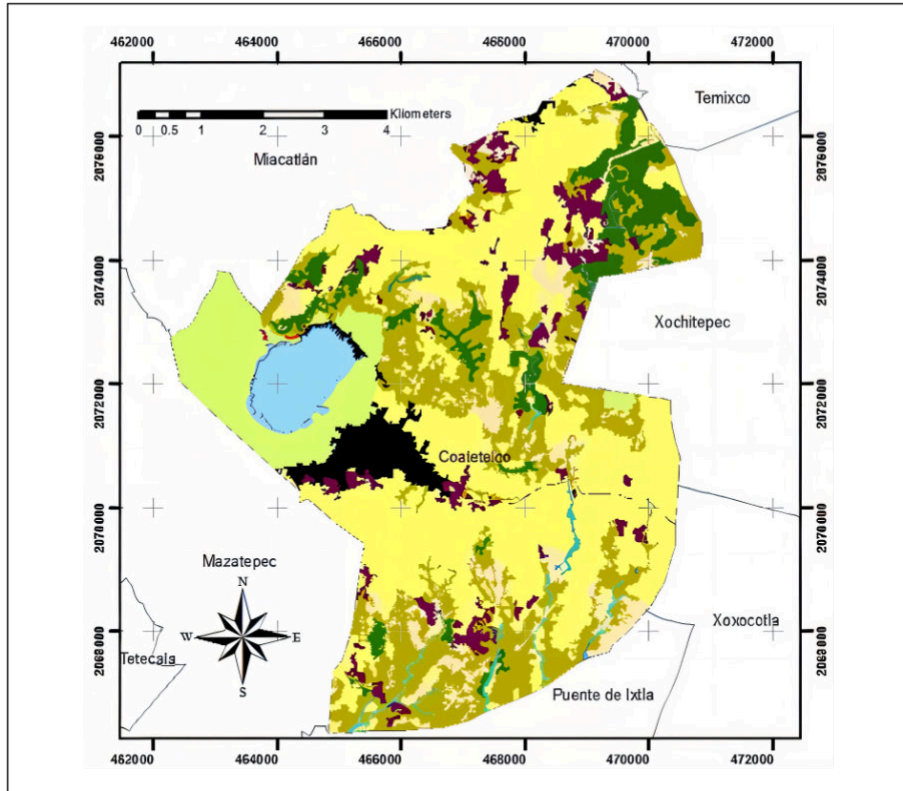
Actual (2022)

El mapa actual de uso de suelo y vegetación del Municipio de Coatetelco muestra un total de 14 categorías, una más en comparación con el pasado, siendo los sitios de extracción de materiales pétreos la nueva categoría (**Figura 2**).

Agricultura de temporal: ocupa la mayor superficie en el municipio, ya que cubre 1,896.69 hectáreas, lo que corresponde al 36.82% del total territorial. Su distribución se ubica en la porción centro-sur de la



Figura 1. Uso de suelo y vegetación pasado del municipio de Coatepec (1995).



Simbología

Categoría

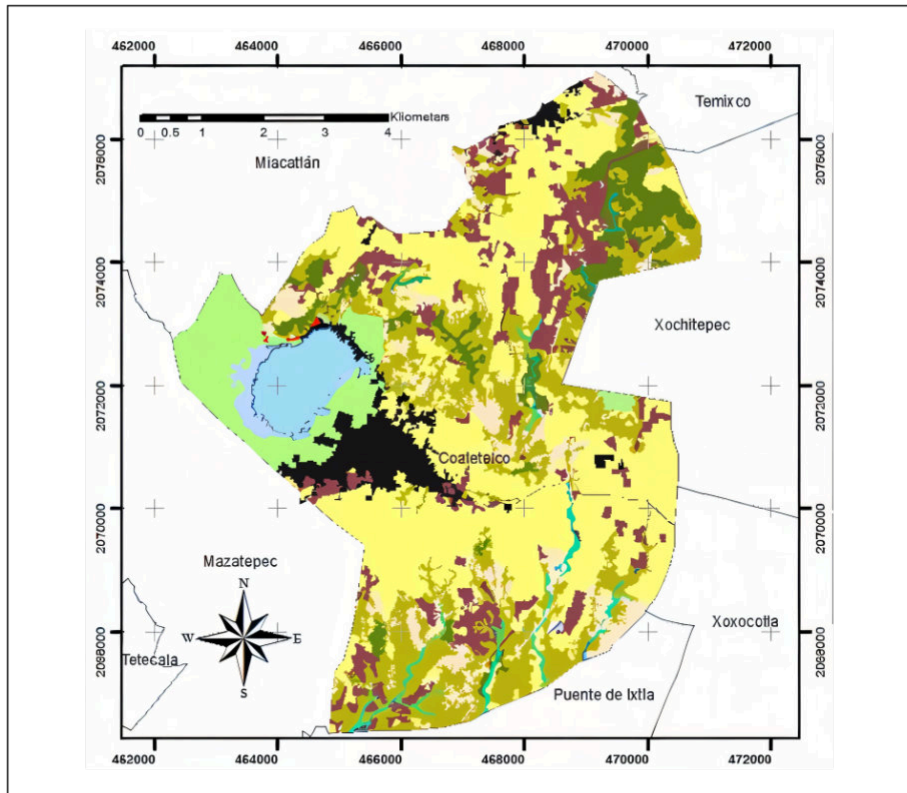
Agricultura de riego	Pastizal inducido
Agricultura de temporal	Selva baja caducifolia
Asentamientos humanos	Selva baja caducifolia perturbada
Bosque de galería	Tular
Bosque de galería perturbado	Vegetación secundaria herbácea o arbustiva
Cuerpo de agua	Vialidad pavimentada
Fruticultura	División municipal

Sistema de coordenadas: WGS 1984
UTM Zona 14N
Proyección: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
Unidades: Metros

Fuente: Elaboración propia con base en percepción remota de ortoimágenes del INEGI del año 1995

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

Figura 2. Uso de suelo y vegetación actual del municipio de Coatetelco (2022).



Simbología

Categoría

Agricultura de riego	Pastizal inducido
Agricultura de temporal	Selva baja caducifolia
Asentamientos humanos	Selva baja caducifolia perturbada
Bosque de galería	Sitio de extracción de materiales pétreos
Bosque de galería perturbado	Tular
Cuerpo de agua	Vegetación secundaria herbácea o arbustiva
Fruticultura	Vialidad pavimentada
	División municipal

Sistema de coordenadas: WGS 1984
UTM Zona 14N
Proyección: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
Unidades: Metros

Elaboración propia con base en percepción remota de imágenes satelitales de Google Earth, 2022



cabecera, así como al norte en la colindancia con el lago El Rodeo; este tipo de agricultura es, en mayor medida, propio de zonas con pendientes leves y moderadas, aunque también es posible su práctica en el municipio bajo condiciones de pendientes fuertes, lo que en términos generales tiene como consecuencia una diferenciación de las productividades. Es importante mencionar que, debido a la reciente conformación del municipio, aun no existen datos estadísticos precisos ligados a los cultivos producidos mediante los sistemas agrícolas presentes, a pesar de ello, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2022) reporta para el municipio de Miacatlán la presencia de cultivos como el tomate verde, sandía, pepino, frijol, chile verde, calabacita, agave, berenjena, sorgo y maíz, siendo estos dos últimos los que mayor volumen reportan, los cuales oscilan en 6,350 T y 5,253 T, respectivamente.

Agricultura de riego: se ubica al poniente del municipio, formando un cinturón agrícola de riego en el lago de Coatetelco, lo que la convierte en una zona agrícola de amplia importancia productiva; en términos reales, ésta cubre un total de 381.89 hectáreas, lo que equivale a 7.41%, donde, de acuerdo con pobladores locales, el principal cultivo de la zona es el maíz, con dos cosechas anuales (**Figura 3**).

Pastizal inducido: El pastizal inducido se distribuye por toda la extensión del territorial, aunque es preciso indicar que la mayor parte se localiza en los sistemas piedemonte al centro y sur del municipio, cubriendo una superficie de 355.27 hectáreas (6.9%), y su principal uso está referido a la actividad ganadera.

Asentamientos humanos: Los asentamientos humanos es una categoría de uso de suelo a nivel municipal que cubre el 5.21%, es decir

Figura 3. Cultivo de maíz mediante agricultura de riego al norte del lago de Coatetelco.



Foto: Y. Acosta

268.16 hectáreas, localizados en su mayoría al norte y centro del territorio, siendo la cabecera municipal los de mayor extensión (215.35 ha).

Selva baja caducifolia conservada y perturbada: La selva baja caducifolia de acuerdo con Miranda y Hernández (1963), es una vegetación propia de climas cálidos, donde dominan especies arborescentes de los géneros *Bursera*, *Lysiloma*, *Ipomea*, entre otros, los cuales pierden sus hojas en la época seca del año. En el caso concreto del municipio de Coatetelco la selva baja en estado de conservación cubre 309.63 hectáreas, lo que corresponde al 6.01%; se localizan macizos forestales importantes al sur, centro y noreste municipal, estos últimos los de mayor extensión, lo cual le confiere características asociadas a una mayor dotación de servicios ecosistémicos. Por su parte, la selva baja perturbada (**Figura 4**) ocupa el segundo porcentaje mayor de la superficie

con un 20.62%, lo que es igual a 1,062 hectáreas, las cuales se concentran al sur y centro municipal.

Bosque de galería conservado y perturbado: El bosque de galería, cuya principal característica es la vinculación con la presencia de corrientes de agua superficiales, como ríos, arroyos y barrancas (Rzedowski, 2006), es el segundo tipo de vegetación más abundante en Coatetelco; en condición conservada y perturbada, suman el 1.30%, es

Figura 4. Relicto de selva baja caducifolia perturbada la noroeste de la cabecera municipal.



Foto: Y. Acosta

decir, cubren 6.65 hectáreas, que se ubican en su mayoría al sur y de modo limitado al centro del municipio, sobre cañadas accidentadas de baja pendiente y escurrimientos temporales superficiales. Las especies

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

arbóreas que predominan son el palo blanco (*Acacia coulteri* Benth.), bonetes (*Jacaratia mexicana* A DC.) y algunos elementos del género *Bursera* sp, en tanto que en el estrato arbustivo se pueden encontrar ejemplares de *Hippocratea excelsa* Kunth (Figura 5).

Figura 5. Bosque de galería perturbado al norte de la cabecera municipal de Coatetelco.



Foto: Y. Acosta

Vegetación secundaria herbácea o arbustiva de selva baja caducifolia: Por otra parte, la vegetación secundaria herbácea o arbustiva de selva baja caducifolia, de modo puntual, cubre un total de 547.93 hectáreas (10.64%), siendo la tercera de mayor superficie de extensión municipal. Se distribuye prácticamente en todo el territorio de Coatetelco, principalmente contigua a la agricultura de temporal del norte y centro-



sur, conformando vegetación ruderal y flora melífera que no se pudo determinar en razón de la temporalidad del muestreo.

Cuerpos de agua: El lago de Coatetelco es el elemento paisajístico icónico de este municipio, ya que la mayor actividad social y económica gira en torno a éste. Se localiza al poniente del municipio y cubre un total de 195.98 hectáreas, a este lago se encuentran ligadas al menos tres importantes poblaciones de *Typha domingensis* Pers., que en conjunto suman unas 56.74 hectáreas (**Figura 6**).

Otros usos: Las categorías de menor presencia a nivel municipal corresponden a las vialidades pavimentadas, la fruticultura y los sitios de extracción de materiales pétreos, con 4.67, 3.28 y 3.58 hectáreas

Figura 6. Lago de Coatetelco con vegetación y fauna propia de los cuerpos de agua.



Foto: Y. Acosta

respectivamente (**Figura 7**). Cabe mencionar que el último uso es de reciente aparición en el municipio.

Figura 7. Fruticultura y sitio de extracción de materiales pétreos en Coatetelco.



Foto (izquierda) de Y. Acosta; imagen (derecha) tomada del servidor Google Earth Imagery (2023). <https://earth.google.com/web/@18.70407494,-99.29977758,1014.19628933a,749.63258619d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>

Cambio de uso de suelo y vegetación

El cambio de uso de suelo y vegetación analizado a continuación muestra las transformaciones territoriales a lo largo de 27 años, mismas que se indican en la **Tabla 1**, para lo cual es importantes reconocer que los valores mayores de cambio están asociados con los agroecosistemas y el suelo antropizado. Ejemplo de ello es el hecho de que se tiene que ambas agriculturas perdieron un total de 316 hectáreas, siendo la de temporal la de mayor superficie en proceso de pérdida, que está asociada en su mayoría a la expansión de los asentamientos humanos en la cabecera y al norte del municipio, así como a un incremento significativo de la vegetación secundaria herbácea o arbustiva con 277.85 hectáreas, lo que



Tabla 1. Superficies y tasas de cambio de usos de suelo y vegetación (1995-2022)

Formación	Categoría	Superficie 1995 (Ha)	Superficie 2022 (Ha)	Tasa cambio anual (Ha)	Tasa de cambio total (Ha)
Agroecosistemas	Agricultura de riego	452.63	381.89	-2.62	-70.73
	Agricultura de temporal	2142.77	1896.69	-9.11	-246.08
	Pastizal inducido	332.80	355.27	0.83	22.47
	Fruticultura	1.99	3.28	0.05	1.29
Suelo antropizado	Asentamientos humanos	185.12	268.16	3.08	83.04
	Vialidad pavimentada	4.67	4.67	0.00	0.00
	Sitio de extracción de materiales pétreos	0.00	3.58	0.13	3.58
Ecosistemas	Selva baja caducifolia	335.64	309.63	-0.96	-26.01
	Selva baja caducifolia perturbada	1158.46	1062.01	-3.57	-96.45
	Bosque de galería	14.69	13.55	-0.04	-1.14
	Bosque de galería perturbado	50.74	51.88	0.04	1.14

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

Cuerpo de agua	187.13	195.98	0.33	8.85
Vegetación secundaria herbácea y arbustiva	270.08	547.93	10.29	277.85
Tular	14.55	56.74	1.56	42.19

Elaboración propia con base en datos del uso de suelo y vegetación de los años 1995 y 2022, adaptado de Palacio et al., 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, no. 43, 183-203. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000300012.

se traduce a un mayor número de terrenos o zonas en procesos de sucesión ecológica, puesto que existe un abandono de los campos agrícolas de temporal.

Por otra parte, los asentamientos humanos crecieron a una tasa anual de 3.08 hectáreas, es decir, un total de 83.04 hectáreas al final del periodo, sin mostrar un patrón focalizado de crecimiento. Con relación a los ecosistemas, estos se vieron modificados en el periodo de tiempo analizado, perdiendo 122 hectáreas de selva baja caducifolia en estados de conservación y perturbación a cambio del incremento de zonas de pastizal y que, de modo preciso, crecieron 0.83 hectáreas anualmente. Las áreas de tular tendieron a un incremento a costa de las zonas de agricultura de riego al oriente del margen del Lago de Coatetelco.

La zona frutícola, a pesar de ser un área pequeña cambió de 1.99 hectáreas en 1995 a 3.28 hectáreas para el año 2022.



Esfuerzos de restauración ecológica en Coatetelco

La restauración ecológica, definida por The Society for Ecological Restoration International (SER, 2002) como el proceso de asistencia para recuperar un ecosistema que ha sido degradado o destruido, da pauta a múltiples debates, como el hecho de la imposibilidad de recuperar totalmente la biodiversidad perdida después de un disturbio de grandes dimensiones; y aunque no existen recetas únicas para restaurar un ecosistema, se cuenta con principios y supuestos teóricos de base y las experiencias acumuladas de esfuerzos para restaurar los ecosistemas, los cuales se desarrollan a continuación.

A nivel nacional la Secretaría del Bienestar promueve el programa “Sembrando Vida”, que busca contribuir al bienestar social de sembradoras y sembradores a través del impulso de la autosuficiencia alimentaria, con acciones que favorezcan la reconstrucción del tejido social y la recuperación del medio ambiente, mediante la implementación de parcelas con sistemas productivos agroforestales. El citado programa, busca atender dos problemáticas: la pobreza rural y la degradación ambiental; de esta manera, sus objetivos son rescatar al campo, reactivar la economía local y la regeneración del tejido social en las comunidades. Al año 2022 se tiene un total de 884 municipios beneficiarios (Secretaría de Bienestar, 2022), siendo uno de ellos Coatetelco.

El modelo adoptado es la creación de viveros comunitarios rústicos en donde se incentiva la producción de especies nativas con importancia medicinal y ecológica (**Figura 8**). En particular, se estableció un vivero que se localiza en los límites con el municipio de Miacatlán a un costado de la carretera que conecta ambos municipios; las familias de plantas

Figura 8. Personal responsable del vivero comunitario del Coatetelco.



Foto: Y. Acosta

seleccionadas para su producción son Agavaceae, Fabaceae, Meliaceae, Bignonaceae y Anacardiaceae (Figura 9); el destino de la producción es utilizada en la restauración de parcelas distribuidas en el municipio, donde los propietarios desarrollan la reconversión forestal y productiva de áreas degradadas. Lo anterior significa un gran avance en materia ambiental, puesto que la participación social es imprescindible para el éxito en el desarrollo de proyectos de restauración ecológica.

Listado florístico preliminar

Como resultado de recorridos en campo, se elaboró un listado florístico preliminar del municipio de Coatetelco (Tabla 2), el cual se dividió en función de la localización silvestre y urbana de las especies de plantas; por



Figura 9. Vivero comunitario de Coatetelco.



Nota. Foto: Y. Acosta

un lado, en las zonas naturales se contabilizan 33 especies, en tanto que en las zonas antropizadas se encontraron un número similar de 34 especies.

Las especies encontradas en zonas antrópicas sirven de fuente de autoabasto y algunas de ellas muestran excedentes que son comercializadas localmente como los casos de las ciruelas (*Spondias mombin*), cocos (*Cocos nucifera*), anonas (*Annona squamosa*), mangos (*Mangifera indica*), cacahuates (*Arachis hypogaea*) y tamarindo (*Tamarindus indica*). Otras representan fuentes de medicina natural como en los casos del tlalchichinol (*Moussonia deppeana* (Schltdl. & Cham., Klotzsch ex Hanst.), bugambilia (*Bouganvillea glabra*), capitaneja (*Verbesina crocata*),

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

Tabla 2. Listado florístico preliminar del municipio de Coatetelco Morelos.

ZONAS NATURALES		ZONAS ANTROPIZADAS	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Verbesina crocata</i> (Cav) Less. 1832	Capitaneja	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf. 1837	Tabachín
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC. 1864	Bonete	<i>Mangifera indica</i> L. 1753	Mango
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. 1844	Guamuchil	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck. 1775	Limón
<i>Heliocarpus microcarpus</i> Rose. 1905		<i>Psidium guajava</i> L. 1753	Guayaba
<i>Vachellia campeachiana</i> (Mill.) Seigler & Ebinger. 2006		<i>Ricinus communis</i> L. 1753	Ricino o higuera
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. 1789	Cuahulote o guázima	<i>Tamarindus indica</i> L. 1753	Tamarindo
<i>Sida rhombifolia</i> L. 1753		<i>Arachis hypogaea</i> L. 1753	Cacahuete
<i>Spondias purpurea</i> L. 1762	Ciruelo agrio	<i>Annona muricata</i> L. 1753	Guanábana
<i>Leucaena macrophylla</i> Bent 1844	Guaje blanco	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. 1791	Flor de camarón
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr. 1919	Tepemezquite	<i>Byrsonima crassifolia</i> Steud. 1840	Nanche
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud. 1841	Matarrata	<i>Crescentia alata</i> Kunth. 1819	Cuatecomate o cirián



Tabla 2. Listado florístico preliminar del municipio de Coatetelco Morelos (Continuación)

ZONAS NATURALES		ZONAS ANTROPIZADAS	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Haematoxylum brasiletto</i> . H.Karst. 1862	Palo de Brasil	<i>Persea americana</i> Mill. 1768	Aguacate
<i>Gyrocarpus jathophifolius</i> Domin. 1925	Campusano	<i>Agave angustifolia</i> Haw. 1812	Agave espadín
<i>Euphorbia bracteata</i> Jacq. 1798.	Tezonquelite o cucaracho	<i>Agave potatorum</i> Zucc. 1832	Agave
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth. 1817	Amate prieto	<i>Stenocereus</i> sp.	Pitaya
<i>Ipomoea</i> sp.	Casahuate	<i>Annona squamosa</i> L. 1753	Anona
<i>Asterohyptis stellulatus</i> Epling. 1932	Hierba del susto	<i>Moringa oleifera</i> Lam. 1785	Moringa
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L. 1753	Hierba de la golondrina	<i>Ficus carica</i> L. 1753	Higuera
<i>Parthenium</i> sp.		<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don. 1822	Jacaranda
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn. 1834	Espino	<i>Roystonea regia</i> O.F.Cook 1900	Palma real
<i>Ficus petiolaris</i> Kunth. 1817	Amate amarillo	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn 1967	Mamey
<i>Typha domingensis</i> Pers. 1807	Junco o tule	<i>Bromelia karatas</i> L. 1753	Timbiriche

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

Tabla 2. Listado florístico preliminar del municipio de Coatetelco Morelos (*Continuación*)

ZONAS NATURALES		ZONAS ANTROPIZADAS	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth. 1787	Quebraplatos o cigarritos	<i>Carica papaya</i> L. 1753	Papayo
<i>Cyperus</i> sp.		<i>Ehretia tinifolia</i> L. 1753	Pingüica
<i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock. 1936	Copal manso	<i>Bouganvillea glabra</i> Choisy 1849	Bugambilia
<i>Argemone</i> sp.	Chicalote	<i>Simarouba glauca</i> DC. 1811	Pistache
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L. 1762	Gallito	<i>Plumeria rubra</i> L. 1753	Cacaloxochitl o flor de mayo
<i>Porophyllum ruderale</i> M. Gómez. 1890	Pápalo de zorrillo	<i>Cocos nucifera</i> L. 1753	Palma de cocos
<i>Bursera simaruba</i> Sarg. 1890	Papelillo rojo	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. 1962	Mezquite
<i>Hippocratea excelsa</i> Kunth. 1822	Cancerina o hierba del cáncer	<i>Melia azedarach</i> L. 1753	Paraíso
<i>Mariosousa coulteri</i> (Benth.) Seigler & Ebinger. 2006		<i>Muntingia calabura</i> L. 1753	Capulin cimarrón
<i>Ficus trigona</i> L.f. 1782	Amate	<i>Nerium oleander</i> L. 1753	Laurel rosa
<i>Solanum marginatum</i> L.f. 1781	Quitamanteca o sosa	<i>Tournefortia hirsutissima</i> Billb. ex Beurl. 1856	Tlachichinol
		<i>Spondias mombin</i> L. 1753	Ciruela

Elaboración propia con base en recorridos de campo del año 2022 en temporada de sequía, verificación en World Flora Online (2023).



cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), palo de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), hierba del susto (*Asterohyptis stellulatus*), hierba de la golondrina (*Euphorbia hypericifolia*), chicalote (*Argemone* sp.), quitamanteca (*Solanum marginatum*), cancerina (*Hippocratea excelsa*), cirián (*Crescentia alata*), moringa (*Moringa oleifera*) e higuierilla (*Ricinus communis*).

Las especies ornamentales presentes en el área son: tabachín (*Delonix regia*), flor de camarón (*Caesalpinia pulcherrima*), bugambilia (*Bougainvillea glabra*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), paraíso (*Melia azedarach*) y laurel rosa (*Nerium oleander*).

Conclusiones

El municipio de Coatetelco es beneficiario del programa de la Secretaría de Bienestar “Sembrando Vida”, donde reproducen cinco géneros de especies nativas de selva baja caducifolia con fines de restauración de las áreas degradadas de su superficie.

En los últimos 27 años, el incremento de superficie se dio en las categorías de: asentamientos humanos, pastizal inducido, vegetación secundaria herbácea y arbustiva, en contraste con las categorías que redujeron su superficie, las cuales fueron: la agricultura de riego y temporal, y la selva baja caducifolia conservada y perturbada.

El listado florístico preliminar del municipio de Coatetelco registró un total 67 especies distribuidas en las zonas naturales y antropizadas. Es importante mencionar que se realizó durante el periodo de estiaje.

Referencias

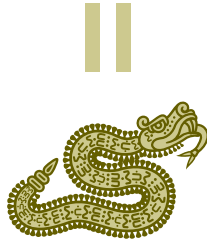
- Bocco, G., Mendoza, M., Masera, O. R. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación (parte 1). *Investigaciones Geográficas*, (44), 18-38. <https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/59133>
- Catuna, N. (1995). La percepción remota y el análisis del espacio geográfico. Cuadernos de Geografía: *Revista Colombiana de Geografía*, 5(2), 83-106. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/70766>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2006). *Capital natural y bienestar social*. Redacta-Gaia Editores, S. A. de C. V. http://www.conabio.gob.mx/2ep/images/3/37/capital_natural_2EP.pdf
- Google Earth. (22 de mayo de 2022). <https://earth.google.com/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (26 de mayo de 2022). *Ortoimágenes del territorio nacional versión 1995*. <https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/ortoimagenes/#descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (28 de diciembre de 2021). *Marco Geoestadístico Nacional, datos vectoriales de la división municipal del estado de Morelos*. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463849568>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2018). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional*. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781>



- Lira, J. (2021). *La percepción remota*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica.. https://www.researchgate.net/publication/268512981_La_Percepcion_Remota
- Martínez, M. (1994). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica.
- Meza-Rodríguez, D., Olgúin-López, J., Quintero-Gradilla, S., Sánchez-Rodríguez, E., y Villavazo-López, V. (2023). Dinámica temporal de cambio de uso de suelo y vegetación en la cuenca Juluapan en el estado de Colima. *Revista Terra Latinoamericana*, 41. https://www.researchgate.net/publication/372636464_Dinamica_temporal_de_cambio_de_uso_de_suelo_y_vegetacion_en_la_cuenca_Juluapan_en_el_estado_de_Colima
- Miranda, F. y Hernández-X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29-179.
- Palacio-Prieto, J. L., Bocco, G., Velásquez, A., Mas, J. F., Takaki, F., Victoria, A., Luna, L., Gómez, G., López, J., Palma, M., Trejo, I., Peralta, A., Prado, J., Rodríguez, A., Mayorga, R., & González, F. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (43), 183-203. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000300012
- Palacio-Prieto, J. L., Sánchez-Salazar, M. T., Casado I., J. M., Propin F., E., Delgado C., J., Velásquez M., A., Chias B., L., Ortiz Á., M. I., González S., J., Negrete F., G., Gabriel M., J., & Márquez H., R. (2004). *Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio*. Semarnat-INE-UNAM. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/161>

I. Uso de suelo y vegetación del municipio de Coatetelco

- Ramos-Reyes, R., Sánchez-Hernández, R. y Gama-Campillo, L. (2016). Análisis de cambios de uso del suelo en el municipio costero de Comalcalco, Tabasco, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(8), 151-160.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Secretaría de Bienestar. (11 de diciembre de 2022). *Programa Sembrando Vida*. <https://www.gob.mx/bienestar/acciones-y-programas/programa-sembrando-vida>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (17 de agosto de 2022). *Anuario estadístico de la producción agrícola del año 2020*. <https://www.gob.mx/siap>
- Society for Restoration Ecological International. (2002). *The SER Primer on Ecological Restoration*. Science & Policy Working Group.
- Velásquez, J., Ochoa, G., Oballos, J., Manrique, J., & Santiago, J. (2004). Metodología para la delineación cartográfica de suelos. *Revista Forestal Latinoamericana*, 36, 15-3.
- World Flora Online. (18 de julio de 2023). The World Flora Online <http://www.worldfloraonline.org/>
- Xiano, J.; Shen, Y.; Ge, J.; Tateishi, R.; Tang, C.; Liang, Y., y Huang, Z. (2006). Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*, 1-2(75), 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.12.005>



EL LAGO DE COATETELCO COMO PATRIMONIO BIOCULTURAL

LAKE COATETELCO AS BIOCULTURAL HERITAGE

Jairo Macedonio Flores

Investigador independiente

Correspondencia: macedonio2525@gmail.com

Resumen

Este capítulo describe la importancia del cuerpo lacustre para la población de Coatetelco, el valor adherido desde diferentes ámbitos, tanto económico, social y cultural. Siendo el núcleo del que se origina y se asienta una población de raíz indígena que aún conserva un dinamismo cultural vigente hasta la actualidad, por lo que el cuerpo lacustre un patrimonio biocultural para la población desde tiempos de su asentamiento.

Palabras clave: Agua, cuerpo lacustre, patrimonio biocultural.



Abstract

The chapter describes and exposes the importance of the lake for the population of Coatetelco, the value attached from different areas, both economic, social and cultural. Being the nucleus from which a population of indigenous roots originates and settles that still preserves a cultural dynamism in force to this day, the lake body being a biocultural heritage for the population since the time of its settlement.

Keywords: Water, lake, biocultural heritage.

Introducción

Se incluye la situación actual del Lago de Coatetelco desde la visión de un profesional nativo de la comunidad, con el objetivo de describir la importancia del recurso natural lacustre, tanto para sus habitantes como para sus visitantes. A lo largo del texto se expone el dinamismo cultural, económico y social pasado y el presente entre la población y el cuerpo lacustre, fraguada desde la década de los ochenta por distintos factores, lo que provocó la sequía del cuerpo de agua, cuyo dinamismo fue causando una preocupación importante para la población.

Metodología

Para el análisis de la importancia del lago de Coatetelco se utiliza el concepto de patrimonio biocultural, sustentado a través del dinamismo cotidiano que existe entre la población con su entorno natural. Considerando a la laguna de Coatetelco como el axis mundi de la población, un recurso natural en el que giran y se crean sus expresiones culturales que actualmente sustentan al municipio indígena.

Resultados

Coatetelco es una población mayoritariamente indígena caracterizada por su cuerpo lacustre. Su orografía está comprendida por sus dos cerros emblemáticos, el cerro de Moctezuma y el Teponasillo, en cuyas riberas se encuentra el cuerpo lacustre que lleva el mismo nombre, y su importancia está documentada desde la época prehispánica, la cual actualmente continúa siendo el soporte fundamental de la población.

El lago de Coatetelco es un importante espacio sociocultural caracterizado por un alto dinamismo económico y productivo, cuya profundidad está en relación a la época seca o lluviosa; del que recibe aguas del arroyo perteneciente al municipio de Miacatlán, y también de agua subterránea y de los “achololes” (agua sobrante) de riego de los cultivos de los campos de Acatzingo, los Vicentes y del municipio de Mazatepec.

Se aborda la laguna de Coatetelco por poseer un dinamismo más cotidiano con la población, el cuerpo lacustre y sus cerros poseen una importante asociación cultural que da el sentido de vida a sus habitantes. Estos espacios son parte fundamental de la cosmovisión indígena de Coatetelco, además de ser oratorios naturales donde está cimbrado el rito y la ceremonia como vínculo sociedad-naturaleza. En estos espacios, además de encontrarse vestigios arqueológicos, se realizan las ceremonias a los “airecitos” el día 23 de junio y los huentles u ofrendas a los santos en el mes de agosto, todo con la finalidad de propiciar el buen temporal, las buenas cosechas y obtener un buen nivel de agua en el cuerpo lacustre, para realizar la pesca durante todo el año.



El cerro del Teponasillo, ubicado al este del lago, tiene una altitud de 1050 m. snm., cuyo nombre proviene del instrumento musical teponaxtle, por la creencia de que esta elevación se encuentra hueca, dado que existía una oquedad donde antiguamente había un respiradero o salía aire. Durante el mes de agosto, en la cima de esta elevación se colocan ofrendas a la Virgen de la Candelaria y a San Juan Bautista, a fin de que durante esos meses no se descontinúen las lluvias.

El cerro de Moctezuma se encuentra ubicado a 1.5 km al norte del poblado, con un ecosistema conformado por la selva baja caducifolia, donde abundan los árboles de huamúchil, caahuate, huizache o tehuistle, y cuya altitud promedio es de 1000 m. snm. Su nombre probablemente proviene del gobernante Moctezuma Xocoyotzin, tlatoani de México-Tenochtitlán, en el periodo de 1502 a 1520. En su cima se pueden localizar restos arqueológicos, calzadas y estructuras prehispánicas, asimismo, oquedades como “La cueva de Moctezuma” (**Figura 1**), que, de acuerdo a la tradición oral, está encanta y en su profundidad se puede encontrar una laguna de cristalinas aguas y diversidad de aves lacustres, entre ellos el pato, la gallareta y cuervos de agua, que, anualmente, el día 18 de octubre, coincidiendo con los festejos a San Lucas Evangelista del municipio vecino de Mazatepec, salen de la cueva para invadir las aguas de la laguna del poblado.

Había una creencia, que ese 18 de octubre se abría el encanto, aquí donde está la cueva de Moctezuma, por ahí están unos amates amarillos, está un respaldo, dicen por ahí se abría. Y yo oía que platicaban, pero solamente ellos sabían, yo como pesqué harto tiempo, yo me iba solito a las horas de la noche, temprano. Una vez me fui mero ese 18, quise verlo si de veras lo que decían los señores, me acordé de

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

irme temprano, me cansé de pescar cerca donde está el mero muelle, por ahí me quedé, pero por dentro en lo hondo, ahí colgué mi piedra y como a media noche estaba escuchando una orquesta, pero mira la orquesta se despedazaba, tocaba, ¿pero que hasta el Rodeo? Se oía muy cerquita y esa hora lo oía las gallaretas llegaban hasta abrían el agua, no sé si de allá venían o venían de otro lado, sabrá Dios, entonces lo oí me metí adentro de mi casita, estoy oyendo, era la orquesta lo que tocaba antes, pero hasta se despedazaba hasta creo quería hablar, pero se oía muy cerquita. Pero antes así de mi chalupa los veía, llegaban, amanecía mira, la laguna negreaba de patos y gallaretas, ¡era cierto pues! (Marino Macedonio Diego, comunicación personal, febrero del 2016)

Múltiples relatos e historias están ligadas con la fauna del ecosistema lacustre, las aves, las serpientes y los peces, son animales importantes dentro de la cosmovisión indígena gestada desde tiempos prehispánicos que aún perduran en la actualidad. Estas historias están relacionadas con espacios especiales impregnados de misticismos, una de ellas es la laguna de Coatetelco, considerada como espacio sagrado donde habitan deidades del agua, entre ellos los “airecitos o pilachichinques”, seres míticos encargados de atraer las lluvias, así como la sirena o Tlanchana, que se cree surte periódicamente de peces al cuerpo lacustre durante todo el año. Los airecitos y la Tlanchana son deidades vinculadas a este lugar acuático y hasta la actualidad se les continúa rindiendo culto y respeto a través de los ritos que se efectúan anualmente el día 23 de junio, tanto en el cuerpo lacustre, así como en sus alrededores.

Hasta antes de la década de los ochenta, el uso del recurso natural cumplía un papel fundamental para la subsistencia de la población, tanto para desempeñar actividades pesqueras, de caza y agrícolas,



Figura 1. Paisaje natural tomado desde la cima del cerro de Moctezuma.



Foto: J. Macedonio

donde cumplía la función de riego en cultivos cercanos al cuerpo de agua. La caza de aves y la pesca complementaban la alimentación de la población, cuya base económica principal se fundamentaba en el cultivo de maíz, cacahuete, chile, frijol y calabaza.

Existen dos factores que cambiaron la dinámica en Coatetelco, uno de ellos fue la sequía del cuerpo lacustre a partir de la década de los ochenta, causando la muerte de la mayoría de las especies acuáticas

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

nativas; el otro fue la introducción de especies ajenas a la comunidad que terminaron por depredar a las últimas especies nativas que quedaban. De acuerdo con Sunyer (2008), las iniciativas federales como medio para aumentar la dosis proteica en las zonas rurales del país se centraron en tres principales especies: la carpa y la tilapia, en aguas lenticas y la trucha, en aguas loticas, con finalidad deportiva. En Coatetelco las especies que se incluyeron a partir de los años ochenta fue la tilapia y la lobina, hasta hace diez años, aproximadamente, se incluyeron langostinos y caracoles. Todas las especies incluidas no tuvieron el apoyo de estudios previos acerca de las consecuencias de estas incorporaciones en el ecosistema receptor, lo que causó que las especies nativas se emplearán como alimento para las especies de mayores dimensiones.

La sequía de aquellos años, localmente se atribuyó a la desaparición de una piedra en forma de culebra que se encontraba en el fondo de la laguna, la que, se cree, surtía de agua durante todo el año al pueblo de Coatetelco, y cuya ocasión fue vendida a un coleccionista de la Ciudad de México. Su regreso se gestionó por la inundación que se presentó esos días al lugar donde había sido llevada.

Se llevaron la piedra, por eso se secó la laguna, tenía una culebra enredada. Vinieron unos de fuera y le preguntaron a un señor de aquí abajo, de la piedra y les dijo ahí está, se fueron y en la noche yo creo vendrían y lo llevaron a México, y lo volvieron a traer porque en México se estaban inundando. (Palacios De la luz Alicia, comunicación personal, septiembre del 2019)

Es notable la preocupación que enfrentan los habitantes por las lluvias, además de la utilidad efectuada para sus cultivos, el agua de lluvia



cumple la función principal de ser el afluente que alimenta la laguna durante todo el año, considerando la laguna como el punto central multifuncional que cohesiona el bien común de los habitantes, pues en sus aguas obtienen peces, tule y variedad de recursos que son útiles para su subsistencia de la población.

Dentro de la vegetación acuática se encuentra el tule, planta silvestre que crece a sus orillas y ha sido utilizada para techar las enramadas de algunas familias, así como enramadas para eventos festivos religiosos que se realizan para la Virgen de la Candelaria, durante su visita a Coatetelco la última semana del mes de enero (**Figura 2**); de igual manera, en Semana Santa para simular el encarcelamiento de la imagen del Señor de la Columna. Su flor también ha sido aprovechada para la elaboración de artesanías en el municipio de Amacuzac, y en décadas pasadas se utilizó en Coatetelco como componente para la elaboración de los comales de barro.

La papatla es la planta que crece en sus orillas y en sus apantles, sus hojas se utilizan para envolver los tamales de cuanextle o ceniza, que son degustados con el mole verde que se elabora en fechas especiales. Los pastos que crecen en sus orillas se utilizan para el pastoreo de ganado vacuno, equino y bovino, más evidente y aprovechado durante la temporada de sequía en los meses de enero a mayo, cuando se presenta escases de alimento para el ganado.

Coatetelco ha sobresalido a través de los siglos por su ecosistema lacustre, en tiempos prehispánicos cumplió un papel vital, ya que era el recurso natural esencial que desarrolló los asentamientos humanos de la región. Su ecosistema fue aprovechado en la vida cotidiana de la

Figura 2. Enramada de tule donde descansa la virgen de la Candelaria durante su visita a Coatetelco.



Nota. Foto: J. Macedonio

población en las múltiples actividades desarrolladas para su subsistencia, entre ellas el aprovechamiento de sus prestigiadas mojarras que se encontraban en la laguna (la mojarra copetona, ahora ya desaparecida).

Actualmente en sus aguas se desarrolla la mojarra tilapia y la lobina, además de langostinos y caracoles, de igual manera tortugas y diversas aves como la garza, sambutidores, gallaretas, güilotas, agachonas, pelicanos y diferentes tipos de patos (**Figura 3**). Este tipo de ecosistema

Figura 3. Aves acuáticas durante el mes de enero sobre la orilla del cuerpo lacustre de Coatetelco.



Foto: J. Macedonio

favorece a la gastronomía tradicional que durante siglos se ha transmitido generacionalmente, entre los platillos más característicos aún persistentes se encuentra el tamal de mojarra en hoja de maíz, asado o en caldo, guisos que han perdurado con sus variadas modificaciones.

Durante la década de los ochenta, cuando se presentó una sequía prolongada del vaso lacustre, se aconteció la pérdida de las especies acuáticas nativas, entre ellas, la mojarra copetona, blanquillera, atempis,

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

barrigoncita, carpa víbora y carpa Israel. Ello suspendió las actividades pesqueras y repercutió en el comercio local de mojarra, con ello también se extinguió parte de la gastronomía tradicional lacustre que hasta la actualidad poco se ha hecho para recuperarla.

La década de 1980 presentó grandes cambios y fue el parteaguas de la dinámica cotidiana de los habitantes, hasta esa fecha la laguna fungía como espacio de encuentro social, donde las mujeres acudían a orillas de la laguna a lavar la ropa de los integrantes de su familia. La convivencia a orillas del cuerpo de agua formaba parte de la vida cotidiana de la comunidad que se fraguó con la introducción de la tubería de agua potable, pero que, en tiempo de escasez del vital líquido, debido a una descompostura de la maquinaria, algunas familias aún acuden y retoman la tradición de ir a lavar a sus orillas, así también de llevar a beber agua a sus animales vacunos, equinos o caprinos (**Figura 4**). Asimismo, en las festividades patronales, cuando se realizan los tamales nejos, el nixcómil es llevado a lavar en ayates y chiquihuites a orillas de la laguna, ya que se necesita de suficiente y abundante agua para quitar los excedentes de ceniza y cal agregados en su cocimiento.

Dentro de las festividades religiosas, la laguna fungía como espacio festivo y ritual donde se rendía culto a la virgen de la Candelaria hasta antes de la década de 1950. En sus orillas, en el lugar conocido como “La Candelaria”, la virgen era trasladada en procesión y se realizaba un festín con la finalidad de que la laguna no se secase, ya que un año que no se festejó a la virgen de la Candelaria de Tetecala, la laguna se secó y las cosechas se echaron a perder. El vínculo de la virgen de la Candelaria y la laguna está relacionado con los relatos que giran en torno a ella con su



Figura 4. Persona bañando su caballo a orillas de la laguna, en el paraje la Candelaria.



Foto: J. Macedonio

aparición a orillas de la laguna a finales del siglo XIX. Así, a través del cuerpo lacustre, se crean vínculos culturales a través de la religiosidad popular, y en ese sentido, la Virgen de la Candelaria vincula, cohesiona y marca un territorio regional que ha sido sustentada a través de relatos y leyendas del regreso-ida de la virgen que los propios habitantes de Coatetelco y Tetecala han transmitido, como se muestra en el siguiente relato:

Contaban que encontraban a una niña que venía de regreso, le decían “¿A dónde vas niña?”, “voy a Tetecala porque ya no quiero estar aquí”, “¿y qué llevas en tu delantal?”, “llevo unas mojarritas, unos pescaditos”, decía. (Rangel Martín, comunicación personal, febrero del 2018).

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

Hasta hace unos años en este lugar se realizó la feria del pescado, festividad contemporánea creada en el año 2001, donde se monta un espectáculo cultural durante dos días y se reciben visitantes de todo el estado, con el fin de exponer la gastronomía tradicional del municipio.

Así, tomando en cuenta las características de Coatetelco como municipalidad indígena cuyas particularidades se rigen por su cosmovisión, su historia, sus prácticas y sus fiestas ligadas con su entorno natural y su biodiversidad, y habiendo expuesto los múltiples usos y la importancia que tiene el cuerpo lacustre desde tiempos inmemorables, es pertinente retomar la definición de patrimonio biocultural indígena que Boege (2018) propone citando a Alejandro Argumedo (2010), quien lo señala como “un sistema biocultural complejo, formado por partes interdependientes”. El término enfoca particularmente en la relación recíproca entre los pueblos indígenas y su medio ambiente. Los componentes incluyen recursos biológicos, que van desde lo micro (genético) a lo macro (paisajes), tradiciones y prácticas ancestrales también conocidos como “conocimientos tradicionales”, incluidos los relacionados con la forma de manejar adaptativamente un ecosistema complejo y el uso sostenible de biodiversidad.

Algunos componentes del Patrimonio Biocultural Indígena (PBCI), como los alimentos, agua y semillas, son colectivos porque son esenciales para los seres humanos y sus relaciones. El PBCI se refiere también a la contribución de los pueblos indígenas al mundo y también incluye las normas de comportamiento establecidas en las sociedades indígenas, que son aceptadas como derechos y responsabilidades de los pueblos y tienen influencia en el manejo de los recursos naturales, también llamado



“derecho consuetudinario”. En ese sentido, hay que considerar el cuerpo lacustre como patrimonio biocultural donde se recrean y se inspiran las expresiones culturales que dan el sentido para que conserven su ecosistema; valorar la laguna de Coatetelco y comprenderla actualmente dentro del Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del INAH cuyas características se componen por el sentido cultural e histórico que tiene con sus habitantes, sitúa al agua como patrimonio humano, debido a que en Coatetelco el agua de su cuerpo lacustre facilita las actividades de la población y sin ella se perdería gran parte de su ecosistema, tanto la fauna, flora y las actividades económicas, culturales y cotidianas.

Tomando en cuenta el patrimonio cultural, entendido como toda la diversidad cultural, cuyas categorías se dividen en dos, material e inmaterial, podemos considerar a la laguna de Coatetelco como el núcleo central por el que giran y se recrean las expresiones culturales. Retomando a la laguna como espacio social, económico, ritual y cultural, implica catalogarlo como el axis mundi, el núcleo por el que la comunidad se rige, el espacio que ha alimentado la vida comunitaria desde tiempos pasados y que actualmente aún se conserva el vínculo de su población con su laguna.

Considerar al cuerpo de agua de Coatetelco como el punto esencial donde se desarrolla el patrimonio cultural implica darle el sentido a la vida de los habitantes, cuya pérdida causa la desestabilización social y económica. Asimismo, la pérdida del patrimonio cultural lacustre incluyendo sus artesanías ahora extintas, como las sillas tejidas con tule, las canastas elaboradas de ramas de sauce, así también, las herramientas

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

de pesca, entre ellas las chalupas de tule o burros de tule, utilizadas como barcas para efectuar la pesca con atarraya, implica situar en ese ámbito la pérdida de los conocimientos tradicionales en la manufactura y uso del ecosistema para la vida cotidiana.

Actualmente la mercantilización del patrimonio biocultural se ha acelerado con el incremento de visitantes a disfrutar el paisaje natural del cuerpo de agua y degustar la comida tradicional que se ofrece en la zona conocida como “El Muelle” considerado como corredor turístico del municipio, donde actualmente existen un aproximado de 40 palapas o negocios de comida (**Figura 5**), donde se ofrecen diversos platillos a base de pescado, entre los más destacados: tamal de mojarra en hoja de maíz, mojarra frita, al mojo de ajo y en caldo. Uniformemente con las visitas a la zona arqueológica que data del periodo posclásico con su museo de sitio donde alberga diversas piezas arqueológicas encontradas durante la exploración de la zona del año de 1976. Estas acciones turísticas como actividad económica terciaria se destacan por el comercio y los servicios que se prestan a los visitantes, del que se complementan con otras actividades de menor relevancia.

A diferencia de los habitantes del municipio, que poseen una relación más estrecha y cotidiana con su ecosistema, los visitantes solamente aprovechan el espacio como lugar de esparcimiento vacacional. Por ello, este lugar que alberga visitantes de toda la región y del estado, se ha transformado en un espacio económicamente activo de la población y de la región sur poniente, cuyo cuerpo lacustre se observa desde los municipios circunvecinos.



Figura 5. Construcción de palapa a orillas de la laguna, elaborada con tule por la familia Jiménez Nabor.



Foto: J. Macedonio

El lago de Coatetelco como bien histórico, estético, social y cultural que vincula a la sociedad y la naturaleza —manifestado a través de sus expresiones culturales tangibles e intangibles como sus ritos, sus fiestas y sus múltiples actividades cotidianas con su ecosistema acuático— debe ser valorado en tanto que ha habido una apropiación por parte de los

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

habitantes y esto lo ha conducido a un deficiente estado de conservación, debido a su aprovechamiento y uso inmoderado.

La visita frecuente de personas implica una desestabilización ambiental al cuerpo lacustre, el incremento de negocios de comida instalados, la producción excesiva de basura inorgánica que muchas veces evacúan en el cuerpo de agua, y las heces fecales de las fosas sépticas de las palapas, son factores que contribuyen en el deterioro del cuerpo de agua y por consiguiente de las especies acuáticas que se pueden encontrar en ella.

La actividad pesquera en Coatetelco ha sido el soporte fundamental de muchos de sus habitantes desde tiempos prehispánicos. Druzo Maldonado (2005) menciona que la gran magnitud del vaso lacustre de Coatetelco en el siglo XVIII permitió que la pesca de “mojarras” adquiriera un rango de especialidad, pues éstas han sido muy estimadas en México. El autor menciona que esto se puede apreciar en el nítido dibujo plasmado en un minucioso mapa a colores de finales del siglo XVIII, intitulado *Jurisdicciones de Cuernavaca y Quautla Amilpas*.

En la actualidad existen dos agrupaciones pesqueras locales, por un lado está el “Grupo de pescadores los dos lagos, Coatetelco y el Rodeo” conformado aproximadamente por 60 varones inscritos ante Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), que desempeñan las actividades de pesca en la laguna de Coatetelco y el Rodeo para la venta local. Las esposas o mujeres con línea parental se dedican al comercio del pescado crudo en el mercado local desde las primeras horas del día. Y, por el otro, está la agrupación “Generación indígena”, con un aproximado de 35 varones, miembros



dedicados a la pesca solamente en la laguna de Coatetelco, el cual están regidos por un presidente que encabeza la agrupación.

Dentro de la dimensión económica, la pesca artesanal es una de las actividades económicas extractivas primarias más considerables del municipio, es el uso más cotidiano que se ha desarrollado desde tiempos inmemorables, cuya producción es suficiente para practicarla diariamente durante todo el año. Sin embargo, la prolongada actividad desarrollada por ambas agrupaciones pesqueras causa un desequilibrio en la reproducción de las especies, que en dados casos procuran realizar siembras de alevines dos veces al año, cuando se presenta una disminución.

El territorio lacustre habitado presenta conflictos emergentes debido al aumento de densidades demográficas turísticas, complementada con una acelerada intensidad de actividades y usos acuícolas con impactos relevantes. En ella se generan acciones conflictivas que se encuadran por los mismos intereses por parte de los actores del territorio, que frecuentemente se expresan en relaciones de poder en el espacio local y que, ciertamente, limitan la construcción de acuerdos y soluciones colectivas entre los involucrados. La pesca desarrollada por personas de distintas agrupaciones no favorece en una amplia organización y en el acato de reglas y obligaciones, y los palaperos que tienen sus negocios a orillas del cuerpo de agua no colaboran en la conservación de su ecosistema. La conformación de estas agrupaciones está asociado a los intereses de ambos grupos por continuar aprovechando de manera inmoderada la abundancia de los recursos naturales, sin tomar en cuenta un marco legal de protección ambiental.

II. El Lago de Coatetelco como patrimonio biocultural

Valorar el ecosistema lacustre no sólo supone implementar medidas restringidas del uso de los recursos naturales, sino también la restricción de la pesca prolongada y de la caza de aves, lo que contribuiría a la conservación de las especies que habitan en el ecosistema lacustre, que a través del tiempo han sido aprovechadas sin un control adecuado. Asimismo, se debe enfatizar en los factores naturales como el azolve de materia orgánica e inorgánica que afecta en la profundidad y captación del agua durante la temporada de lluvias; a pesar de la existencia de un arroyo de agua perteneciente al ejido de Miacatlán, pues, aunque sus aguas desembocan en el cuerpo lacustre, es insuficiente para mantener un buen nivel de agua en la temporada de sequía.

Conclusiones

Actualmente el espacio lacustre ha sido modificado por sus propios habitantes a través del uso y consumo del ecosistema, pues las actividades económicas extractivas y productivas desarrolladas en torno a ella, alteran el hábitat con el frecuente uso y consumo del agua y del suelo.

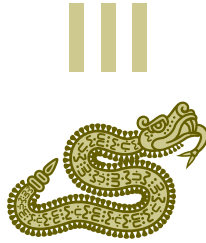
Este texto además de recopilar y valorar los múltiples usos del cuerpo lacustre como patrimonio biocultural, se hace inevitable incentivar a la adopción de instrumentos de planeamiento integral que enfrenten el deterioro actual del ecosistema lacustre, considerando lo desarrollado a lo largo del texto, donde se manifiesta la falta de coordinación espacial entre la ordenación del territorio con los actores del espacio. Esto con la finalidad de que los habitantes y visitantes valoren el medio ambiente y el



ecosistema lacustre y adquieran la capacidad de hacer un uso sustentable.

Referencias

- Argumedo, A. (2010). *Territorios bioculturales indígenas: Una propuesta para la protección de territorios indígenas y el buen vivir* [Archivo PDF]. <http://www.internationalfund.org/documentsTerritoriosBioculturalesIndigenas.pdf>
- Boege, E. (2018). Hacia una antropología ambiental para la apropiación social del patrimonio biocultural de los pueblos indígenas. En V.M. Toledo y P. Alarcón-Cháires (eds.). *Tópicos bioculturales* (pp. 34-66). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Castillo, C. (2014). *El Espacio Lacustre como una construcción socio temporal. La cuenca y el lago Llanquihue en el sur de Chile* [Archivo PDF]. <http://www.conama2014.conama.org/conama2014/download/files/conama2014/CT%202014/1896712003.pdf>
- Maldonado, D. (2005). *Religiosidad indígena: historia y etnografía: Coatetelco, Morelos*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Sunyer, P. (2008). *La magia del riego: irrigación y desarrollo agrícola en el estado de Morelos. Conflictos en el uso de los recursos naturales*. Porrúa Editores.



ASPECTOS LIMNOLÓGICOS DEL LAGO DE COATETELCO

LIMNOLOGICAL ASPECTS OF LAKE COATETELCO

**Migdalia Díaz Vargas¹, Judith García Rodríguez¹ y Elsay Arce Uribe¹*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: migdalia@uaem.mx

Resumen

La evaluación de algunos aspectos limnológicos como el estado trófico y la diversidad biológica de un ecosistema acuático permite tomar acciones respecto a su uso y manejo. Estos aspectos brindan información que nos indican los valores de productividad, composición biológica y algunas de las interacciones que suceden de manera natural en los sistemas acuáticos, incluso las que se llevan a cabo por las acciones humanas como el uso del agua para actividades agrícolas y pecuarias, incluido el cultivo de peces y la recreación. Los sistemas acuáticos del estado de Morelos se caracterizan por presentar condiciones de eutrofización, es decir, alta concentración de nutrientes. Es importante realizar registros periódicos



de las condiciones bióticas y abióticas de los sistemas acuáticos con la finalidad de generar estrategias de manejo en beneficio de las comunidades humanas aledañas y de los propios sistemas. El objetivo de esta investigación fue analizar mediante la aplicación del Índice de Carlson y el reconocimiento de microalgas y organismos zoobentónicos el estado trófico del lago Coatetelco. Se consideraron valores de transparencia con disco de Secchi, clorofila "a" y fósforo total, complementando la valoración de la calidad del agua con el registro de oxígeno disuelto, temperatura, alcalinidad, pH y dureza total. Para el análisis biológico, se realizó el reconocimiento de las especies presentes tanto en muestras de agua como en sedimento. Los resultados indicaron que el sistema presenta condiciones de eutrofia-hipereutrofia, así como baja diversidad tanto de los organismos microalgales como zoobentónicos, lo que indica que es un sistema rico en nutrientes, pero dominado por pocas especies biológicas, lo que se traduce como un sistema con condiciones de alteración debido a actividades humanas.

Palabras clave: lago Coatetelco, limnología, estado trófico, productividad primaria, microalgas, zoobentos.

Abstract

The evaluation of some limnological aspects such as the trophic status and the biological diversity of an aquatic ecosystem allows actions to be taken regarding its use and management. These aspects provide information that indicates the values of productivity, biological composition and some of the interactions that naturally befall in aquatic systems, even those that are carried out by human actions such as the use

of water for agricultural and livestock activities, including fish farming and recreation. The aquatic systems of the state of Morelos are characterized by presenting eutrophication conditions, that is, high concentration of nutrients. It is important to make periodic records of the biotic and abiotic conditions of the aquatic systems in order to generate management strategies for the benefit of the surrounding human communities and the systems themselves. The objective of this research was to analyze the trophic status of Lake Coatetelco through the application of the Carlson Index and the recognition of microalgae and zoobenthic organisms. Transparency values with Secchi disk, chlorophyll "a" and total phosphorus were considered, complementing the assessment of water quality with the register of dissolved oxygen, temperature, alkalinity, pH and total hardness. For the biological analysis, the recognition of the species present in both water samples and sediment was carried out. The results indicated that the system presents conditions of eutrophy-hypereutrophy, as well as low diversity of both microalgal and zoobenthic organisms, which indicates that it is a system wealthy in nutrients, but dominated by few biological species, which translates as a system with disturbed conditions due to human activities.

Keywords: Lake Coatetelco, limnology, trophic state, primary productivity, microalgae, zoobenthos.

Introducción

La limnología es el estudio de las reacciones funcionales y la productividad de las comunidades bióticas de las aguas continentales en relación con los parámetros físicos y químicos ambientales (Wetzel, 2001).



La limnología es considerada también como una ciencia descriptiva; entre sus áreas de aplicación se incluye el diagnóstico y conservación de la calidad del agua y de los recursos hídricos, la determinación del estado trófico, la conservación de áreas naturales protegidas y su biodiversidad, así como la reducción del impacto antrópico, el mantenimiento de los usos múltiples y la restauración de los sistemas acuáticos alterados (Arocena y Conde, 1999). La información obtenida mediante el análisis de los aspectos limnológicos en cuerpos de agua naturales provee de registros suficientes para la elaboración de estrategias de manejo de manera integral y sustentable, pues si bien, los sistemas acuáticos han sido modificados debido al desarrollo de las poblaciones humanas, este tipo de investigaciones tienen aplicación inmediata en la toma de decisiones (De la Lanza-Espino *et al.*, 2007).

El Índice del Estado Trófico de Carlson (TSI-trophic state index) es uno de estos recursos limnológicos que nos permite evaluar el estado de salud de los sistemas acuáticos mediante la evaluación de su productividad primaria, ya sea mediante la determinación de clorofila "a" (TSICA), fósforo total (TSITP), transparencia al disco de Secchi (TSISD) o la combinación de los tres (Carlson, 1977, 1980; Xu *et al.*, 2001). Aunado a este índice, otro de los recursos empleados para la evaluación de los sistemas acuáticos es el reconocimiento de organismos tanto vegetales, como las microalgas y animales, como el zoobentos. Ambos grupos biológicos constituyen los principales productores dentro de estos ecosistemas, tanto primarios como secundarios respectivamente.

En la mayoría de los sistemas acuáticos, la fauna bentónica está representada por distintos grupos taxonómicos, como anélidos,

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

moluscos, crustáceos, nematodos e insectos acuáticos que viven en estrecha relación con los sedimentos del cuerpo de agua. Las microalgas, por otro lado, pueden ubicarse en diferentes nichos dentro de un mismo sistema, habitando principalmente de manera planctónica y adheridas a distintos sustratos como rocas (epifiton), plantas vasculares acuáticas (epifiton) o en el propio sedimento (fitobentos) (Morse, 2009; Wetzel, 2001). En este sentido, el registro de las especies de los grupos biológicos permite evaluar de manera indirecta las condiciones ambientales y de salud de los sistemas acuáticos. La presencia/ausencia de las especies puede indicar la condición ambiental del cuerpo de agua, ya que existen especies tolerantes o resistentes, moderadamente tolerantes, y sensibles, o poco tolerantes a determinadas condiciones de pH, salinidad, nutrientes, temperatura, entre otros, lo que los sitúa como bioindicadores (Lozano, 2005; Vázquez *et al.*, 2006).

Sin embargo, la limnología no sólo se utiliza en la evaluación de los sistemas acuáticos de manera aislada, la información obtenida es considerada en la toma de decisiones respecto al uso y manejo de los cuerpos de agua, la mayoría de ellos empleados para la producción de alimentos. En las últimas tres décadas la piscicultura en el lago Coatetelco ha dado sustento a muchas familias, pues si bien el mayor aporte económico es gracias a la actividad turística y recreacional, el aporte alimenticio que brinda este ecosistema a los pobladores es sumamente importante, porque con el agua almacenada se sostienen cultivos tanto agrícolas como pecuarios. En este sentido, la relación con la depuración de las aguas, la reglamentación de vertidos, los diversos problemas sanitarios o cuestiones relativas al gobierno de cuencas



fluviales, la piscicultura y pesca fluvial, la evaluación de la capacidad de refrigeración de aguas naturales o los problemas que surgen por las peculiaridades regionales en la composición química de las aguas son parte importante de las acciones que las autoridades y los distintos niveles de gobierno deben fundamentar en este tipo de estudios limnológicos (Colmenar, 2002).

El lago Coatetelco alberga una diversidad alta de organismos, sin embargo, el uso que se le ha dado con el cultivo de peces (tilapia/mojarra *Oreochromis niloticus*) ha propiciado una serie de cambios en la estructura de las comunidades tanto fitoplanctónica como zoobentónica. Por esta razón, el trabajo planteado proporciona información sobre la evaluación del estado trófico actual a través del reconocimiento y análisis de dichas comunidades, aunado al análisis fisicoquímico del agua e índice trófico, con el propósito de brindar información para la puesta en marcha de acciones encaminadas a que el uso y manejo de este reservorio se conduzca de forma responsable, global e integral.

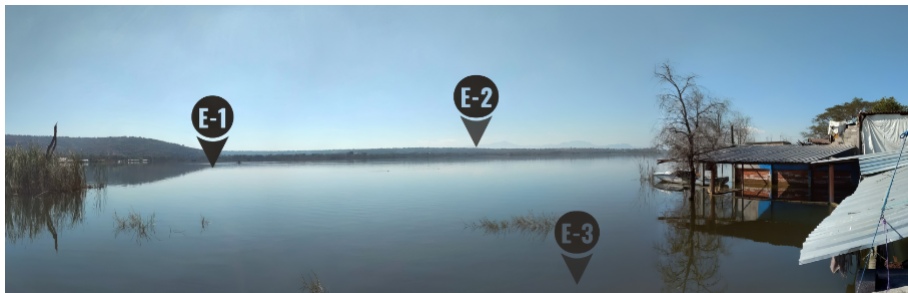
Método

Este trabajo se llevó a cabo durante dos periodos comprendidos de mayo de 2016 a febrero de 2017 y de mayo a diciembre de 2019, con muestreos realizados en intervalos de tres y dos meses respectivamente, estableciéndose tres sitios de colecta, dos en la zona litoral (E-1 y E-3) y uno en la zona limnética (E-2) (Figura 1).

Parámetros físicos y químicos

In situ se obtuvieron los datos de transparencia utilizando un disco de Secchi; el oxígeno disuelto, temperatura y pH se evaluaron con un

Figura 1. Ubicación de las estaciones de recolecta del material biológico en el lago Coatetelco.



Nota. Foto: M. Díaz

multiparamétrico HANNA H19829. La recolección de muestras de agua se realizó con botellas de plástico de capacidad de un litro para su traslado al laboratorio en donde se determinó la alcalinidad y dureza total empleando técnicas colorimétricas de acuerdo con la American Public Health Association (APHA, 1992). La clorofila “a” se estimó bajo la técnica de extracción acetónica de pigmentos (Boyd, 1979; Lorenze & Jeffrey, 1980) y para el fósforo total se utilizó el método de espectrometría con un laboratorio portátil marca HACH 2000.

Índice de Carlson (1977 y 1980)

Este índice utiliza los valores de la profundidad de visión del disco de Secchi (Sec) y de las concentraciones superficiales de Fósforo Total (PT) y de clorofila ‘a’ (Chla) y en función de los resultados obtenidos se clasifican en uno de los niveles de estado trófico (**Tabla 1**).



Se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{TSI (Sec)} = 60 - (14.41 * [\ln (\text{Secchi})])$$

$$\text{TSI (PT)} = 14.42 * [\ln (\text{PT})] + 4.14$$

$$\text{TSI (Chla)} = 9.81 * [\ln (\text{Chla})] + 30.6$$

$$\text{TSI Carlson} = (\text{TSI (Sec)} + \text{TSI (PT)} + \text{TSI (Chla)}) / 3$$

Donde:

PT: Fósforo total

Chla: Clorofila

Sec: Disco Secchi

Diversidad Microalgal y Zoobentónica

La toma de muestras in situ del material biológico algal, particularmente epíliton, se realizó mediante el cepillado/lavado de una roca por sitio de recolecta que presentara un diámetro aproximado de diez centímetros; para el zoobentos se utilizó un tubo nucleador de diez centímetros de diámetro para la extracción de sedimento de litoral y una draga Eckman para la zona limnética del lago. Ambas muestras se depositaron en frascos de plástico, fijándolas con formol al 4% y alcohol al 70% respectivamente para su preservación y traslado al laboratorio (Díaz, 2000; Kelly *et al.*, 1998). El análisis de las muestras y reconocimiento de los organismos se realizó utilizando un microscopio compuesto de campo claro Leica DM500 con cámara (microalgas) y un microscopio estereoscópico Leica EZ4E con cámara (zoobentos), así como claves de identificación especializadas y bases de datos electrónicas (Novelo *et al.*, 2007; Pennak, 1978; Thorp y Covich, 1991), registrándose la presencia de especies por sitio de muestreo para las microalgas, e individuos/m² para el zoobentos, aplicando la fórmula: Densidad = (núm. de individuos/ π . r²)100 para estos últimos.

Resultados y Discusión

Entre los factores que intervienen en la disponibilidad y abundancia de los nutrientes en los sistemas acuáticos se destaca el tamaño de la cubeta y la tasa de renovación de estos, el tipo de suelo de la cuenca y las interacciones con los sedimentos, además de las actividades antrópicas que se realizan en las inmediaciones del mismo, por lo que estos nutrientes siempre son más abundantes en ambientes situados en regiones en las que la actividad humana produce descargas de sustancias ricas en ellos, como son las actividades industriales, agropecuarias y domésticas (Echaniz & Vignatti, 2009).

Una porción del lago Coatetelco está rodeado de asentamientos humanos, principalmente restaurantes, y aunque la gran mayoría del litoral está ocupada por zonas agrícolas y en menor proporción por zonas pecuarias, lo que contribuye de manera importante con el aporte de nutrientes como desechos de alimentos (ya sea por su preparación y/o consumo), fertilizantes y pesticidas. En conjunto, esto ocasiona un aporte considerable de nutrientes exógenos al sistema, aunados a los producidos al interior por la actividad metabólica de los organismos que ahí habitan, principalmente peces en cultivo, actividad que se lleva a cabo en el lago desde hace varias décadas.

De manera general, los registros de los parámetros fisicoquímicos en el lago indican que contiene aguas de moderadamente duras a duras (secas y lluvias respectivamente) y pH con rangos alcalinos durante todo el año, con algunas variantes también durante la temporada de lluvias debido principalmente a la dilución por el efecto de precipitaciones durante los meses de junio a noviembre. Esta situación es muy frecuente



en ambientes en donde no existe un aporte continuo de agua, es decir, que presenta condiciones muy estables durante gran parte del año, cambiando con el aporte de agua nueva proveniente de las lluvias y los arrastres que se ocasionan por este fenómeno (Wezel, 2001). También indicaron aguas cuya oxigenación se cataloga como aceptable para la vida acuática, con valor promedio de 5.7 mg/L de oxígeno disuelto (OD) y temperatura promedio de 28.3°C. Estas dos últimas variables están estrechamente relacionadas y son de suma importancia en procesos biológicos como la respiración y la fotosíntesis, ya que la temperatura influye directamente en la productividad primaria, así como en las reacciones metabólicas de la reproducción y el crecimiento de la biota (De la Lanza-Espino & Hernández, 1998).

La transparencia del agua registró un promedio de 0.68 m, con el valor más alto en el mes de agosto (0.96 m) y el más bajo en el mes de mayo (0.41 m), situación que se relaciona principalmente con la temporada de dilución y concentración respectivamente, considerado como un parámetro estrechamente ligado con la incidencia de la luz y la cantidad de materia orgánica (fitoplancton) e inorgánica (sólidos disueltos) que se encuentra en la columna de agua (APHA, 1998). Con respecto a la clorofila "a", al ser extraída del concentrado de la muestra de agua, nos proporciona información cuantitativa de la productividad microalgal en el momento de la recolecta, es decir, la productividad primaria que se lleva a cabo en un momento determinado; para este parámetro el valor promedio registrado fue de 24.43 mg/m³, con el menor valor reportado en febrero (4.46 mg/m³) y el mayor en noviembre (47.2 mg/m³), situación que coincide con lo reportado por Gómez-Márquez *et al.*, (2008), quienes

indican que la biomasa de fitoplancton en este sistema aumenta a raíz de las altas concentraciones de nutrientes resultantes de la mezcla de agua y los cambios asociados a las lluvias en la hidrología del lago.

Respecto al fósforo, este es un nutriente de interés ecológico, pues tiene un papel importante en el metabolismo de la biota acuática, además de que es relativamente escaso en la hidrósfera, por lo que es considerado un factor limitante en la productividad primaria (Pérez, 1999; Tapia-Torres & García-Oliva, 2017). Los valores de este nutriente fueron de 1.56 mg/L en noviembre, 2.75 mg/L en mayo, con valor promedio de 2.61 mg/L.

El Índice del Estado Trófico cataloga al lago Coatetelco como eutrófico-hipereutrófico, debido a que los valores de transparencia, clorofila "a" y fósforo total se registraron por arriba de las 65 unidades TSI (Tabla 1), coincidiendo con lo obtenido por Granados-Ramírez *et al.* (2014), quienes lo reportan como un sistema eutrófico.

En el lago Coatetelco anualmente son sembradas de 100 000 a 200 000 crías de tilapia, lo que genera una producción aproximada por arriba de las 80 toneladas anuales (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

Tabla 1. Clasificación de las aguas de acuerdo con el Índice del Estado Trófico (TSI) y valores registrados durante el estudio en el lago Coatetelco.

Estado trófico	Valor de TSI	TSISec	TSIChla	TSIPT
Oligotrófico	≤ 30			
Mesotrófico	> 30 - ≤ 60			
Eutrófico	> 60 - ≤ 90	65	85	
Hipereutrófico	> 90			100



[CONAPESCA], 2017; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2017) y que desde el punto de vista económico y alimenticio generan un importante ingreso para las familias dedicadas a esta actividad.

Sin embargo, uno de los principales problemas en los sistemas utilizados para el cultivo de peces de interés alimenticio y comercial en las zonas rurales, ya sea en embalses naturales o artificiales, es que la población íctica después de cierto tiempo puede presentar problemas respecto a la degeneración de la especie y sobrepoblación, además de alterar de cierto modo la dinámica natural de los sistemas acuáticos a consecuencia de los desechos orgánicos de los peces bajo cultivo, ocasionando junto con las actividades antrópicas la eutrofización del sistema. Es un hecho que la eutrofización cambia las características de los ecosistemas acuáticos, alterando a su vez las cadenas tróficas y dando como resultado ecosistemas con una biodiversidad reducida y estable; y aunque el término “eutrofización” ha sido utilizado cada vez más para designar el aporte artificial e indeseable de nutrientes minerales, principalmente de fósforo y nitrógeno a las masas de agua, es importante resaltar que un mal manejo de las actividades pecuarias también puede impactar negativamente en los ecosistemas acuáticos debido a que la carga interna de nutrientes se genera como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica en el propio sistema y la acumulación de nutrientes en los sedimentos. Por ello, es imprescindible considerar que una eutrofización moderada genera un incremento en la producción de peces, sin embargo, mayores niveles de nutrientes pueden determinar una disminución en la producción a

consecuencia de las condiciones extremas generadas (Mazzeo *et al.*, 2002).

Prueba de la alteración a consecuencia de la eutrofización son los resultados obtenidos de la comunidad zoobentónica. Se cuantificaron un total de 4,131 organismos, lo que corresponde a 5,260 ind/m² e indica que es un sistema con alta densidad por metro cuadrado, pero con baja diversidad, puesto que sólo fueron reconocidos un orden, tres familias y un suborden: Podocopida (ostrácodos), Thiaridae (caracol Malayo), Planorbidae (caracol), Quironomidae (larvas) y Tubificina (oligochaetos), con una dominancia durante todo el ciclo de muestreo de los ostrácodos (67%), seguido de los gasterópodos que en conjunto sumaron un 30%, los quironómidos con el 2% y finalmente los oligoquetos con el 1% restante.

Considerando que es un sistema con actividades acuaculturales, estos resultados son comunes ya que en los ecosistemas acuáticos con estas características son muchos los factores que intervienen en la disponibilidad y abundancia de los nutrientes, el uso y reciclado de los mismos, así como las comunidades biológicas que alberga. Uno de los factores que impacta directamente sobre la fauna bentónica es la interacción con los sedimentos, ya que de ello depende su establecimiento y distribución al ser el sitio que habitan y en donde se alimentan. Al respecto, todo aquel sistema con actividades acuícolas desarrolla a la par otros organismos que pueden tener diversas relaciones con los animales bajo cultivo, pues pueden ser competidores de espacio, oxígeno y/o alimento, parásitos, simbioses, predadores o presa, siendo estos últimos de mayor interés práctico para los



acuacultores, ya que eventualmente serán aprovechados como alimento por los peces (Martínez *et al.*, 2010).

Respecto a la dominancia de los ostrácodos, esto puede deberse principalmente a que el lago presenta aguas duras, situación que favorece la asimilación de carbonatos de calcio para la formación de sus valvas y que son microcrustáceos asociadas a los fondos, de amplia distribución y de hábitos filtradores, detritívoros principalmente, bien adaptado a condiciones adversas en su entorno y cuya talla aproximada es de tres milímetros de caparazones bivalvos (Baltanas & Mesquita-Joanes, 2015; Hanson *et al.*, 2010).

El segundo grupo dominante fue el de los gasterópodos, comúnmente llamados caracoles, grupo que incluye aproximadamente un 5% de sus especies en ambientes dulceacuícolas y que se alimentan principalmente de perifiton (Strong *et al.*, 2008). Este grupo presenta una amplia distribución debido a que toleran una gran variedad de condiciones ambientales y a su sistema respiratorio, pues presentan un sistema pulmonar que los hace independientes de las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua (Hanson *et al.*, 2010). Este grupo está representado en el lago Coatetelco por tiaridos y planorbidos, grupos que contienen especies invasoras en muchos de los ecosistemas acuáticos de la entidad y en muchas partes del mundo, y cuyas causas de introducción son consideradas naturales o humanas, la primera provocada generalmente por algunas aves acuáticas y la segunda por actividades de acuarismo de plantas y animales (Green & Figuerola, 2005; Keller & Longe, 2007).

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

Muchas de las especies de este grupo se asocian principalmente a la vegetación acuática y pueden alcanzar altas densidades (más de 500 ind/m²) si las condiciones son adecuadas y con vegetación abundante (Vázquez & Gutiérrez, 2007; Yong *et al.*, 2001), situación que se presenta en el lago Coatetelco, pues gran parte del litoral se encuentra poblado por una importante comunidad vegetal. Esto último podría estar propiciando el establecimiento de las especies invasoras, aunado a que se puede presentar una posible interacción competitiva de alimentos y espacio entre los distintos gasterópodos de los ecosistemas lacustres, reduciendo la posibilidad de establecimiento de una mayor diversidad (Vázquez & Perera, 2010).

Respecto a los dos grupos con menor porcentaje de presencia en el lago Coatetelco, podemos indicar que son organismos comúnmente registrados en este tipo de sistemas ya que el 22% de los oligoquetos habitan aguas dulces (Martin *et al.*, 2008). Los quironómidos (larvas de Dípteros) también constituyen parte importante de la fauna bentónica y sirven de alimento para muchos organismos (Hanson *et al.*, 2010).

Para el caso de la diversidad microalgal fueron reconocidas tres clases, Cyanophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae. La primera clase con un total de siete especies, de las cuales cinco se registraron tanto en estiaje como en lluvias y dos sólo estuvieron presentes en temporada de lluvias, destacando las especies *Anabaena* sp. y *Chroococcus* sp. como dominantes. La clase Chlorophyceae registró 14 especies, de las cuales *Ankistrodesmus* sp., *Cladophora* sp., *Chlamydomonas* sp., *Cosmarium* sp. y *Desmodesmus abundans* estuvieron presentes en ambas estaciones y durante todos los muestreos.



Por último, para la clase Bacillariophyceae, se registraron 54 especies, destacando trece especies por ser las que se presentan en todos los muestreos y en las dos estaciones de recolecta: *Achnanthes clevei*, *Achnanthes lanceolata*, *Amphora montana*, *Aulacoseira granulata*, *Cocconeis pediculus*, *Cymbella amphicephala*, *Cymbella paucistriata*, *Gomphonema olivaceum*, *Hantzschia amphioxys*, *Melosira varians*, *Navicula cuspidata*, *Navicula subrhyncocephalan* y *Surirella elegans*. Estos resultados representan en total el reconocimiento de 75 especies, por lo que podemos considerar al lago como un sistema con diversidad microalgal alta y predominantemente epilítica.

Respecto a las clases de microalgas presentes en el lago Coatetelco, se señala que son los grupos más importantes en los ambientes dulceacuícolas debido a su alta tolerancia, lo que les permite desarrollarse en diversos hábitats, constituyendo en general los grupos mejor representados dentro de las microalgas (Huber *et al.*, 2011). La literatura menciona que su presencia está relacionada con las condiciones tróficas que presenta el sistema, lo que permite su establecimiento y permanencia (Oliva *et al.*, 2008; Tavera *et al.*, 2000). Respecto al estado trófico, se hace mención que las chlorofíceas, cianofíceas y bacillariofíceas generalmente van a estar presentes en sistemas con condición de eutrófia-hipertrófia, que como ya se señaló, el lago Coatetelco se cataloga como un sistema eutrófico a hipereutrófico, considerando que la presencia de estos grupos se debe a esta condición, es decir, condiciones de disponibilidad de nutrientes constante que prevalece la mayor parte del tiempo en el lago debido a que es un sistema estable y homogéneo.

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

En el caso particular de la dominancia de la clase Bacillariophyceae, se considera que es debida a que es un grupo cuyas características biológicas favorecen su prevalencia en ambientes acuáticos naturales tanto lóticos como lénticos. Se señala que la presencia de ciertas especies de diatomeas en los cuerpos de agua depende de interacciones tanto espaciales como temporales, mismas que se reflejan en su tasa de desarrollo (Torres-Orozco & García-Calderón, 1995). Por lo tanto, existen diferentes factores que son indispensables para que estos organismos se desarrollen de manera exitosa, rápida y eficaz como lo son diversos factores abióticos incluyendo nitratos, nitrógeno y fósforo total, es decir condiciones de disponibilidad de nutrientes adecuada y constante así como la disponibilidad de sílice para la formación de sus paredes celulares, también llamadas frústulos o valvas (De la Lanza-Espino, 1998; Gama *et al.*, 2010; Gómez *et al.*, 2014; Marín 2003; Romero, 1999; Orozco *et al.*, 2003).

De manera general podemos indicar que el lago Coatetelco presenta cierto grado de alteración por acción humana ya que se desarrollan actividades de distintos tipos, incluidas las pecuarias tanto dentro como fuera del mismo, situación que genera de cierta forma alteración en las comunidades biológicas, sin embargo, estas alteraciones han propiciado que algunos organismos se hayan adaptado mejor, al grado de dominar unas especies sobre otras; que si bien no es el ideal en los cuerpos de agua de origen natural, es aceptable bajo las condiciones de uso al que está sometido. El nivel trófico que presenta el lago Coatetelco, como ya se mencionó, se debe principalmente al aporte continuo de nutrientes exógenos, aunado a los producidos al interior del sistema por la actividad



metabólica de los organismos que ahí habitan, sin embargo, este grado de eutrofia ha propiciado que se pueda desarrollar la actividad piscícola, pues desde el punto de vista productivo, es un sistema con importante aporte nutrimental en donde se pueden desarrollar adecuadamente organismos de distintos niveles tróficos.

Si bien, es un hecho que la eutrofización cambia las características de los ecosistemas acuáticos y da como resultado ecosistemas con una biodiversidad reducida y estable, es importante resaltar que el uso adecuado de los sistemas bajo estas condiciones proporciona un espacio para la generación de alimentos de buena calidad, siempre y cuando se lleven a cabo acciones que impidan su deterioro acelerado, como lo es el monitoreo de la calidad del agua, resiembras y cosechas programadas y organizadas, manejo de la o las especies bajo cultivo, monitoreo de las descargas de agua al sistema, desazolve cuando sea necesario, entre otras más, y que brindara excelentes rendimientos en la generación de proteína animal a bajo costo para los pobladores de la región (Colmenar, 2002; Corral *et al.*, 2000; Mazzeo *et al.*, 2002).

Conclusiones

Es importante reconsiderar el manejo que se le da actualmente al lago Coatetelco para mejorar las condiciones de este, priorizando el trabajo colaborativo entre los pobladores y las instancias gubernamentales, ya que acciones como las descargas de aguas residuales no controladas, así como el repoblamiento excesivo de peces para cultivo, puede afectar drásticamente las condiciones ambientales en un plazo de tiempo corto.

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

Los servicios ambientales que este importante cuerpo de agua proporciona son invaluable, como lo es el almacenamiento de un considerable volumen de agua, que, si bien es utilizado prioritariamente para actividades humanas, también brinda un sinnúmero de beneficios a distintas especies que lo utilizan de manera permanente u ocasional.

Es importante considerar alternativas enfocadas en el uso de la vegetación emergente (plantas acuáticas) que se desarrollan en, prácticamente, toda la orilla del lago, principalmente para reducir de cierta forma el aporte de materia orgánica a este mismo, por ejemplo, utilizándola para la fabricación de biocombustibles, artesanías o como forraje.

Es primordial realizar un plan de manejo de manera integral que brinde certidumbre al uso del lago para fines pecuarios pero que a su vez considere los aspectos de servicios ambientales y conservación.

Referencias

- Arocena, R. y Conde, D. (1999). *Métodos en ecología de aguas continentales: con ejemplos de limnología en Uruguay*. Edición D.I.R.A.C. Universidad de la República.
- American Public Health Association. (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation.
- American Public Health Association. (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association.



- Baltanas, A. y Mesquita-Joanes, F. (2015). Manual Orden Podocopida. *Revista IDE@SEA*, (74), 1-10.
- Boyd, C. E. (1979). Water quality management in ponds fish culture. *Research and development Series 22*.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361-369.
- Carlson, R. E. (1980). More complications in the chlorophyll-Secchi disk relationship. *Limnology and Oceanography*, 25(2), 379-382.
- Colmenar, E. (2002). *Un termómetro para las aguas* [Archivo PDF]. http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/ambienta/n15/articulo8.pdf 22/09/2017
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. (29 de agosto de 2017). www.acuasesor.conapesca.gob.mx/anuario.php 29/08/2017
- Corral, M. L., Grizel, H., Montes, J. y Polanco, E. (2000). *La acuicultura: biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial (Tomo 1)*. Fundación Alfonso Martín Escudero, Grupo Mundi-Prensa.
- De la Lanza, E. G. (1998). Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua. En C. L.R. Martínez (ed.). *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT Editor, S.A.
- De la Lanza, E. G. y Hernández, P. S. (1998). Nutrientes y productividad primaria en sistemas acuícolas. En C. L. R. Martínez (ed.). *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT Editor, S.A.
- De la Lanza-Espino, E. G., García-Cabrera, J., Soto-Cadena, J., Zamudio-Reséndiz, M. E., González-Mora, I. D. y Hernández-Pulido, S. (2007). La presa Requena y su calidad de agua a través de indicadores fitoplanctónicos, Hidalgo. En G. De la Lanza y J. L. García, (comps.). *Las*

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

- aguas interiores de México. Conceptos y casos* (pp. 481-494). AGT Editor, S.A.
- Díaz, V. M. (2000). *Aspectos sobre la diversidad, densidad y distribución de la fauna bentónica en el lago Zempoala, Morelos, México durante un ciclo anual (febrero 1997-febrero 1998)* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos].
- Echaniz, S. y Vignatti, A. (2009). Determinación del estado trófico y de la capacidad de carga del embalse casa de piedra. *Bioscriba*, 2(1), 41-51.
- Gama, F. J. L., Pavón, M. E. L., Ramírez, P. T. y Ángeles, L. O. (2010). *Análisis de calidad del agua. Relación entre factores bióticos y abióticos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez-Márquez, J.L., Peña-Mendoza, B., Salgado-Ugarte, I. H., Sánchez-Herrera, A. K. y Sastré-Baez, L. (2008). Reproduction of the fish *Poeciliopsis gracilis* (Cyprinodontiformes:Poeciliidae) in Coatetelco, a tropical shallow lake in Mexico. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 56(4), 1801-1812.
- Gómez, M. J. L., Blancas, A. G., Constanzo, C. E. y Cervantes, S. A. (2014). *Análisis de la calidad de aguas naturales y residuales con aplicación a la microescala*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
- Granados-Ramírez J. G., Gómez-Marques, J. L., Peña-Mendoza, B. y Martínez-Alaníz, M. (2014). *Inventario de cuerpos de agua del estado de Morelos*. AGT Editor, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Green, A.J. y Figuerola, J. (2005). Recent advances in the study of long distance dispersal of aquatic invertebrates via birds. *Diversity Distrib*, 11, 149-156.



- Guiry, M.D. y Guiry, G.M. (20 de marzo de 2023). *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. <https://www.algaebase.org>.
- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37
- Huber, M. P., Novoa, M. D. y Martínez de Fabricius, A. L. (2011). Fitoplancton de una laguna endorreica de uso recreacional (Córdoba, Argentina). *Biológicas*, 13(1), 24-33.
- Keller, R.P. y Lodge, D.M. (2007). Species invasions from commerce in live aquatic organisms: problems and possible solutions. *BioScience*, 57(5), 428-436.
- Kelly, M. G., Cazaubon, A., Coring, E., dell'Uomo, A., Ector, L., Orfebre, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwandrans, J., Laugaste, R., Lindstrom, E. A., Leitao, M., Marvan, P., Padisák, J., Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., Vandan, H. y Vizinet, J. (1998). Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 10, 215-224.
- Lorenze, C. J. y Jeffrey, S. W. (1980). *Determination of chlorophyll in seawater: Report of intercalibration tests*. Unesco Technical Papers in Marine Science.
- Lozano O. L. (2005). La bioindicación de la calidad del agua: importancia de los macroinvertebrados en la cuenca alta del río Juan Amarillo, cerros orientales de Bogotá. *Umbral Científico*, (7), 5-11.
- Marín, G. R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos*. Tratamiento y control de calidad de aguas. Ediciones Díaz de Santos, S.A.

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

- Martin, P., Martínez-Ansemil, E., Pinder, A., Timm, T. y Wetzel, M. J. (2008). Global diversity of oligochaetous clitellates ("Oligochaeta"; Clitellata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 198: 117-127.
- Martínez C. L., Martínez, P. M., López, E. J. A, Campaña, T. A., Miranda, B. A., Ballester, E. y Porchas, C. M. A. (2010). Alimento Natural en Acuicultura: una revisión actualizada. En L.E. Cruz-Suarez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Nieto-López, D.A. Villarreal-Cavazos y J. Gamboa-Delgado (eds.). Avances en Nutrición Acuícola X - Memorias del X Simposio Internacional de Nutrición Acuícola.
- Mazzeo, N., Clemente, J., García-Rodríguez, F., Gorga, J., Kruk, C., Larrea, D., Meerhoff, M., Quintans, F., Rodríguez-Gallego, L. y Scasso, F. (2002). En A. Domínguez y R.G. Prieto (eds.). *Eutrofización: causas, consecuencias y manejo*. Perfil Ambiental, Nordan-Comunidad.
- Morse, J. C. (2009). Biodiversity of aquatic insects. En R. G. Footitt, y P. H. Adler (eds.). *Insect Biodiversity: Science and Society* (pp. 165-184). Blackwell Pub.
- Novelo, E., Tavera, R. e Ibarra, C. (2007). *Bacillariophyceae from Karstic Wetlands in México*. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.
- Oliva, M. M. G., Rodríguez, R. A., Lugo, V. A. y Sánchez R. M. R. (2008). Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico. *Hidrobiológica*, 18, 1-13.
- Orozco, B. C., Pérez, S. A., González, D. M. N., Rodríguez, V. F. J. y Alfayate, B. (2003). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. Paraninfo.
- Pennak, R. (1978). *Freshwater Invertebrates of the United States. 2nd Edit.* Wiley Interscience.

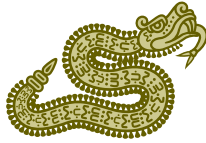


- Pérez, B. L. (1999). *Concentración, distribución y fraccionamiento geoquímico del fósforo en sedimentos de dos lagunas costeras del noroeste de México* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/concentracion-distribucion-y-fraccionamiento-geoquimico-del-fosforo-en-los-sedimentos-de-dos-lagunas-costeras-del-n-78048>
- Romero, R. J. A. (1999). *Calidad del agua*. Alfa-Omega Grupo Editorial S.A. de C.V. y Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Strong, E. E., Gargominy, O., Ponder, W. F. y Bouche, P. (2008). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 149-166.
- Tapia-Torres, Y. y García-Oliva, F. (2017). Fósforo, la nueva arista de la crisis global ambiental. *Oikos*, 16, 22-24.
- Tavera, R., Novelo, E. y Comas, A. (2000). Chlorococcalean algae (s.l.) from the ecological Park of Xochimilco, México. *Algological Studies*, 100, 65-94.
- Thorp, J. H. y Covich, A. P. (1991). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press, Inc.
- Torres-Orozco, B. R. E. y García-Calderón, J. L. (1995). *Introducción al manejo de los datos limnológicos*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Vázquez, P. A. A. y Gutiérrez, A. A. (2007). Ecología de moluscos fluviales de importancia médica y veterinaria en 3 localidades de La Habana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 59(2).
- Vázquez, P. A. A. y Perera, V. S. (2010). Endemic freshwater molluscs of Cuba and their conservation status. *Tropical Conservation Science*, 3(2), 190-199.

III. Aspectos limnológicos del Lago de Coatetelco

- Vázquez, S. G., Castro, M. G., González, M. I., Pérez R. R. y Castro, B. T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *Contactos*, 60, 41:48
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystem*. Third Edition. Academic Press.
- Xu, F. L., Tao, S., Dawson, R. W. y Li, B. G. (2001). A GIS-based method of lake eutrophication assessment. *Ecological modelling*, 144(2-3), 231-244.
- Yong, M., Gutiérrez, A., Perera, G., Durand, P. y Pointier, J. P. (2001). The *Biomphalaria havanensis* complex (Gastropoda: Planorbidae) in Cuba: a morphological and genetic study. *Journal Molluscan Stud*, 67, 103-111.

IV



LOS PECES DE COATETELCO, IMPORTANCIA Y AMENAZAS

THE FISH OF COATETELCO, IMPORTANCE AND THREATS

**Juan Manuel Rivas González¹, Humberto Mejía Mojica^{1,2}, Liliana González Flores^{3,4}, Humberto Cambranis Miñon⁵ y Topiltzin Contreras-MacBeath^{1,2}*

¹Laboratorio de Conservación de la Biodiversidad Dulceacuícola, Escuela de Estudios Superiores El Jicarero, ²Laboratorio de Ictiología, Centro de Investigaciones Biológicas, ³Escuela de Turismo, ⁴Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, ⁵DOMO (Consultoría de Negocio y Desarrollo de Software).

*Autor de correspondencia: manuel.rivas@uaem.mx

Resumen

Con base en la revisión de registros históricos presentes en colecciones científicas, en bases de datos, así como muestreos durante los años 2020 y 2022, se presenta un análisis de los cambios que han sufrido los peces de agua dulce que habitan en el lago de Coatetelco, Morelos. Los



resultados muestran que, a lo largo de su historia, en el lago han existido ocho especies de peces, tres nativas y cinco exóticas. Las tres especies nativas eran *Astyanax mexicanus*, *Poecilia sphenops* y *Amphilophus istlanus*, sin embargo, a lo largo de los últimos 60 años se fueron incorporando especies como producto de la actividad acuícola extensiva y de ornato. A medida que unas fueron incorporadas, otras desaparecieron hasta llegar a la condición actual en la que sólo existen tres especies: el guatopote jarocho, la lobina negra y la tilapia (*Poeciliopsis gracilis*, *Micropterus salmoides* y *Oreochromis niloticus* respectivamente), todas invasoras. Se presentan además monografías de cada una de las especies que habitan o han habitado en Coatetelco, se hace una breve descripción de la condición ambiental del lago, de la actividad pesquera y se concluye con algunas sugerencias para mejorar la condición ecológica y de biodiversidad del lago de Coatetelco.

Palabras clave: Lago, Coatetelco, peces, pesca, especies exóticas invasoras.

Abstract

Based on the review of historical records present in scientific collections, databases, as well as samplings during the years 2020 and 2022, an analysis of the changes that the freshwater fish that inhabit Lake Coatetelco Morelos have undergone is presented. The results show that throughout its history there have been eight species of fish in Lake Coatetelco, three native and five exotics, the latter representing 62.5% of the total. Originally, three native species were present in the lake (*Astyanax mexicanus*, *Poecilia sphenops* and *Amphilophus istlanus*), however

over the last 60 years species were incorporated because of extensive and ornamental aquaculture. As some species were incorporated, others disappeared until reaching the current condition in which there are only three species: the guatopote jarocho, the black bass and the tilapia (*Poeciliopsis gracilis*, *Micropterus salmoides* and *Oreochromis niloticus* respectively), all invasives. Monographs of each of the species that inhabit or have inhabited Coatetelco are also presented, a brief description of the environmental condition of the lake, fishing activity and the document concludes with some suggestions on how to improve the environmental condition and biodiversity of Lake Coatetelco in the future.

Keywords: lake, Coatetelco, fishes, fishery, invasives.

Introducción

El área geográfica que comprende al territorio nacional de México es reconocida por su enorme diversidad biológica y cultural, por lo que es considerado uno de los pocos países megadiversos por estos dos aspectos. Dentro de esta diversidad, específicamente hablando de ictiofauna, se han registrado hasta hoy un total de 2,692 especies de peces de las cuales 616 habitan en los ecosistemas dulceacuícolas continentales y, de éstas, 264 son endémicas a México (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014).

Desde 1985 en que se institucionalizó la colección ictiológica del Laboratorio de ictiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM, se ha estudiado la diversidad íctica presente en los cuerpos de agua del Estado de Morelos (Mejía-Mojica *et al.*, 2016), lo cual ha permitido conocer la situación de la ictiofauna en diversos sistemas acuáticos



(Contreras-MacBeath 1990, 1995), así como los cambios que ha sufrido ésta a consecuencia de las especies exóticas introducidas (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998, Mejía-Mojica *et al.*, 2015, Rivas-González & Cambranis-Miñón, 2020). El estudio más reciente sobre la ictiofauna de Morelos reconoce que en la entidad existen 31 especies de peces, de las cuales 20 son exóticas y 11 nativas (Contreras-MacBeath *et al.*, 2020); siendo la Carpita de Morelos (*Graodus boucardi*) la única especie endémica del estado (Contreras-MacBeath & Rivas, 2007).

Si bien en la colección ictiológica de la UAEM se tienen colectas y registros de especies de todos los cuerpos de agua de Morelos, son pocos los trabajos que se han publicado sobre la ictiofauna de lagos o ríos específicos, de ahí la importancia de producir un documento sobre la ictiofauna de Coatetelco, cuerpo de agua emblemático de la entidad, que está asociado a la cultura del municipio que lleva el mismo nombre y que además tiene una importante actividad pesquera y turística.

Caracterización del Lago

El lago de Coatetelco se localiza en la zona centro-oeste del estado de Morelos en el municipio indígena de Coatetelco. Forma parte de la subcuenca del río Tembembe, tributario del río Amacuzac, que forma parte de la cuenca alta del río Balsas. El lago pertenece a la microcuenca endorreica denominada microcuenca de Coatetelco con una superficie de 3,320 ha (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2015). Tiene una forma alargada de noreste a suroeste con una longitud máxima de 1.56 km y una anchura de 752 m y una superficie que varía de entre 150 a 250 ha, según sea la temporada de lluvias o secas. Se puede considerar un lago somero, con una profundidad promedio anual de 3.58 m en su parte

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

más profunda (Instituto Nacional de la Pesca [INAPESCA], 2017). En la zona del litoral (zona más baja) se obtuvo una profundidad que va de los 0.20-0.70 m. Su poca profundidad conduce a que haya periodos de mezcla continuos, por lo que se clasifica como un lago polimíctico cálido continuo.

En lo que respecta a los parámetros fisicoquímicos, el lago presenta una alcalinidad alta con un valor promedio de 9.42 (González-Flores, en rev.). El contenido de fósforo es significativo, ya que Gómez-Márquez (2002) registra 0.85 mg/l, Díaz-Vargas (2017) reporta un promedio de 2.61 mg/l, mientras que INAPESCA (2017) registra 0.102 mg/l, aunque existe una variación en los datos de los diferentes autores, los valores de concentración son propios de cuerpos de agua eutróficos. Esta disponibilidad de fósforo total se refleja en las concentraciones de clorofila "a", que, a pesar de no ser excesivas, son propias de un cuerpo de agua muy productivo debido a que los factores principales que determinan el crecimiento de la biomasa algal son los nutrimentos nitrógeno y fósforo (Environmental Protection Agency [EPA], 2000).

Díaz-Vargas (2017) menciona que, de acuerdo con el Índice del Estado Trófico, los bajos valores de transparencia, el alto contenido de fósforo y los niveles de clorofila "a" clasifican al lago como un cuerpo de agua eutrófico con tendencia a la hipertrofia. Estos resultados son de especial interés para el manejo del mismo.

Ictiofauna del Lago de Coatetelco

Para conocer la ictiofauna del lago de Coatetelco, se revisaron los registros de la Colección Ictiológica del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM, del Sistema Nacional de Información sobre



Biodiversidad (SNIB), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2023), y datos de colecciones integrados en la base de datos "Global Biodiversity Information Facility" (GBIF), mismos que se procesaron utilizando la plataforma geoespacial GEOCAT® (2023). Además, se realizaron muestreos de campo en los veranos del 2022 y 2023 (**Figura 1**). Los nombres científicos y las sinonimias se validaron revisando el catálogo de especies de Eschmeyer

Figura 1. Colecta de peces en el lago de Coatetelco en la primavera de 2023.



Foto: D. Mejía

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

de la Academia de Ciencias de California (Fricke *et al.*, 2023), de donde se tomaron también datos de la distribución.

El resultado que destaca al revisar los registros históricos y actuales de peces en el lago es la escasa riqueza de especies de peces, con tan sólo ocho especies, tres de las cuales son nativas y cinco introducidas (**Cuadro 1**), lo cual indica, que a pesar de ser uno de los cuerpos de agua de mayor tamaño en el estado de Morelos, históricamente, sólo se presentaban tres especies ícticas en el lago, antes del auge de la actividad acuícola extensiva en la entidad que ocasionó la introducción de las otras cinco especies.

Cuadro 1. Especies ícticas con registros históricos y actuales en Coatetelco.

Familia	Especie	Origen	Situación actual
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>	Nativa	Ausente
Poeciliidae	<i>Poecilia sphenops</i>	Nativa	Ausente
	<i>Poecilia reticulata</i>	Exótica	Ausente
	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	Exótica	escaza
	<i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i>	Exótica	Ausente
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Exótica	Común
Cichlidae	<i>Amphilophus istlanus</i>	Nativa	Ausente
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Exótica	Abundante



Cichlidae con dos (*Amphilophus istlanus* y *Oreochromis niloticus*). Las otras dos familias, Characidae y Centrarchidae, están representadas por una especie cada una, *Astyanax mexicanus* y *Micropterus salmoides*, respectivamente.

En lo que respecta a su origen, las tres especies nativas *Astyanax mexicanus* (sardina plateada), *Poecilia sphenops* (molly del Balsas) y *Amphilophus istlanus* (mojarra criolla) son de amplia distribución en la cuenca del río Balsas, mientras que las especies exóticas provienen de la actividad acuícola, tilapia (*Oreochromis niloticus*) y lobina (*Micropterus salmoides*) como parte de programas de fomento pesquero; los gupis (*Poecilia reticulata*) son el resultado de la acuicultura ornamental, mientras que el guatopote jarocho (*Poeciliopsis gracilis*) y el guatopote manchado (*Pseudoxiphophorus bimaculatus*) se introdujeron de manera incidental como parte de las actividades anteriores.

Los muestreos realizados durante las primaveras de 2022 y 2023 revelan que en la actualidad (2023) en Coatetelco sólo se pueden encontrar tres especies de peces: *Poeciliopsis gracilis*, *Micropterus salmoides* y *Oreochromis niloticus*, todas ellas exóticas, lo cual evidencia el manejo poco sustentable que se le ha dado al lago en las últimas décadas.

A continuación, se presentan monografías e imágenes de las especies de peces registradas para el lago de Coatetelco:

***Astyanax mexicanus* (Bocourt 1868)**

Sinonímias: *Anoptichthys antrobius*, *Anoptichthys hubbsi*, *Anoptichthys jordani*, *Tetragonopterus fulgens*, *Tetragonopterus mexicanus*, *Tetragonopterus nitidus*.

Figura 2. Blanquilleras, *Astyanax mexicanus*.



Foto: T. Contreras-MacBeath

Nombres comunes: Sardina de río, Sardina plateada, Sardinita mexicana, Sardinita ciega, Platillas, Blanquilleras. **En inglés:** Mexican Tetra, Blind Tetra (Figura 2).

Taxonomía: Pertenece a la familia Characidae que tuvo una radiación explosiva en el Neotrópico, tal vez por la poca presencia de Cyprinidos en esta región, mismos que dominan en todos los demás continentes excepto Oceanía (Mirande, 2019). El género *Astyanax* incluye 127 especies, de las cuales 20% han sido descritas en los últimos 10 años (Rossini *et al.*, 2016). Se trata de uno de los géneros de

más amplia distribución, ya que las especies se distribuyen desde Texas hasta la región norte de la Patagonia (Casciotta *et al.*, 2005).

Distribución: La distribución de *Astyanax mexicanus* se restringe a la cuenca del río Balsas, a la del río Armeria y otras pequeñas cuencas adyacentes en Colima, Jalisco y Guerrero, en la vertiente del Pacífico mexicano (Schmitter-Soto, 2017).

Historia natural y ecología: *Astyanax mexicanus* vive en pequeños grupos y pueden formar también grandes cardúmenes. Se trata de una especie ovípara, que no presenta un cortejo elaborado ni cuidado parental por lo que son considerados como desovadores pelágicos que liberan los gametos en la columna de agua. Esta especie tiene poblaciones adaptadas a la vida en cavernas y se ha visto que los ejemplares de cuevas tienden a ser de menor talla (Simon *et al.*, 2017). Datos de un trabajo sobre gremios tróficos en el río Amacuzac la ubica como una especie omnívora, con un alto contenido de material vegetal en su dieta (Santillán, 2022).

Situación actual en Coatetelco: Nativa, extirpada, los últimos registros en Coatetelco datan de 1982 (Huerta y Castañeda, 1982).

Poecilia sphenops Steindachner 1863

Sinonímias: *Mollinesia sphenops*, *Poecilia sphenops*, *Gambusia modesta*, *Gambusia plumbea*.

Figura 3. Molly del Balsas, *Poecilia sphenops*.



Foto: T. Contreras-MacBeath

Nombres comunes: Panzonas, Barrigoncitas, Repotetes, Topote mexicano, Molly del Balsas, Molly dálmata, Blanquilleras. **En inglés:** Common Molly, Mexican Molly (Figura 3).

Taxonomía: Es una especie perteneciente a la Familia Poeciliidae que cuenta con 348 especies que se distribuyen en ambientes acuáticos desde los Estados Unidos hasta Argentina, 115 de las cuales 30% se distribuyen en México (Hernández-López *et al.*, 2022), lo que la



hace la familia de peces con el mayor número de especies en el país (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014). El género *Poecilia* incluye 42 especies válidas (Froese & Pauly, 2023).

Distribución: De acuerdo con un estudio filogeográfico reciente (Palacios *et al.*, 2023), la distribución de *Poecilia sphenops* se limita a la cuenca del río Balsas, por lo cual era nativa del lago de Coatetelco.

Historia natural y ecología: Habita en zonas someras de lagos, embalses, arroyos y ríos de agua clara a turbia, donde se les encuentra ramoneando sobre el perifiton de superficies de rocas, ya que es una especie primordialmente detritófaga (Trujillo-Jiménez & Toledo, 2007). Se trata de una especie vivípara con fecundación interna y los machos poseen una modificación en su aleta anal en forma de órgano reproductor llamada gonopodio, la cual utilizan para transferir espermatozoides durante la fertilización interna (Betanzos-Reyes *et al.*, 2020).

Situación actual en Coatetelco: Nativa extirpada, los últimos registros datan de 1985.

***Poecilia reticulata* Peters 1859**

Sinonímias: *Girardinus guppii*, *Lebistes poecilioides*.

Nombres comunes: Bandera, Gupi, Gupi africano, Guppy salvaje, Sardinita. **En inglés:** Barbados millions, Fancy Guppy, Guppy, Million fish, Millions Fish, Rainbow fish (**Figura 4**).

Figura 4. Gupi, *Poecilia reticulata*.



Foto: T. Contreras-MacBeath

Taxonomía: El gupi es un pez pequeño de la familia Poeciliidae, que cuenta con 348 especies que se distribuyen en ambientes acuáticos desde los Estados Unidos hasta Argentina, 115, de las cuales 30% se distribuyen en México (Hernández-López 2022), lo cual la hace la familia de peces con el mayor número de especies en el país (Contreras- MacBeath *et al.*, 2014). El género *Poecilia* incluye 42 especies válidas (Froese & Pauly, 2023).

Distribución: *Poecilia reticulata* se distribuye de manera natural en arroyos en el noreste de América del Sur (Venezuela, Guyana y Surinam) y las islas adyacentes de las Antillas Menores, incluidas Trinidad y Tobago (Alexander *et al.*, 2006).



Historia natural y ecología: Los gupis son peces vivíparos que tienen un tiempo de generación corto, de aproximadamente 26 días. El intervalo entre el nacimiento de una hembra y el momento en que da a luz a su primera camada de crías es de tan sólo 10 semanas, lo que las convierte en uno de los vertebrados de más rápido desarrollo. Son peces pequeños, con tamaños adultos que oscilan entre los 13 y los 30 mm (Reznick, 1997). Dussault & Kramer (1981) encontraron que los tractos digestivos de los gupis silvestres contenían principalmente algas bentónicas y larvas de insectos acuáticos. Por lo general, los gupis viven en cardúmenes y dejan la relativa seguridad de los cardúmenes para inspeccionar a los posibles depredadores de peces de una manera que minimice su riesgo (Croft *et al.*, 2006).

Situación actual en Coatetelco: Introducida, ausente. Los registros encontrados datan de 1947 y 1959.

***Poeciliopsis gracilis* (Heckel 1848)**

Sinonímias: *Xiphophorus gracilis*, *Gambusia heckeli*, *Priapichthys letonai*.

Nombres comunes: Guatopote jarocho, Pintos, **en inglés:** Porthole Livebearer (Figura 5).

Taxonomía: Es una especie perteneciente a la Familia Poeciliidae que cuenta con 348 especies que se distribuyen en ambientes acuáticos desde los Estados Unidos hasta Argentina, 115 de las cuales 30% se distribuyen en México (Hernández-López, 2022), lo cual la

Figura 5. Guatopote jarocho, *Poeciliopsis gracilis*.

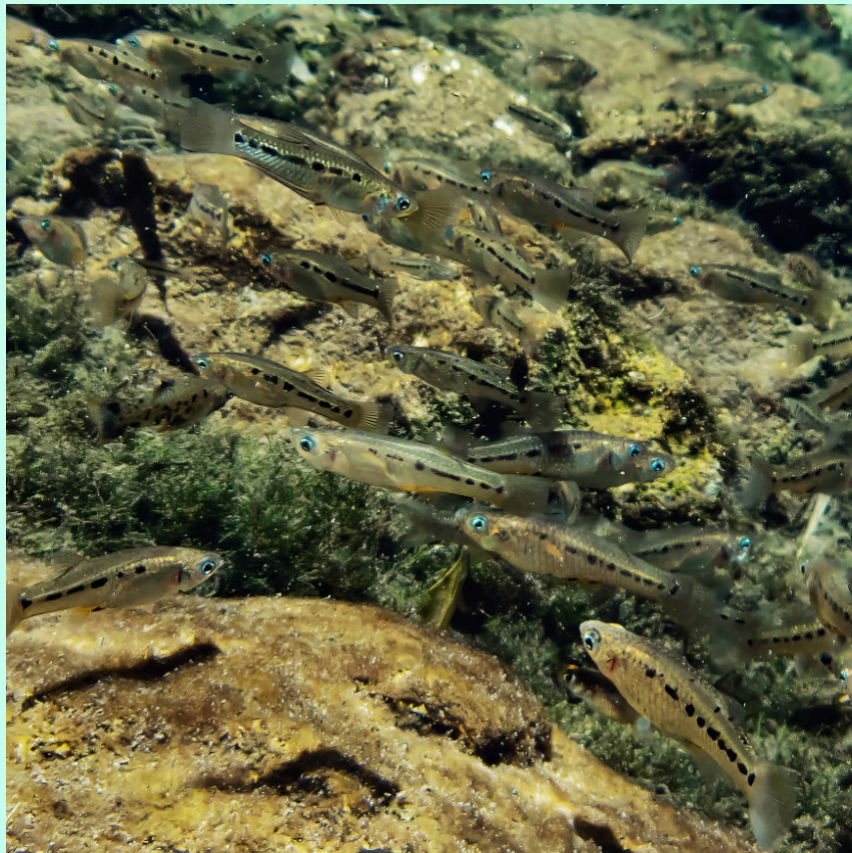


Foto: T. Contreras-MacBeath

hace la familia de peces con el mayor número de especies en el país (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014). El género *Poeciliopsis* incluye 25 especies (Froese & Pauly, 2023).



Distribución: *Poeciliopsis gracilis* es un pez pequeño de la familia Poeciliidae originario de Centroamérica y México, con distribución natural en los ríos y arroyos de ambas vertientes. Hacia la vertiente del Pacífico las poblaciones de este pez van desde la cuenca del Río Verde en Oaxaca hasta Honduras, mientras que por el Atlántico habitan desde el río Coatzacoalcos en Veracruz, hasta Honduras (Meffe y Snelson, 1989; Mejía-Mojica, 1992; Miller *et al.*, 2005). *Poeciliopsis gracilis* fue introducida en 1994 en la región hidrológica del río Amacuzac, probablemente acompañando a otras especies usadas en la acuicultura. Sin embargo, en muy poco tiempo se estableció y alcanzaron un alto grado de dispersión; actualmente es la especie más abundante en la región, y se encuentra prácticamente en todos los ecosistemas acuáticos en el estado de Morelos (Mejía-Mojica, de Jesús Rodríguez-Romero *et al.*, 2012, Mejía-Mojica, Contreras-MacBeath, 2015).

Historia natural y ecología: Las hembras *P. gracilis* tienen una muy temprana activación sexual, entrando a la madurez gonádica con apenas 2.5 cm de longitud. A partir de esta talla y hasta alcanzar el tamaño máximo, las hembras vivíparas superfetadas de *P. gracilis* mantienen en la cavidad visceral a una de sus gónadas maduras con ovocitos fertilizados, por lo que el nacimiento de nuevas crías es continuo a lo largo de su corto periodo de vida, que puede ser de poco más de un año (Contreras-MacBeath & Ramírez-Espinoza, 1996, Gómez-Márquez *et al.*, 2008). La dieta de *P. gracilis* está constituida principalmente de diatomeas y otros materiales vegetales

microscópicos, los cuales ramonea a lo largo del año en el sedimento o de aquella adherida en el fondo rocoso. De esta manera, es común encontrar grandes cardúmenes de la especie habitando principalmente en aguas someras y de corriente lenta, en donde puede soportar temperaturas de aguas por arriba de los 35°C en los márgenes y pequeñas pozas de los ríos y arroyos de menor flujo (Medina-Nava *et al.*, 2011).

Situación actual en Coatetelco: Introducida, escaza.

***Pseudoxiphophorus bimaculatus* (Heckel 1848)**

Sinonímias: *Poecilioides bimaculatus*, *Xiphophorus bimaculatus*, *Pseudoxiphophorus pauciradiatus*, *Pseudoxiphophorus reticulatus*.

Nombres comunes: Guatopote manchado, Topote de dos puntos, Repotete. **En inglés:** Spottail Killifish, Twospot livebearer (Figura 6).

Taxonomía: Es una especie perteneciente a la Familia Poeciliidae que cuenta con 348 especies que se distribuyen en ambientes acuáticos desde los Estados Unidos hasta Argentina, 115 de las cuales 30% se distribuyen en México (Hernández-López, 2022), lo cual la hace la familia de peces con el mayor número de especies en el país (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014). El género *Pseudoxiphophorus* incluye nueve especies que se distribuyen de manera natural en la vertiente Atlántica, desde México hasta Nicaragua (Agorreta *et al.*, 2013).



Figura 6. Guatopote manchado, *Pseudoxiphophorus bimaculatus*.



Nota. Foto: T. Contreras-MacBeath

Distribución: El Guatopote manchado es una especie nativa de México que se distribuye hasta Nicaragua, ha sido introducida en varios cuerpos de agua del territorio nacional incluida la cuenca alta del río Balsas. También ha sido registrada en los estados de Veracruz, Campeche, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Espinoza *et al.*, 1993, Miller *et al.*, 2005, 2009). Se registró por primera vez en Morelos en 1987 (Gaspar, 1987).

Historia natural y ecología: Es una especie robusta, de cuerpo alargado, con una longitud de 6 a 7 cm en los machos y 12 a 15 cm en las hembras. Después de un periodo de gestación de 6 a 8 semanas, pueden gestar de 20 a 100 juveniles (dependiendo del tamaño de las hembras), cada uno mide aproximadamente 1.5 cm de longitud (Wischnath, 1993). Gómez-Márquez *et al.* (1999) realizaron un estudio sobre la reproducción y el crecimiento de *P. bimaculatus* en Coatetelco, y encontraron una proporción sexual de 1.7:1 a favor de las hembras. La talla de primera reproducción para los machos fue de 22 mm de longitud patrón y para las hembras de 27 mm; múltiples desoves posiblemente se realicen durante el ciclo reproductivo (de marzo a mayo y de julio a octubre) principalmente durante la temporada de lluvias. Se encontró relación directa entre el peso total y la longitud patrón para esta especie y, la longitud patrón asintótica para los machos fue de 64 mm y para las hembras de 81 mm, con mayor tasa de crecimiento para estas últimas. Se considera una especie omnívora con una dieta muy variada, consumiendo especialmente insectos, terrestres y acuáticos, aunque ocasionalmente se han encontrado en los contenidos estomacales los huevos y larvas de otros peces (Trujillo-Jiménez & Toledo 2007; Wischnath, 1993).

Situación actual en Coatetelco: Introducida, ausente.



***Micropterus salmoides* (Lacepède 1802)**

Sinonímias: *Cichla floridana*, *Grystes megastoma*, *Grystes nobilis*, *Grystes nuecensis*, *Huro nigricans*, *Labrus salmoides*, *Pikea sericea*.

Nombres comunes: Lobina negra, Huro, Perca atruchada. En inglés: Black bass, Large-mouth bass, Green trout (**Figura 7**).

Taxonomía: Pertenece a la familia Centrarchidae que es nativa de Norteamérica y cuenta con 30 especies. El género *Micropterus* está

Figura 7. Lobina negra, *Micropterus salmoides*.



Foto: Totti (CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, vía Wikimedia Commons).

representado por ocho especies, una de las cuales es la lobina negra. Se reconocen dos subespecies a las que les refiere como la subespecie nortea (*Micropterus salmoides salmoides*) y la de Florida (*Micropterus salmoides floridanus*). Se sabe que cuando éstas entran en contacto hibridizan (Brown *et al.*, 2009).

Distribución: *Micropterus salmoides* se distribuye desde el sur de Ontario y Quebec, a través de los Grandes Lagos y del valle del Misisipi, al este de La Florida. En la vertiente del Atlántico, desde la cuenca del río Bravo hacia el sur, en los ríos San Fernando y Soto la Marina en México (Miller *et al.*, 2009).

Historia natural y ecología: Los ejemplares de esta especie alcanzan una talla de hasta 65 cm de longitud y aproximadamente 4 kg de peso (Miller *et al.*, 2009). Habitan arroyos, canales, pozas que tengan la estructura adecuada y el forraje correcto, pero viven principalmente en reservorios, ya sean naturales o creados por el hombre y ríos de mediano tamaño. Existen cambios ontogenéticos en la dieta, mientras son juveniles su alimentación se basa en zooplancton e insectos mientras que los adultos se alimentan de presas más grandes como cangrejos, anfibios y peces (Olson & Young, 2003). Presenta un largo periodo reproductivo que puede iniciar en junio y finalizar en enero, *M. salmoides* obtiene su etapa máxima de reproducción cuando alcanza los 35 cm. Con un promedio por desove de aproximadamente 2200 huevos (Beltrán-Álvarez *et al.*, 2013; Dadzie & Aloo, 1990).

Situación actual en Coatetelco: Introducida, común.



***Amphilophus istlanus* (Jordan y Snyder, 1899)**

Sinonimias: *Cichlasoma istlanum*, *Cichlasoma (Parapetenia) leonhardschultzei*, *Heros istlanus*, *Heros mento*.

Nombres comunes: Mojarra, mojarra criolla, mojarra del Balsas.

En inglés: Red Side Cichlid (**Figura 8**).

Taxonomía: Pertenece a la familia Cichlidae que es una de las más diversas ya que presenta alrededor de 2,000 especies que se pueden encontrar desde el río Bravo en la frontera de México y los Estados Unidos, hasta Sudamérica. Así como en África, Madagascar, e inclusive la India. En América existen entre 400 y 500 especies. El género *Amphilophus* incluye 17 especies que se distribuyen desde la cuenca del río Balsas, hasta la provincia de Chiriquí en Costa Rica (Říčan *et al.*, 2016).

Distribución: La mojarra criolla *Amphilophus istlanum* es nativa de la cuenca del río Balsas y se distribuye en los Estados de Morelos, Michoacán, Puebla, Guerrero y en el Sistema Armería Coahuayana en Colima (Contreras-MacBeath, 1996; Danko 1991).

Historia natural y ecología: Esta una especie de hábitos diurnos, se puede encontrar en una gran variedad de ambientes acuáticos como ríos, arroyos manantiales, lagos, presas y bordos, en zonas poco profundas, debido a que la mayor parte de sus actividades la llevan a cabo cerca del sustrato. Normalmente, las características de su hábitat tienen un pH cercano a la neutralidad o ligeramente alcalinas y en un rango de temperatura que va de los 22° C a los 32°C, aunque

Figura 8. Mojarra criolla, *Amphilophus istlanus*.



Foto: T. Contreras-MacBeath

se desarrolla mejor cerca de los 26°C. El 88% de su alimentación es de insectos, por ello se considera una especie carnívora entomófaga que se alimenta muy temprano por la mañana (Caspeta, 1995). En lo referente a su reproducción, son organismos monógamos en los que ambos progenitores defienden la camada. En el río Amacuzac se encontró que la reproducción ocurre preferentemente en los meses de estiaje (noviembre-mayo) y que el desarrollo ontogénico temprano está fuertemente relacionado con los cambios que sufre el medio



como consecuencia del poco flujo y la transparencia del agua (Contreras-MacBeath, 1989). El número promedio de huevos encontrados fue de 587, teniendo como límites superior e inferior 1293 y 382, respectivamente. En la secuencia reproductiva ocurren una serie de eventos que se inician con la formación de la pareja, lo cual conduce al cortejo, que lleva al desove e inmediatamente después al cuidado parental, que puede durar más de 75 días (Contreras-MacBeath, 1999).

Situación actual en Coatetelco: Nativa extirpada, los últimos registros datan de 1974. Esta especie fue de gran importancia para el autoconsumo de la población de Coatetelco, así como para su cultura, pues fue la especie que dio origen a una parte de la cultura gastronómica de Coatetelco con el famoso “tamal de pescado”, aunque se sigue elaborando, pero con la especie que la sustituyó, la tilapia (González-Flores, en rev.).

***Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758)**

Sinonimias: *Tilapia calciati*, *Tilapia cancelata*, *Tilapia eduardiana*, *Tilapia inducta*, *Tilapia regani*, *Tilapia vulcani*, *Chromis guentheri*, *Perca nilotica*.

Nombres comunes: Tilapia, Tilapia del Nilo, Blanco del Nilo, Mojara. **En inglés:** Mango Fish, Nile Tilapia (Figura 9).

Figura 9. Tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus*. Se observan también algunos híbridos anaranjados de tilapia.



Foto: T. Contreras-MacBeath

Taxonomía: *Oreochromis niloticus* pertenece a la familia Cichlidae, que en el continente africano ha tenido su máxima diversificación, ya que cuenta con cerca de 2,000 especies (Brawand *et al.*, 2014). En el género *Oreochromis* se incluyen 44 especies y subespecies, entre las que se encuentra la tilapia del Nilo (Ford *et al.*, 2019). Resulta complicado definir con precisión la identidad taxonómica de las tilapias introducidas en México, ya que éstas llegaron al país



provenientes de la actividad acuícola en los Estados Unidos y no se sabe a ciencia cierta la integridad genética de los organismos introducidos al país. Se sabe que distintas especies de tilapias (*Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus* y *O. mossambicus*) fueron introducidas en México en el año 1964 y posteriormente otras como *O. urolepis hornorum* (Zavala-Leal *et al.*, 2021). En este sentido, de acuerdo con datos de Arturo Castañeda, antiguo director del Centro Piscícola de Zacatepec (Com. Pers. 2022), todas ellas fueron introducidas en algún momento en Coatetelco, inclusive la tilapia roja híbrida (*Oreochromis mossambicus*×*Oreochromis aureus*), proveniente del mismo centro piscícola. Por lo anterior, resulta difícil definir con precisión cual es la especie de tilapia que se presenta en el Lago de Coatetelco, sin embargo, debido a que los pescadores introducen anualmente decenas de miles de crías de *Oreochromis niloticus* que adquieren en centros piscícolas de Morelos, y en función de la presión pesquera en el lago, consideramos que es la tilapia del Nilo la que prevalece en el cuerpo de agua.

Distribución: La tilapia del Nilo es nativa en gran parte de África, excepto el Magreb y casi todo el sur de África. Es originaria de África occidental tropical, en la cuenca del lago Chad y gran parte del sistema del Nilo, incluidos los lagos Tana, Albert y Edward-George, así como los lagos Kivu, Tanganica y Turkana, y los ríos Awash y Omo. En Israel, es nativa de las cuencas fluviales costeras (Diallo *et al.*, 2020).

Historia natural y ecología: Estudios realizados en lagos africanos muestran que la tilapia nilótica es una especie

preferentemente fitoplanctófaga, ya que el análisis de contenidos estomacales mostró al fitopláncton como el artículo alimentario más consumido, lo cual indica que se trata de una especie especialista (Temesgen *et al.*, 2022). En lo referente a la reproducción, estudios realizados en el lago de Coatetelco muestran una proporción sexual cercana a 1, es decir, igual número de machos y hembras. La talla de primera maduración fue de 117 mm (machos) y 120 mm (en las hembras). La fecundidad varió entre 104 y 709 huevecillos, con un diámetro de los huevos que va de las 1,000 a 3,000 μm . Los índices gonosomático y hepatosomático indican que la especie se reproduce en Coatetelco durante el verano y el invierno (Gómez-Márquez *et al.*, 2003). Como muchas otras especies de Cíclidos, *O. niloticus* presenta pautas de cortejo elaboradas en las que el macho construye un nido en el sustrato para atraer a las hembras, quienes desovan en el nido, el macho deposita el esperma sobre estos y la hembra los recoge en su boca ya que son incubadoras bucales. Posteriormente la hembra succiona esperma de la papila genital del macho, tal vez para asegurar la fertilización de los huevos (Mendonça *et al.*, 2010).

Situación actual en Coatetelco: Introducida, abundante.

Como se mencionó anteriormente, un dato sobresaliente sobre los peces nativos de Coatetelco es la baja riqueza de especies, ya que sólo habitaban tres (*Astyanax mexicanus*, *Poecilia sphenops* y *Amphilophus istlanus*), sin embargo, dicha condición es un reflejo de la poca diversidad de peces en la cuenca del río Balsas, ya que a pesar de su dimensión (117,



305 km²), presenta apenas 13 especies nativas en la cuenca hidrográfica, y otras dos que pertenecen a las microcuencas endorreicas de Zempoala (*Azteculla zallaei* y *Girardinichthys multiradiatus*) (Pease *et al.*, 2023).

Si a lo anterior sumamos el manejo poco sustentable que se le ha dado a los ecosistemas acuáticos de Morelos, el resultado es que actualmente existen más especies exóticas que nativas, tanto en Coatetelco como en la entidad (Mejía-Mojica *et al.*, 2015).

Para Coatetelco, se tienen registros que apuntan que en la época de la conquista (y posiblemente antes) existía un intercambio comercial de peces provenientes del lago con otros pueblos (Suárez & Von Mentz, 2010) y considerando los registros de especies nativas, seguramente se trataba principalmente de la mojarra criolla (*Amphilophus istlanus*), sin embargo no se descartan a las otras dos nativas, ya que aún en la actualidad los pescadores mencionan que las consumían cotidianamente (González-Flores *en rev.*), lo cual sugiere que las pudieran haber comercializado. En este sentido Contreras-MacBeath (1996) menciona que: ancestralmente las diversas culturas del México prehispánico se distinguieron por el consumo de una amplia variedad de peces y otros organismos dulceacuícolas como acociles y ajolotes, situación que se ha mantenido hasta nuestros días, debido a que en el medio rural actualmente son capturados para consumo todo tipo de peces, desde poecilidos hasta bagres, sin importar el tamaño y aspecto de los ejemplares. Es decir, la gente del campo afortunadamente no tiene las exigencias estéticas que a nosotros nos han impuesto para el consumo de alimentos, por lo que les da lo mismo comerse un caldo de platillas que un tamal de mixtules.

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

En relación a lo anterior, el autoconsumo, la comercialización pesquera, las características someras del lago y la introducción de especies exóticas pudieron contribuir a la extinción local de las especies nativas, ya que existen diversos ejemplos en el mundo de cómo la actividad pesquera aunada a la reducción del nivel de agua, contaminación, e introducción de especies, reducen las poblaciones de especies nativas al grado de exponerlas a la extinción (Freyhof & Kottelat, 2023; Torres *et al.*, 2023). Es preciso señalar que, además de la presión por pesca, el lago ha sufrido descenso del espejo de agua a causa de la escasez de lluvias y si bien desde el Holoceno tardío (900 a. P.), se considera como un lago somero (Roy *et al.*, 2020), este se secó en 1989 y con la introducción continua de tilapias, por supuesto que difícilmente podrían haber sobrevivido las especies nativas.

Como se mencionó anteriormente, desde la época prehispánica, la pesca es una actividad que le da identidad a la comunidad de Coatetelco y como en otros sistemas lacustres, el pescado ha constituido uno de los principales recursos de subsistencia e intercambio (García-Sánchez, 2008; Morales, 2021; Vargas-Velázquez, 2011). El conocimiento que tienen los pescadores de Coatetelco sobre la elaboración y manejo de artes de pesca como redes agalleras, atarrayas y trampas, así como en la construcción de embarcaciones de madera (cayucos), además de su sensibilidad para reconocer los hábitos de las especies capturadas, demuestran el arraigo que tienen con los recursos lacustres (Gonzalez-Flores, en rev.). De acuerdo con datos de INAPESCA (2017), la captura reportada en 2011 fue de 55 toneladas, incrementándose hasta el año



2015 hasta llegar a las 78.44 toneladas, y a partir de ese año se observa un decremento, ya que, para 2017, se reportan 65 toneladas.

Al igual que lo que ocurre en la mayor parte de los sistemas lacustres de México, la pesca en Coatetelco pasó gradualmente de la captura de las poblaciones silvestres a la acuicultura extensiva, este tipo de pesquerías se conocen como de tipo asistida, ya que se basa en suplementar el reclutamiento, mediante la siembra de especies exóticas como la tilapia (u otras especies) para elevar la producción total por encima del nivel sostenible por procesos naturales (Rojas-Carrillo & Fernández-Méndez , 2006), por lo que podríamos definir a la pesca de Coatetelco como una pesquería artesanal asistida (González-Flores, en rev.), similar a la descrita por diversos autores para numerosos cuerpos acuáticos en México (Guerrero, 2012; Jiménez-Badillo, 2004; Mendoza, 2008).

Conclusión

Aún existe la percepción entre diversos sectores la comunidad de que el lago de Coatetelco está contaminado (González-Flores, en rev), por lo cual no realizan actividades cotidianas en el mismo, a excepción de los pescadores. Contrario a esto, los datos de análisis de calidad del agua del lago muestran que éste presenta un índice de calidad de agua de entre buena y excelente (Alonso-EguíaLis y Brena-Zepeda, 2020). Prueba de ello es que se realiza una intensa actividad pesquera (INAPESCA, 2017), así como actividades turísticas (Sánchez-Flores, 2020). A pesar del manejo poco sustentable que se le da al cuerpo de agua en la actualidad, con un aporte excesivo de nutrientes (proveniente de las actividades agropecuarias y acuícolas) (Díaz-Vargas *et al.*, 2017), así como una

amenaza latente de la desecación por la extracción de agua, sumado a los efectos del cambio climático, consideramos que la conservación del lago de Coatetelco tiene futuro si se inicia un proceso participativo que incluya el manejo adecuado del hábitat acuático y de toda la microcuenca (González-Flores, en rev.), que pudiera incluir acciones como la reintroducción de especies nativas, una transición hacia un modelo de aprovechamiento pesquero sustentable, la prevención de la contaminación, así como el diseño e implementación de medidas de mitigación ante el cambio climático.

Referencias

- Agorreta, A., Domínguez-Domínguez, O., Reina, R.G., Miranda, R., Bermingham, E. y Doadrio, I., (2013). Phylogenetic relationships and biogeography of *Pseudoxiphophorus* (Teleostei: Poeciliidae) based on mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66(1), 80-90.
- Alexander, H. J., Taylor, J. S., Wu, S. S. T. y Breden, F. (2006). Parallel evolution and vicariance in the guppy (*Poecilia reticulata*) over multiple spatial and temporal scales. *Evolution*, 60 (11), 2352-2369.
- Alonso-EguíaLis, P. y J. E. Brena Zepeda. (2020). Recursos hídricos. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.), *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 91-106). CONABIO.
- Beltrán-Alvarez, R., Sanchez-Palacios, J., Ramirez-Lozano, J. P. y Ortega Salas, A. A. (2013). Reproducción de *Micropterus salmoides* (Pisces:



- Centrarchidae), en el embalse Gustavo Díaz Ordaz, Sinaloa, México. *Revista Biología Tropical*, 61 (3), 1313-1325.
- Betanzos-Reyes, A. F., Rangel-Flores, H., Martínez Rangel, C.E., Rodríguez-López, M. H., González-Valle, K., Rivas-González, J. M. y Contreras-MacBeath, T. (2020). *Guía de procedimientos para la producción de peces Poecilia maylandi y su implementación para el control biológico de Aedes spp.* INSP..
- Brawand, D., Wagner, C.E., Li, Y.I., Malinsky, M., Keller, I., Fan, S., Simakov, O., Ng, A.Y., Lim, Z.W., Bezault, E. y Turner-Maier, J. (2014). The genomic substrate for adaptive radiation in African cichlid fish. *Nature*, 513(7518), 375-381.
- Brown, T. G., Runciman, B., Pollard, S. y Grant, A. D. A. (2009). Biological synopsis of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2884, 1-26.
- Casciotta J. R., Almirón, A. E. y Azpelicueta, M. M. (2005). *Astyanax pampa* (Characiformes, Characidae), a new species from the southernmost boundary of the Brazilian subregion, Argentina. *Revue Suisse de Zoologie*, 112, 401-408.
- Caspeta, M. J. M. (1995). Ritmo alimentario circadiano de *Cichlasoma istlanum* (Pisces: Cichlidae) del río Amacuzac, Morelos. *Universidad: Ciencia y Tecnología*, 4(1), 18-19.
- Comisión Nacional del Agua (2015). *Estudio geohidrológico del municipio de Miacatlán, estado de Morelos (lagunas de Coatetelco y el Rodeo en el estado de Morelos)*. Conagua.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (octubre 2023). Enciclovida. <https://enciclovida.mx/>

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

- Contreras, M. E. T. (1996). Peces nativos versus peces introducidos. En R. Monroy, S. Santillán y H. Colín. *Antología I. Tópicos Selectos de Biología* (pp. 134-145). Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Secretaría de Educación Pública-FOMES.
- Contreras-MacBeath, T. (1989). Early development and the environment of *Cichlasoma istlanum* (Jordan & Snyder) in a Mexican riverine system. *Buntbarsche Bulletin*, 130.
- Contreras-MacBeath, T. (1990). Recursos acuáticos de la Subcuenca del río Nexapa en el Estado de Morelos: Situación actual y perspectivas. *Acuavisión*, 21, 14-18.
- Contreras-MacBeath, T. (1995). Ecosistemas acuáticos del Estado de Morelos: con énfasis en los peces. *Ciencia y Desarrollo*, 21(122), 42-51.
- Contreras-MacBeath, T. (1996). The 'Cichlasoma' (Parapetenia) istlanum conservation program in México. *Aquatic Survival*, 5(2), 13-16.
- Contreras-MacBeath, T. y Ramirez-Espinoza, H. (1996). Some aspects of the reproductive strategy of *Poeciliopsis gracilis* (Osteichthyes: Poeciliidae) in the Cuautla River, Morelos, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology*, 11(3), 327-338.
- Contreras-MacBeath, T., Mejía Mojica, H. y Carrillo Wilson, R. (1998). Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos, Mexico from introduced aquarium and other commercial fish. *Aquarium Sciences and Conservation*, 2(2), 67-78.
- Contreras-MacBeath, T. (1999). *Estrategia reproductiva de Cichlasoma istlanum (Osteichthyes:Cichlidae), en la subcuenca del río Amacuzac, Morelos, México* [Tesis de Maestría, UNAM].



- Contreras-MacBeath, T. y Rivas, J. M. (2007). Treated fishes of the world: *Notropis boucardi* (Günther 1868) (Cyprinidae). *Environmental Biology of Fishes*, 78, 287-288.
- Contreras-MacBeath, T., Rodríguez, M. B., Sorani, V., Goldspink, C. y Reid, M.G. (2014). Richness and endemism of the freshwater fishes of Mexico. *Journal of Threatened Taxa*, 6(2), 5421-33.
- Contreras-MacBeath, T., Gaspar, M.T., Huidobro, L. y Mejia, H. (2014). Peces invasores en el centro de México. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México* (pp. 269-285). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Contreras-MacBeath, T., Rodríguez, M. B., Sorani, V., Goldspink, C. y Reid, M. G. (2014). Richness and endemism of the freshwater fishes of Mexico. *Journal of Threatened Taxa*, 6(2), 5421-33. Y también en la cita del texto.
- Contreras-MacBeath, E. T., Mejía-Mojica, H., Beltrán-López, R. G. y Mercado, N. (2020). Ictiofauna. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 275-282). CONABIO.
- Croft, D.P., James, R., Thomas, P. O. R., Hathaway, C., Mawdsley, D., Laland, K. N. y Krause, J., (2006). Social structure and co-operative interactions in a wild population of guppies (*Poecilia reticulata*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 644-650.
- Dadzie, S. y Aloo, P. A. (1990). Reproduction of the North American blackbass, *Micropterus salmoides* (Lacépède), in an equatorial lake, Lake Naivasha, Kenya. *Aquacult Research*, 21(4), 449-458.
- Danko, D. (1991). *Cichlasoma* (Parapetenia) *istlanum* (Jordan and Snyder 1899). *The Journal of the American Cichlid Association*, 10 (7), 1-2.

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

- Diallo, I., Snoeks, J., Freyhof, J., Geelhand, D. y Hughes, A. (2020). "*Oreochromis niloticus*". IUCN Red List of Threatened Species. 2020: e.T166975A134879289. doi:10.2305/IUCN.UK.20203.RLTS.T166975A134879289.en
- Díaz-Vargas, M., García-Rodríguez, J. y Elizalde-Arriaga, E. E. (2018). Fauna bentónica del lago Coatetelco, Morelos, México. *Investigación Agropecuaria*, 15(3), 109-116.
- Díaz-Vargas, M., Molina-Astudillo, F. I., García-Rodríguez, J. y Elizalde-Arriaga, E.E. (2017). Estado trófico del lago Coatetelco, Morelos, México. *Investigación Agropecuaria*, 14(3), 145-152.
- Dussault, G. V. y Kramer, D. L. (1981). Food and feeding behavior of the guppy, *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae). *Canadian Journal of Zoology*, 59(4), 684-701.
- Environmental Protection Agency. (2000). *Nutrient criteria technical guidance manual*. Lakes and Reservoirs. EPA.
- Espinoza, P. H., Gaspar, M. T. D. y Fuentes, P. M. (1993). *Listados Faunísticos de México III. Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ford, A. G., Bullen, T. R., Pang, L., Genner, M. J., Bills, R., Flouri, T., Ngatunga, B. P., Rüber, L., Schliewen, U. K., Seehausen, O. y Shechonge, A. (2019). Molecular phylogeny of *Oreochromis* (Cichlidae: Oreochromini) reveals mito-nuclear discordance and multiple colonisation of adverse aquatic environments. *Molecular phylogenetics and evolution*, 136, 215-226.
- Freyhof, J. y Kottelat, M. (11 de Octubre de 2023). *Coregonus hiemalis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*: e.T135671A4175929. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T135671A4175929>



- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y van der Laan, R. (13 de febrero de 2023). *Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references*. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Froese, R. y Pauly, D. (4 de agosto de 2023). FishBase. *World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org
- García-Sánchez, M. A. (2008). *Petates, peces y patos. Pervivencia cultural y comercio entre México y Toluca*. El Colegio de México.
- Gaspar, D. M. T. (1987). Nuevo registro de *Heterandria* (*Pseudoxiphophorus*) *bimaculata* (Heckel, 1848) en la vertiente del Pacífico mexicano. (Pisces: Poeciliidae). *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 58(2), 933-937.
- Gómez-Márquez J. L., Peña-Mendoza, B., Salgado-Ugarte, I. H., Sánchez-Herrera, A. K. y Sastré-Baez, L. (2008). Reproduction of the fish *Poeciliopsis gracilis* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in Coatepec, a tropical shallow lake in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1801-1812.
- Gómez-Márquez, J. L. (2002). *Estudio limnológico pesquero del lago de Coatepec, Morelos, México* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Link del repositorio.
- Gómez-Márquez, J. L., Guzmán-Santiago, J. L. y Olvera-Soto, A. (1999). Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo", Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 581-592.
- Gómez-Márquez, J. L., Peña-Mendoza, B., Salgado-Ugarte, I. H. y Guzmán-Arroyo, M. (2003). Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus*

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

- (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 51(1), 221-228.
- González-Flores, L. (en preparación). *Análisis de la gestión socioambiental del lago de Coatetelco, Morelos* [Tesis de doctorado en desarrollo rural, Universidad Autónoma del Estado de Morelos].
- Guerrero, V. (2012). Rendimiento máximo sostenido y esfuerzo óptimo de pesca de la tilapia *Oreochromis aureus* en la presa Vicente Guerrero, Tamaulipas, México. *Ciencia Pesquera*, 20(2), 43-54.
- Hernández-López, M., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M.R., Montoya-Mendoza, J., Castellanos-Onorio, O., Diaz-González, M. y Martínez-Cárdenas, L. (2022). State of the art of poecilid fish (Pisces: Poeciliidae) in México. *Agroproductividad*, 15(11).
- Huerta V. J. A. y Castañeda A. C. (1982). *Descripción de la fauna íctica del Estado de Morelos*. [Tesis licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México]. [Link del repositorio](#).
- Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. (2017). *Evaluación de la actividad pesquera de las lagunas el Rodeo y Coatetelco, Morelos, México. Reporte final*. INAPESCA.
- Jiménez-Badillo, L. (2004). Application of holistic and analytical models for the management of tilapia fisheries in reservoirs. *Hidrobiológica*, 14(1), 61-68.
- Medina-Nava, M., Schmitter-Soto, J.J., Mercado-Silva, N., Rueda-Jasso, R.A., Ponce-Saavedra, J. y Pérez-Munguía, R.M. (2011). Ecological guilds of fishes in streams of an arid subtropical drainage in western Mexico. *Journal of Freshwater Ecology*, 26(4), 579-592.



- Meffe, K.G. y Snelson, F.F. (1989). An ecological overview of poeciliid fishes, In: K.G. Meffe y F.F. Snelson Jr. (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes* (pp. 13-31). Prentice Hall.
- Mejía-Mojica H., Paredes-Lira, M. P. y Beltrán-López, R. G. (2016). Colección Ictiológica "Dr. Edmundo Días Pardo", del Centro de Investigación Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En L. F. Del Moral Flora, A.J. Ramírez V., J. A. Martínez P., A.F. González A. y J. Franco L. (Comps.). *Colecciones Biológicas de Latinoamérica* (pp. 241-251). Universidad Nacional Autónoma de México, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C.
- Mejía-Mojica, H., Contreras-MacBeath, T. y Ruiz-Campos, G. (2015). Relationship between environmental and geographic factors and the distribution of exotic fishes in tributaries of the Balsas River basin, Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 98(2), 611-621.
- Mejía-Mojica, H., de Jesús Rodríguez-Romero, F. y Díaz-Pardo, E. (2012). Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(2), 669-681.
- Mejía-Mojica, M. H. (1992). Nuevo registro de *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) (Pisces: Poeciliidae), para la cuenca del Río Balsas. Universidad: *Ciencia y Tecnología*, 2, 131-136.
- Mendonça, F. Z., Volpato, G. L., Costa-Ferreira, R. S. y Gonçalves-de-Freitas, E. (2010). Substratum choice for nesting in male Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of Fish Biology*, 77(6), 1439-1445.
- Mendoza, A. M. 2008. Análisis de la pesquería de la tilapia (*Oreochromis aureus*) en la presa Melchor Ocampo, municipio de Angamacutiro, Michoacán. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(2), 247-282

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

- Miller, R. R., Minckley, W. L. y Norris, S. M. (2009). *Peces dulceacuícolas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana, El Colegio de la Frontera Sur, Desert Fishes Council.
- Miller, R.R., Winckley, W. L. y Norris, S. M.. (2005). *Freshwater fishes of México*. The University of Chicago.
- Mirande, J. M. (2019). *Morphology, molecules and the phylogeny of Characidae* (Teleostei, Characiformes). *Cladistics*, 35(3), 282-300.
- Morales, E. S. B. (2021). Petateros de San Juan Últimos herederos del modo de vida lacustre en las inmediaciones de la cuenca de Magdalena, Jalisco. *Anales de Arqueología y Etnología*, 76(1), 11-37.
- Olson, Mark, H. y Young, B. (2003). Patterns of Diet and Growth in Co-occurring Populations of Largemouth Bass and Smallmouth Bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132(6), 1207–1213.
- Palacios, M., González-Díaz, A. A., Rodríguez, L. A., Mateos, M., Rodiles-Hernández, R., Tobler, M. y Voelker, G. (2023). Population level genetic divergence and phylogenetic placement of Mexican shortfin mollies (Mollienesia: Poecilia: Poeciliidae). *Neotropical Ichthyology*, 21, e220101.
- Pease, A. A., Capps, K. A., Castillo, M. M., Hendrickson, D. A., Mendoza-Carranza, M. M., Rodiles-Hernández, R. R., Avila, C. y Contreras-MacBeath, T.. (2023). Rivers of Mexico. En M.D. DeLong, T. D. Jardine, A. C. Benke y C. E. Cushing (eds.). *Rivers of North America, 2nd Edition* (pp. 975-1024). Academic Press.
- Reznick, D. N., (1997). Life history evolution in guppies (*Poecilia reticulata*): guppies as a model for studying the evolutionary biology of aging. *Experimental gerontology*, 32(3), 245-258.



- Říčan, O., Piálek, L., Dragová, K. y Novák, J. (2016). Diversity and evolution of the Middle American cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae) with revised classification. *Vertebrate Zoology*, 66, 1-102.
- Rivas-González, J. M. y Cambranis-Miñón, J. H. (2020). La acuicultura ornamental, transformando el campo morelense. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 100-102). CONABIO.
- Rojas-Carrillo, P. M. y Fernández-Méndez, J. I. (2006). *La pesca en aguas continentales. Pesca, acuicultura e investigación en México*. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria- Comisión de Pesca, Cámara de Diputados. México.
- Rossini, B. C., Oliveira, C. A. M., Melo, F. A. G. D., Bertaco, V. D. A., Astarloa, J. M. D. D., Rosso, J. J., Foresti, F. y Oliveira, C., 2016. Highlighting *Astyanax* species diversity through DNA barcoding. *Plos one*, 11(12), p.e0167203.
- Roy, P. D., García-Arriola, O. A., Garza-Tarazon, S., Vargas-Martínez, I. G., Muthusankar, G., Giron-García, P., Sánchez-Zavala, J. L. y Macías-Romo, M. C. (2020). Late Holocene depositional environments of Lake Coatetelco in Central-Southern Mexico and comparison with cultural transitions at Xochicalco. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 560, 110050.
- Sánchez-Flores, C. V. (2020). Biodiversidad y ecoturismo comunitario en localidades indígenas. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 89-99). CONABIO.
- Santillán, K.C.R. (2022). *Ecomorfología y estructura trófica de los ensamblajes de peces a lo largo de un gradiente ambiental en la cuenca del río*

IV. Los peces de Coatetelco, importancia y amenazas

- Amacuzac, Morelos* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2466/RASKNL00T.pdf?sequence=1>
- Schmitter-Soto, J.J. (2017). A revision of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) in Central and North America, with the description of nine new species. *Journal of Natural History*, 51(23-24), 1331-1424.
- Simon, V., Elleboode, R., Mahé, K., Legendre, L., Ornelas-García, P., Espinasa, L. y Rétaux, S. (2017). Comparing growth in surface and cave morphs of the species *Astyanax mexicanus*: insights from scales. *Evodevo*, 8, 1-13.
- Suárez, B. E. y Von Mentz, B. (2010). *El papel de los "señores" indígenas y de los sectores "intermedios" en los pueblos. Historia de Morelos Tierra, gente, tiempos del sur*. Editorial CICSER.
- Temesgen, M., Getahun, A., Lemma, B. y Janssens, G.P. (2022). Food and feeding biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Lake Langeno, Ethiopia. *Sustainability*, 14(2), 974.
- Torres, A. G., Guerrero, R. D. III, Nacua, S. S., Gimena, R. V., Eza, N. D., Kesner-Reyes, K., Villanueva, T.R., Alcantara, A.J. y Rebanco, C. M. (11 de octubre de 2023). *Barbodes truncatulus* (errata version published in 2021). *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T15634A192624604. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T15634A192624604>
- Trujillo-Jimenez, P. y Toledo, H.B. (2007). Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Revista de Biología Tropical*, 55, 603-615.



Vargas-Velázquez, S. (2011). Los pescadores del lago; entre el manejo comunitario y el deterioro ambiental. Estudio ecosistémico del lago de Pátzcuaro: aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable. MTA-UAEM-UMSNH.

Wischnath, L. (1993). *Atlas of Livebearers of the World*. T. F. H. Publications, Inc.

Zavala-Leal, O. I., González, C. H., Ortega, J. R. F. (2021). Tilapias: de la introducción a la producción, desarrollo económico de su cultivo en México. *Acta Pesquera*, 7(14).

V



AVES DE COATETELCO

BIRDS OF COATETELCO

**Fernando Urbina Torres¹, Alejandro Meléndez Herrera¹ y Topiltzin Contreras-MacBeath¹*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor para correspondencia: urbina@uaem.mx

Resumen

En el presente trabajo se presenta una síntesis histórica y actual de la avifauna de Coatetelco, en la que se analizan la riqueza taxonómica, el estatus estacional, el estatus de conservación, y las especies prioritarias, y se proponen algunas acciones de manejo. Reportamos información de 200 especies de aves, entre las que se aportan nuevos datos del rascón azteca (*Rallus tenuirostris*) especie en peligro de extinción y endémica de México; el rascón pinto (*Pardirallus maculatus*), el pato mexicano, (*Anas diazi*), el avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), el chorlo nevado (*Charadrius nivosus*), el carao (*Aramus guarauna*) y el rascón limícola (*Rallus*



limicola), especies que están consideradas amenazadas. Es importante resaltar la presencia del lago en la riqueza de las aves con un 40% de las especies de aves acuáticas. Se recomienda adoptar medidas de administración de la pesca con el fin de reducir la mortalidad de las aves buceadoras, así como declarar Coatetelco sitio Ramsar por su importancia para las aves acuáticas en riesgo. Actualmente se trabaja en un proyecto de educación ambiental mediante la edición de materiales de divulgación.

Palabras clave: Conservación, especies amenazadas, riqueza, educación ambiental.

Abstract

The present study presents a historical and current synthesis of the avifauna of Coatetelco, in which taxonomic richness, seasonal status, conservation status, priority species are analyzed, and some management actions are proposed. We reported information on 200 species of birds, among which new data are provided on the Aztec rail (*Rallus tenuirostris*) species in danger of extinction and endemic to Mexico; the spotted rail (*Pardirallus maculatus*), the Mexican duck, (*Anas diazi*), the american bittern (*Botaurus lentiginosus*), the snowy plover (*Charadrius nivosus*), the limpkin (*Aramus guarauna*) and the Virginia rail (*Rallus limicola*), species that are considered threatened. It is important to highlight the presence of the lake in the richness of birds with 40% of waterfowl species. It is recommended to adopt fisheries management measures to reduce diving bird mortality, as well as to declare Coatetelco a Ramsar site because of its importance for at-risk waterbirds. An

environmental education project is currently being worked on through the publication of outreach materials.

Keywords: conservation, endangered species, richness.

Introducción

Las aves representan un componente importante de la biodiversidad, ya que superan en número de especies a los demás vertebrados terrestres. En el mundo se calculan alrededor de 10,404 especies de aves (Clements *et al.*, 2016) y en México 1,107 (Berlanga *et al.*, 2015), lo que representa poco más del 10% global, además de que 104 de estas especies se consideran endémicas de México, es decir casi el 10% (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). También se estima que cerca del 20% de las especies de aves del planeta viven asociadas a ecosistemas acuáticos (Edmondstone *et al.*, 2022).

Las diferentes formas de alimentación que presentan las aves impactan directamente en el ambiente; al intervenir en los ciclos de la materia, con el aporte de materia orgánica y debido a que la mayoría de las aves son insectívoras, contribuyen con el control de plagas agrícolas, las carnívoras grandes y medianas contribuyen en el control de plagas como los roedores. Otras funciones importantes de las aves en los ecosistemas y sistemas productivos, son las proporcionadas por las especies nectarívoras relacionadas con la polinización de una gran cantidad de plantas, así como las especies granívoras que ayudan a la dispersión de semillas (Coro-Arizmendi y Berlanga, 2014).

Una de las conductas más sorprendentes de las aves es su movilidad, realizando algunas, recorridos a escala continental. En México se considera



que más del 40% de las aves son migratorias, principalmente invernales, que vienen desde Alaska, Canadá y Estados Unidos, sin embargo, existen también movimientos locales y regionales que son poco conocidos (CONABIO, 2020).

La mayoría de las especies migratorias corresponden a las aves acuáticas, de las cuales, en México, 268 son consideradas propias de estos ambientes (Ramírez-Bastida *et al.*, 2008; Navarro & Sánchez-González, 2003).

De acuerdo con datos de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en la actualidad el 13% de las especies de aves del mundo se encuentran amenazadas y a la fecha se reconocen 159 especies extintas, en lo que representa el mayor número entre todos los grupos taxonómicos evaluados (Edmodstone *et al.*, 2022). Además, hay evidencia de disminuciones poblacionales estrepitosas, ya que se estima la pérdida de 800 millones de aves reproductivas, dos tercios de las cuales aún estaban presentes hace sólo 40 años y se sabe que más de la mitad de las 882 especies de aves terrestres de América del Norte muestran señales de disminuciones poblacionales de, cuando menos, un 15% (Berlanga *et al.*, 2010). Las aves en México no escapan de esta situación, ya que 392 especies (35.0%) se encuentran catalogadas en riesgo, por la NOM-059-SEMARNAT-2010; 19 son consideradas extintas o extirpadas del país, 95 en peligro, 126 amenazadas y 152 sujetas a protección especial (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2010).

Morelos se encuentra entre dos provincias biogeográficas importantes por su endemismo, con una topografía compleja, una

diferencia altitudinal que le confiere climas desde el frío hasta el cálido. Presenta una gran diversidad biológica y ecológica y la riqueza de especies de aves descubiertas en el estado de Morelos es impresionante por su número: incluye 64 familias, 432 especies y 460 especies y subespecies, esto es, el 39% de las aves de México. De acuerdo con el hábitat en donde se encontraron, la mayoría fue en la selva baja caducifolia, el bosque ripario y el bosque de pino-encino (Urbina-Torres, 2020).

Del total de especies registradas en Morelos, 46 son endémicas de México, 28 semiendémicas y 12 cuasiendémicas, por lo que casi el 20% de las especies de Morelos presentan una distribución que se restringe de alguna manera al territorio nacional. En Morelos se encuentran bajo alguna categoría de riesgo o amenaza, de acuerdo con los criterios mundiales y nacionales 61 especies, el 14% del total estatal (SEMARNAT, 2010; Urbina-Torres, 2020).

En el ámbito internacional, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2019) incluye 10 especies con alguna categoría de riesgo, de las cuales dos están en la categoría en peligro, cinco amenazadas, dos vulnerables y una con datos deficientes.

En particular los bosques secos del Balsas tienen máxima prioridad de conservación, ya que su estado de conservación se considera en peligro y su particularidad biológica es sobresaliente (CONABIO, 2000). Otros de los ambientes importantes en cuanto a riqueza de especies son los acuáticos, que en Morelos representan una superficie de apenas 0.31%, sin embargo, debido a la presencia de una gran variedad de ambientes como ríos, humedales, lagos, presas y bordos (Alonso-EguíaLis



& Brena-Zepeda, 2020), se pueden encontrar más de cien especies de aves acuáticas.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de aportar información sobre las especies de aves que habitan en Coatetelco, determinar su riqueza específica, el estatus estacional, su distribución, el estado de conservación y proponer algunas acciones de manejo.

Métodos

Fuentes de Información

Para la realización del presente trabajo se utilizaron las siguientes fuentes de información:

La consulta de las publicaciones que hacen referencia a la ornitofauna del estado de Morelos. Datos sobre especímenes de aves en el extranjero (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2003) y las colecciones nacionales (Urbina, 2005). Los registros de la red mundial (<http://ebird.org>. y <http://www.naturalista.mx/>). Los trabajos de campo realizados por el Laboratorio de Ornitología del CIB-UAEM desde 1986. Los resultados recientes de los trabajos realizados en colaboración con DUMAC (2013-2022) por los autores.

Las especies se identificaron con el uso de guías de campo (Howell & Webb 1995; National Geographic, 2005; Sybley, 2000; Van Perlo, 2006), binoculares (8x42) y telescopio (60x), además se obtuvieron grabaciones, fotografías y colectas de aves. Con la información obtenida se elaboró una lista de las especies con el nombre científico, cuya nomenclatura y arreglo sistemático siguieron los lineamientos de la AOS (American Ornithological Society, <http://www.americanornithology.org>).

Se identificó para cada especie, el o los hábitats en los que se registró que pueden ser hábitats acuáticos o hábitats terrestres, divididos en bosque ripario, selva baja caducifolia, pastizales, cañones y riscos, zona agrícola y zona urbana. La estacionalidad se asignó de acuerdo con la presencia a lo largo del año, con las categorías descritas por Howell y Webb (1995) y Navarro (1998): residente, residente de verano, migratoria de invierno y migratoria de paso.

El endemismo se considera, de acuerdo con lo expresado por González-García y Gómez de Silva (2003), endémica de México, semiendémica y cuasiendémica. Se identificaron las especies exóticas de acuerdo con Álvarez *et al.* (2008). El estatus de conservación se anotó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, que establece las categorías de especies, a saber: Sujetas a Protección Especial, Amenazadas y En Peligro de Extinción (SEMARNAT, 2010), y de acuerdo con la Lista Roja (IUCN, 2019) que reconoce especies Casi Amenazadas. Así mismo se determinaron las especies consideradas prioritarias para su conservación de acuerdo con SEMARNAT (2014).

Para la evaluación de amenazas y propuesta de las acciones de manejo, se tomó como base la nomenclatura propuesta por Salafsky *et al.* (2008) y se tomaron en cuenta algunos estudios previos para la zona (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998; Contreras-MacBeath *et al.*, 2006; Moreno, 2015; Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2014; Alonso-Eguális & Brena-Zepeda 2020; Sorani & Román-Colín, 2020).



Resultados

Numerosos investigadores y observadores de aves han aportado gran cantidad de información acerca de la avifauna de Morelos, en particular la localidad de Coatetelco ha sido mencionada en numerosos libros de fauna en general, guías de identificación de aves y artículos científicos que tratan sobre aspectos relacionados con biología, ecología, taxonomía, distribución y reproducción de las aves, y que se encuentra en las siguientes citas: Martín del Campo (1937), Pitelka (1948), Davis y Russell (1953), Blake (1953), Arellano y Rojas (1956), Leopold (1956), Dickerman (1965), Royall *et al.* (1971), Davis (1972), Hernández y Quiñones (1972), Peterson y Chalif (1973), Edwards (1989), Navarro *et al.* (1991), Urbina y Robles (1992), Urbina y Morales (1994), Howell y Webb (1995), Rubalcaba (1999), Urbina-Torres (2000), Urbina (2005), Urbina-Torres *et al.* (2009), Urbina-Torres (2015) y Urbina-Torres (2016).

Riqueza específica

Los registros de las colecciones y los aportados por los trabajos de campo realizados rebasan los 17,000, de los cuales se obtuvo información para Coatetelco de 19 órdenes, 48 familias y 200 especies de aves (**Tabla 1, Anexo 1**).

El orden más numeroso son los Passeriformes (Pájaros), con 19 familias y 84 especies, que representan el 40.5% de las aves de Coatetelco. Las familias más numerosas son: Tyrannidae (mosqueros) con 18 especies, Icteridae (calandrias) con 14 y Parulidae (chipes) con 11 especies, estas 3 familias en conjunto representan el 21% de las aves de Coatetelco (**Figura 1, Anexo 1**).

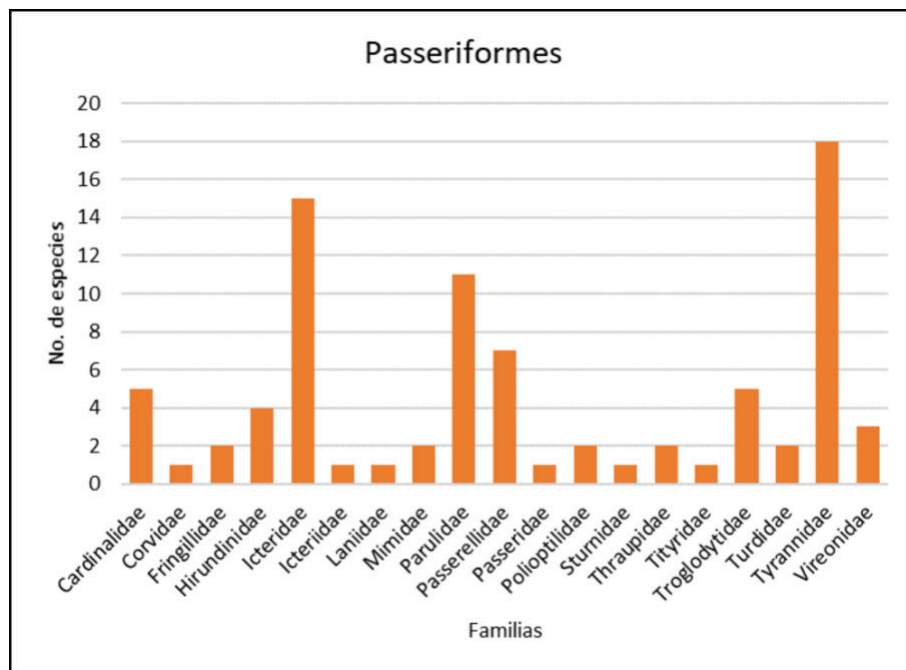
Tabla 1. Número de registros obtenidos de la consulta de las colecciones y el trabajo del Laboratorio de Ornitología.

COLECCIONES	REGISTROS
Nacionales	4,113
Extranjeras	2,152
aVerAves	5,028
Laboratorio de Ornitología	6,550
Total	17,843

Entre los órdenes No Passeriformes más numerosos tenemos 3 de aves acuáticas, Charadriiformes, Anseriformes y Pelecaniformes, que representan el 25.0% de las especies de Coatetelco. Los Charadriiformes (chichicuilotos), que integra a las familias Laridae, Recurvirostridae, Charadriidae, Jacanidae y Scolopacidae (gaviotas, chichicuilotos, chorlos, jacanas y playeros) con 22 especies, los Anseriformes (patos), de la familia Anatidae con 15 especies y los Pelecaniformes que integra a las familias Ardeidae y Pelecanidae (garzas y pelícanos) con 14 especies (**Figura 2, Anexo 1**).

Especies no nativas. Entre las especies con la que se cuenta con evidencia de su establecimiento en Coatetelco se encuentran las que se han distribuido de manera natural, como la garza ganadera (*Bubulcus ibis ibis*), otras que han sido introducidas para su reproducción y consumo como el pato real (*Cairina moschata*) especie no nativa del estado que se

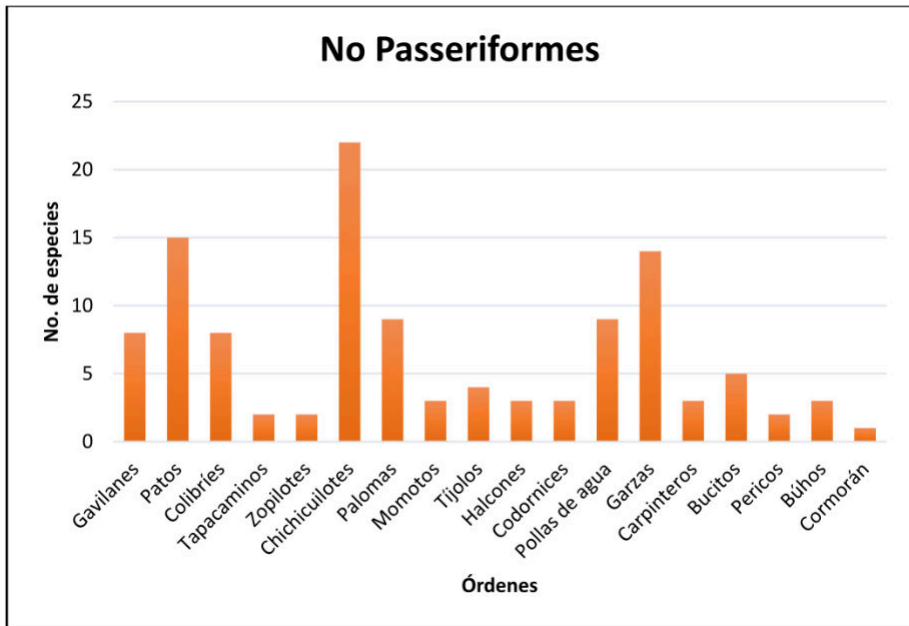
Figura 1. Número de especies por familia del orden Passeriformes.



Algunas especies fueron introducidas por motivos ornamentales y de alimentación, como la paloma de collar turca (*Streptopelia decaocto decaocto*) y la paloma doméstica (*Columba livia*). Las especies de aves de ornato que se han introducido son, el perico monje argentino (*Myiopsitta monachus*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) (Urbina-Torres, 2017) (Figura 5, Anexo 1).

ha asilvestrado en El Rodeo y Coatetelco, en donde es un residente común de las casas, se pueden observar algunos individuos que presentan los colores de los ejemplares silvestres (obs. per.), la distribución potencial propuesta por Navarro y Peterson (2007a) incluye a Morelos.

Figura 2. Número de especies por órdenes No Passeriformes (Anexo 1).

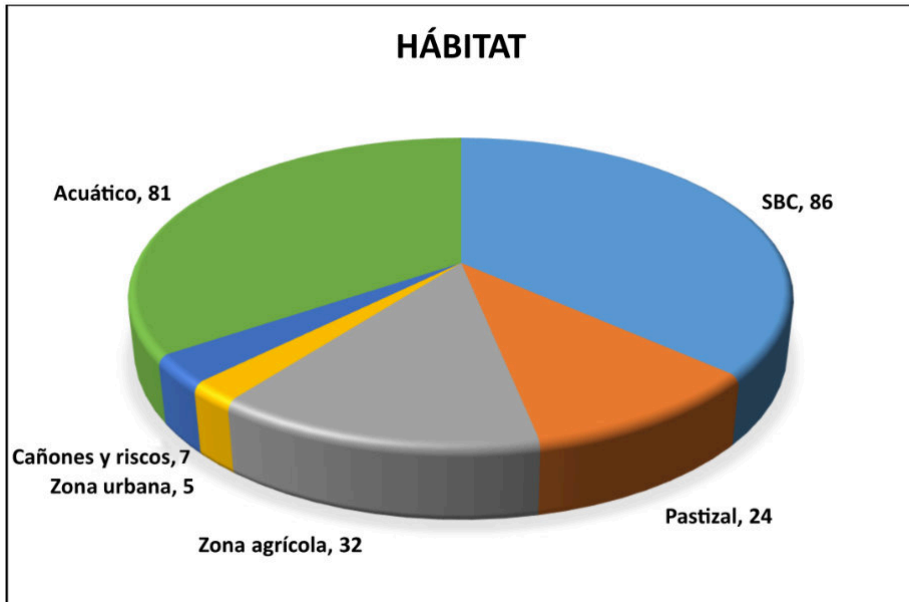


Hábitats. Las especies que se distribuyen en los hábitats terrestres representan el 56%, y de éstas, en su mayoría, 52% se han registrado en la selva baja caducifolia y el bosque ripario. Un número importante lo componen los pastizales y las zonas agrícolas con casi una cuarta parte de las especies. Las especies que se distribuyen en el ambiente acuático de Coatetelco representan el 43% (Figura 3, Anexo 1).

Estacionalidad. La mayoría de las aves (59%) son especies residentes y residentes de verano, y en menor número las que presentan diversos movimientos migratorios (41%), que pueden ser de invierno, de paso u



Figura 3. Número de especies por hábitat en Coatetelco, Morelos.



ocasionales (Figura 4). De acuerdo con las aves registradas por meses, se observa una mayor riqueza de especies desde noviembre hasta marzo, es decir, durante los meses de invierno, y los meses que presentaron un menor número de especies son junio y julio, durante el verano. Los porcentajes de estacionalidad encontrados coinciden con los registrados para el estado y para México (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

El 37.5% (30) de las especies del orden Passeriformes son migratorias invernales, ocasionales o de paso migratorio. De las 18 especies de mosqueros (Tyrannidae), 5 son migratorias de invierno, cabe resaltar la presencia de *Contopus cooperi*, que es una especie migratoria de paso

Figura 4. Porcentaje de especies por estacionalidad en Coatetelco, Morelos (ver anexo).



considerada casi amenazada por la UICN. Las 12 especies restantes son residentes, destaca la migración de verano que realiza *Myiodynastes luteiventris*, ya que viene de Sudamérica. La familia de las calandrias (Icteridae) con 15 especies en su mayoría son residentes (10 especies) y de las 11 especies de la familia Parulidae (Chipes) en su mayoría son migratorios invernales (10 especies) (Figura 1, Anexo 1).

De los órdenes No Passeriformes, los playeros (Charadriiformes), con 22 especies reportadas, únicamente dos son residentes, aunque éstas también presentan poblaciones migratorias, mientras que los 20 restantes son migratorios invernales, de paso u ocasionales.



SEMARNAT (2008b) reconoce tres criterios para las especies migratorias: migratorios de larga distancia (2,000 a 5,000 km), migratorios de distancias intermedias (100 a 2,000 km) y migratorios de corta distancia (1 a 100 km).

De las especies de playeros (*Jacanidae*, *Charadriidae*, *Recurvirostridae* y *Scolopacidae*) registradas, 3 son migratorias de paso de larga distancia (*Pluvialis dominica*, *Calidris bairdii* y *C. melanotos*); 9 especies son migratorias de distancias intermedias (*Tringa melanoleuca*, *T. flavipes*, *T. solitaria*, *Actitis macularius*, *Bartramia longicauda*, *Calidris mauri*, *C. minutilla*, *Limnodromus scolopaceus* y *Phalaropus tricolor*); y 6 especies son migratorios de corta distancia (*Jacana spinosa*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *C. nivosus*, *C. vociferus* y *Gallinago delicata*). Las gaviotas (Laridae) son migratorias invernales que no se observan todos los años o son ocasionales, como *Rynchops niger*.

De las 14 especies de Pelecaniformes, de las familias de las garzas, pelícanos e ibis (Ardeidae, Pelecanidae y Threskiornithidae), la mayoría son residentes (8 especies) y únicamente 6 especies son migratorias invernales u ocasionales, 4 especies residentes presentan poblaciones migratorias invernales (*Ardea alba*, *Ardea herodias*, *Butorides virescens*, *Egretta thula*).

Los patos (Anseriformes, Anatidae) en su mayoría son migratorias invernales (11 especies) u ocasionales (tres especies), y sólo cuatro especies se reproducen en el estado, el pato real (*Cairina moschata*), el pato mexicano (*Anas diazi*), el pijiji ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*) y el pijiji canelo (*D. bicolor*).

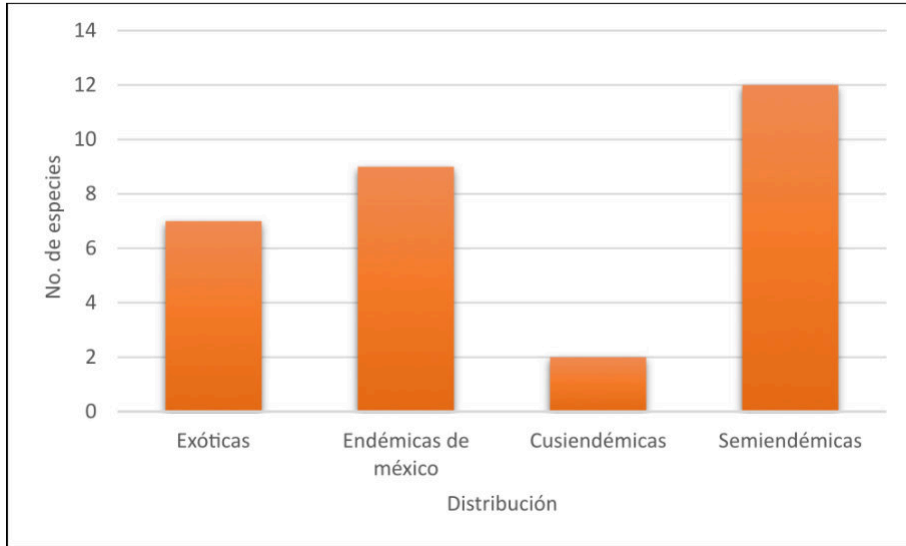
Distribución. El 11.5% de las especies (23) registradas en Coatetelco tienen una distribución exclusiva de México, 9 son endémicas, de las cuales, *Phaeoptila sórdida*, *Melanerpes hypopolius* y *Megascops seductus* tienen una distribución restringida a la cuenca del río Balsas. Las demás especies, *Philortyx fasciatus*, *Icterus abeillei*, *Pheugopedius felix*, *Turdus rufopalliatu*s y *Melanerpes chrysogenys*, presentan una distribución en el oeste de México.

En el caso de *Rallus tenuirostris*, su distribución incluye el centro de México y el Altiplano Central. Las especies cuasiendémicas de México, *Momotus mexicanus* y *Cassiculus melanicterus*, presentan parte de su distribución por la costa del Pacífico hasta Guatemala. Las especies semiendémicas de México (12) presentan una distribución, durante una parte de su ciclo de vida en México, destacan los mosqueros con 4 especies, *Empidonax occidentalis*, *Empidonax wrightii*, *Tyrannus crassirostris* y *Tyrannus vociferans*, 3 especies de colibríes, *Archilochus alexandri*, *Cyananthus latirostris* y *Leucolia violiceps*, 2 calandrias *Icterus bullockii* e *Icterus cucullatus*, 2 chipes *Leiothlypis crissalis* y *Leiothlypis virginiae*, y un semillero *Passerina amoena*. La mayoría presenta movimientos migratorios de corta distancia, principalmente al oeste del país (Figura 5).

Riesgo. En Coatetelco se han registrado 23 especies consideradas en riesgo de acuerdo con SEMARNAT (2010), 11 de las cuales son de hábitos acuáticos. En peligro de extinción están *Rallus tenuirostris* y *Cairina moschata*, 6 especies se consideran amenazadas: *Anas diazi*, *Aramus guarauna*, *Rallus limicola*, *Botaurus lentiginosus*, *Charadrius nivosus*, *Tilmatura dupontii*, *Geothlypis tolmiei*, *Megascops seductus* y 10 especies están sujetas a protección especial: *Buteo lineatus*, *Buteogallus*



Figura 5. Número de especies exóticas, endémicas de México, cuasiendémicas y semiendémicas de México.



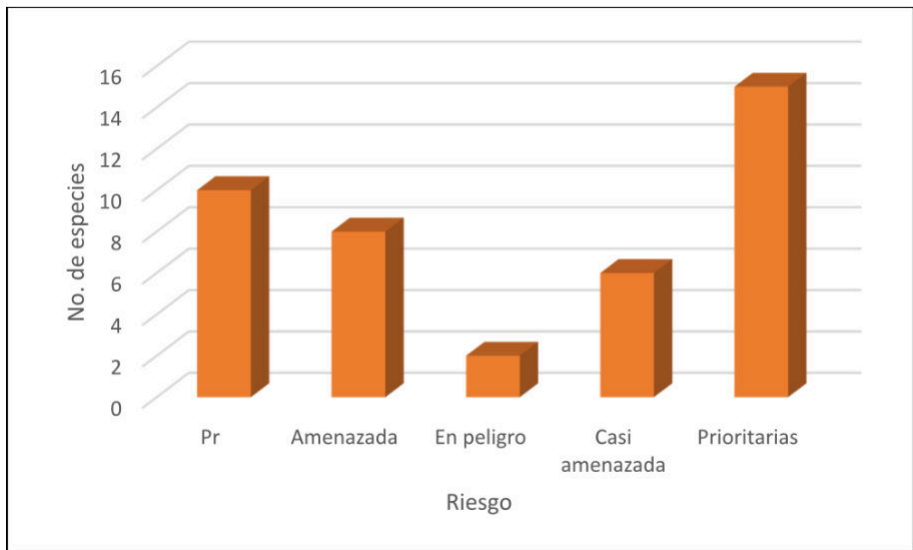
anthracinus, *Geranoaetus albicaudatus*, *Parabuteo unicinctus*, *Tachybaptus dominicus*, *Sternula antillarum*, *Ixobrychus exilis*, *Passerina ciris*, *Leiothlypis crissalis*, *Eupsittula canicularis*.

De las aves registradas, 15 especies están consideradas como prioritarias para su conservación de acuerdo con SEMARNAT (2014), en su mayoría son de la familia de los patos: *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Mareca americana*, *Spatula discors*, *S. cyanoptera*, *S. clypeata*, *Anas diazi*, *A. acuta*, *A. crecca*, *Aythya affinis*, *A. valisineria*, *A. collaris*, *Bucephala albeola*, *Cairina moschata* y, entre las rapaces, el gavián pescador (*Pandion haliaetus*). De acuerdo con la Lista Roja (UICN, 2019), 6 especies se consideran casi amenazadas: *Colinus virginianus*, *Rallus tenuirostris*,

Passerina ciris, *Megascops seductus*, *Contopus cooperi* y *Vireo bellii* (Anexo 1, Figura 6).

Registros Nuevos y Notables. Se aporta información de 6 especies que se consideran relevantes por contar con pocos reportes y por ser consideradas como amenazadas.

Figura 6. Número de especies registradas en Coatetelco, Pr (Sujetas a protección especial), amenazadas, en peligro, casi amenazada y prioritarias.



Pardirallus maculatus: Rascón pinto. Especie amenazada (SEMARNAT, 2010) que fue observada y fotografiada en Coatetelco por primera vez el 30 de enero del 2019 (Figura 7, arriba) y posteriormente una pareja (Figura 7, abajo) entre el tular (*Typha sp*). Los avistamientos recientes indican que esta especie es residente del lugar (<http://www.naturalista>.



mx/). Los registros más cercanos corresponden a la laguna de San Felipe Epatlán, Puebla (Howell, 1999). La presencia de esta especie era esperada pues en los mapas de distribución potencial se incluye como una especie residente en el estado de Morelos (Navarro & Peterson, 2007b; Howell y Webb 1995).

El carao (*Aramus guarauna*) es una especie amenazada (SEMARNAT, 2010), y se ha registrado en la presa de la Cruz Pintada, Huautla; El Jaguey, Yautepec y Coatetelco, en donde se observaron dos polluelos, por lo que se considera una especie residente (**Figura 8**). Su distribución en el centro del país se explica por la introducción de caracoles manzana (*Pomacea* sp.) sembrados en los principales cuerpos de agua del estado (Palomera-García *et al.*, 2006).

El Rascón Azteca (*Rallus tenuirostris*) es una especie en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010) y endémica de México, es considerado un residente raro, posiblemente por la dificultad de observarlo, la Colección Ornitológica del Centro de Investigaciones Biológicas cuenta con un ejemplar capturado en Coatetelco (COCIB 1110).

El Rascón de agua (*Rallus limicola*) es una especie Amenazada (SEMARNAT, 2010). Es un residente raro que habita en los tulares del estado, posiblemente también por la dificultad de observarlo (**Figura 9**).

El pato mexicano (*Anas diazi*) es una especie amenazada (SEMARNAT, 2010) muy rara en el estado, ha sufrido la desaparición de su hábitat y la cacería furtiva (obs. per.), se puede observar sobre todo al amanecer y al oscurecer.

El Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) es una especie amenazada (SEMARNAT, 2010). Posiblemente accidental, se observó un grupo de seis

Figura 7. *Pardirallus maculatus insolitus*, registrado en Coatetelco, especie Amenazada (Semarnat 2010).



Foto: F. Urbina



Figura 8. El carao (*Aramus guarauna*) observado en Coatetelco, especie Amenazada (Semarnat, 2010).



Foto: F. Urbina

ejemplares en Coatetelco, la Colección Ornitológica del Centro de Investigaciones Biológicas cuenta con un ejemplar capturado en Coatetelco (COCIB 1468).

El Torcomón (*Botaurus lentiginosus*) es una especie amenazada (SEMARNAT, 2010). Residente de verano, observado de septiembre a diciembre que habita solitario entre los tulares. Posiblemente es más abundante pero sus hábitos la hacen difícil de observar (**Figura 10**).

Figura 9. El rascón de agua (*Rallus limicola*) observado en Coatetelco, especie Amenazada (Semarnat 2010).



Observado en Coatetelco. Foto: F. Urbina

Aprovechamiento. La cacería de aves acuáticas que se desarrolla de manera organizada, así como la artesanal, se realiza en mayor intensidad durante la época de la migración de invierno (**Figura 11**); sin embargo, durante la época de reproducción también se lleva a cabo, por una falta de organización de la actividad, la cual deberá ser vigilada mediante



Figura 10. Avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*) observada en Coatetelco, especie Amenazada (SEMARNAT, 2010).



Foto: F. Urbina

Figura 11. Cacería artesanal de patos de patos en Coatetelco.



Foto: F. Urbina

esquemas comunitarios, asesorados por las autoridades gubernamentales.

La cacería de la ganga (*Bartramia longicauda*) y la agachona (*Gallinago delicata*) es una actividad tradicional en Morelos, así como los patos, y otras aves acuáticas figuran entre las especies que se aprovechan principalmente de manera local.

De acuerdo con el calendario "Época hábil para el aprovechamiento de aves canoras y de ornato para fines de subsistencia en la temporada



2017-2018", 32 especies de aves están autorizadas para su captura en México (SEMARNAT, 2017). Para Morelos, el calendario autoriza la captura de 22 especies, sin embargo, hasta la fecha únicamente se han registrado en 17 de estas especies en el estado. Es evidente que existe un mercado para estas especies, ya que pueden verse "pajareros" en varios puntos de Morelos (Cuernavaca, Chiconcuac) y en mercados municipales. En México existe una organización que agrupa a los que practican esta actividad y en Morelos esta actividad se realiza en localidades cercanas al volcán Popocatepetl.

Análisis de amenazas y recomendaciones de manejo

Siguiendo lo propuesto por Salaksky *et al.* (2008), para el análisis de amenazas y propuesta de recomendaciones de manejo, como primer paso se definió a las aves como el objeto de conservación, es decir, como los sujetos alrededor de los cuales se identificaron las amenazas directas, y a partir de éstas se plantean algunas recomendaciones de manejo, mismas que se describen a continuación:

Desarrollos residenciales y comerciales

Como lo describen Sorani y Román-Colín (2020) el lago de Coatetelco se ha visto afectado en los recientes años por la expansión no controlada de las zonas urbanas, tanto en lo que se refiere a traza urbana del poblado de Coatetelco, pero, sobre todo a la expansión de los restaurantes (palapas) a lo largo de la ribera del lago, lo anterior para potenciar la actividad turística-gastronómica que se oferta en el sitio. Desafortunadamente a expensas de la zona de tular, que representa un importante refugio para las aves acuáticas.

Para estas amenazas, normalmente existen dos tipos de recomendaciones de intervención. La primera se relaciona con la declaración del área como un espacio protegido, que en este caso calificaría como un sitio Ramsar (Humedal de importancia internacional) por el número y tipo de especies de aves acuáticas presentes, que incluye migratorias y amenazadas. Otra posibilidad sería decretarlo como un área natural protegida de carácter estatal, tal vez un refugio de vida silvestre (González-Flores y Contreras-MacBeath, 2020). Pero existen otros instrumentos que se deben de usar para la protección del lago, como el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos, donde está propuesta una política ecológica mixta de aprovechamiento-restauración para el lago (Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2014), misma que debe ser aplicada. Es urgente, además, desarrollar un Plan de Desarrollo Urbano (PDU) para Coatetelco, en el que se incluya tanto el poblado como la ribera del lago. El PDU permitirá además definir zonas de preservación ecológica, donde podrían estar consideradas las zonas de tular.

Uso biológico de recursos

Como se describió previamente, la cacería de aves, principalmente de patos, es una actividad tradicional por parte de los pobladores de Coatetelco, sin embargo, ésta se realiza de manera desorganizada y sin ningún interés por parte de las autoridades. En este caso, se sugiere formalizar dicha actividad, tal vez a través del establecimiento de una Unidad de Manejo de Vida Silvestre (UMA), ya que representan el instrumento legal, técnico y científico que fundamenta y regula en la actualidad el aprovechamiento de los recursos de vida silvestre en



México, mismas que han tenido un relativo éxito en Morelos, pero que requieren de una mejor supervisión y monitoreo (González-Rebeles *et al.*, 2020).

Una de las actividades económicas más intensivas realizadas en el lago de Coatetelco es el de la pesca (Arredondo, 2018), una buena parte de las capturas se lleva a cabo mediante el empleo de redes agalleras, que los pescadores dejan en el cuerpo de agua durante la mayor parte del día y de la noche. Desafortunadamente, como captura incidental de este arte de pesca, quedan atoradas en las redes aves acuáticas sobre todo buceadoras, como zambullidores y patos. No se cuenta con estimaciones sobre la mortalidad de aves por la pesca en Coatetelco, por lo que se propone realizar un estudio que permita obtener datos para tener una idea de la magnitud del problema. Como contexto vale la pena citar una revisión realizada por Žydelis *et al.* (2009), quienes mencionan que se trata de un problema al que se le pone poca atención, a pesar de que mueren entre 100 y 200 mil aves al año por redes agalleras.

Contaminación

De acuerdo con una evaluación reciente de la calidad del agua en el lago de Coatetelco, ésta es considerada de buena a excelente calidad (Alonso-EguíaLis & Brena-Zepeda 2020), sin embargo, existe un efluente proveniente del poblado de Miacatlán, que llega al lago sin tratamiento alguno y que debe de ser tratado para evitar que este se llegue a contaminar, algo que ha sido un reclamo constante por parte de los habitantes de Coatetelco y que las autoridades no han podido resolver.

Por otro lado, Sorani y Román-Colín (2020) resaltan la presencia de contaminación difusa proveniente de las actividades agrícolas y

ganaderas, y proponen 10 actividades que deben ser prohibidas en el entorno del lago para evitar su contaminación, por ejemplo, evitar el uso de pesticidas y herbicidas en las zonas agrícolas adyacentes al lago. Los mismos autores señalan el vertido de algunos residuos sólidos urbanos al lago como producto de la actividad turística y señalan que esto debe ser evitado.

Especies invasoras

Las especies invasoras son una de las más importantes causas de pérdida de biodiversidad, por el impacto que tienen sobre la fauna nativa (Duenas *et al.*, 2018; Gómez de Silva *et al.*, 2005). En Coatetelco encontramos seis especies exóticas: el pato real (*Cairina moschata*), la paloma de collar turca (*Streptopelia decaocto decaocto*), la paloma doméstica (*Columba livia*), el perico monje argentino (*Myiopsitta monachus*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el gorrión doméstico (*Passer domesticus*). Se desconoce el impacto que éstas han tenido sobre las aves nativas o sobre el ecosistema en lo general, por lo que se recomienda que se hagan estudios para conocer la situación de estas especies en Coatetelco y a partir de ahí, establecer las acciones de manejo que correspondan.

Especies amenazadas

Como resultado de la presente investigación, se encontró que en Coatetelco habitan 23 especies consideradas en riesgo (SEMARNAT, 2010; IUCN, 2019), 11 de las cuales son de hábitos acuáticos. Éstas deberán ser las especies prioritarias de conservación en el lago, por lo que se sugiere el desarrollo de una estrategia para la evaluación de las poblaciones de dichas especies, de tal forma que sea posible identificar acciones



específicas de conservación, como se ha hecho a nivel estatal con especies focales de Morelos (Contreras-MacBeath *et al.*, 2020).

Cambio climático

Uno de los temas en la actualidad, tiene que ver con la incertidumbre de lo que ocurrirá con los cuerpos de agua superficiales como consecuencia del cambio climático (Otazo-Sánchez y Navarro-Frómata 2020), ya que, al haber modificaciones en el régimen climático, la disponibilidad de agua tenderá también a variar. Además, Coatetelco ya ha sufrido el efecto de una prolongada sequía, que llevó a que después de tener una profundidad de 15m en 1930, se secó por completo en 1989 (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998), y, a pesar de que se logró recuperar, se tendrán que establecer normas para asegurar su permanencia a largo plazo (algunas de las cuales se discutieron el principio de esta sección).

En este sentido, existen propuestas innovadoras como la de Moreno (2015), quien propone crear la figura de zona de protección o perímetro de protección de aprovechamientos de agua subterránea y de cuerpos de agua en Coatetelco y el Rodeo, como una manera de conservarlos.

Educación y comunicación

Debido a sus atributos naturales y su cultura, Coatetelco es visitado por numerosas personas anualmente, lo que hace que el turismo represente una actividad económica fundamental para sus habitantes, pero si no es regulado, puede convertirse en una amenaza, de la que ya se ven algunos impactos, que han sido mencionados previamente. Pero en lugar de que esto sea un problema, se puede convertir en una oportunidad, si se realiza un trabajo de colaboración entre los habitantes, el gobierno

municipal, los prestadores de servicios turísticos y la academia, tendiente a la integración de un programa de educación y capacitación, que permita potenciar la actividad turística, para conducirla hacia un modelo más sustentable de desarrollo, que logre mejores ingresos para quienes intervienen en esta actividad, sin menoscabar la condición del entorno natural. Dicho programa deberá incluir la generación de materiales como guías de campo y posters, que puedan ser ofrecidos a los visitantes, algo que ya ha empezado a desarrollarse con las guías de campo de aves y peces de Morelos (González-Flores *et al.*, 2018; Urbina & Morales 1994).

Referencias

- Alonso-EguíaLis, P. y Brena-Zepeda, J. E. (2020). Recursos hídricos. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 91-107). CONABIO.
- Álvarez, J. G., Medellín, R. A., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H. y Sánchez, O. (2008). *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- American Ornithological Society. (26 de mayo de 2019). *Checklist of North and Middle American Birds*. <http://checklist.aou.org/>
- Arellano A., M. y Rojas, M. P. (1956). *Aves acuáticas migratorias en México I*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.



- Arredondo V. E. (2018). *Evaluación de la actividad pesquera de las lagunas de El Rodeo y Coahuila de Zaragoza, Coahuila, México. Informe final de Investigación 2017*. Instituto Nacional de Pesca.
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L.A., Ortega-Álvarez, R. y Calderón Parra, R. (2015). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO.
- Berlanga, H., Kennedy, J. A., Rich, T. D., Arizmendi, M. C., Beardmore, C. J., Blancher, P. J., Butcher, G. S., Couturier, A. R., Dayer, A. A., Demarest, D. W., Easton, W. E., Gustafson, M., Iñigo-Elias, E., Krebs, E. A., Panjabi, A. O., Rodríguez Contreras, V., Rosenberg, K. V., Ruth, J. M., Santana Castellón, E., Ma Vidal, R. y Will, T. (2010). *Conservando a nuestras aves compartidas: La visión trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres*. Cornell Lab of Ornithology.
- Blake, R. E. (1953). *Birds of Mexico. A guide for field identification*. The University of Chicago Press.
- Chávez C., N., Gurrola, M. A. y García, J. A. (1996). *Catálogo de aves no Passeriformes de la Colección Ornitológica del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Clement, M. J., Hines, J. E., Nichols, J. D., Pardieck, K. L. y Ziolkowski Jr, D. J. (2016). *Estimating indices of range shifts in birds using dynamic models when detection is imperfect*. *Global Change Biology*, 22(10), 3273-3285.
- Contreras-MacBeath, T., Jaramillo, F. y Boyás, J. C. (2006). *Estudio del Estado de Coahuila de Zaragoza. Como parte de la Estrategia Coahuilense de Biodiversidad*. CONABIO-UAEM.
- Contreras-MacBeath, T., L. González-Flores y L. Fuentes Vargas. (2020). *Estrategia para la conservación de especies prioritarias*. En CONABIO,

- UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 307-315). CONABIO .
- Contreras-MacBeath, T., Mejía M. y Carrillo R. W. (1998). Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos from introduced aquarium and other commercial fish. *Aquarium Sciences and Conservation*, 2(2), 67-78.
- Davis, I. L. (1972). *A field guide to the birds of Mexico and Central America*. University of Chicago Press.
- Davis, W. B. y Russell, R. V. (1953). Aves y mamíferos del Estado Morelos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. México*, 14, 77-145.
- Duenas, M. A., Ruffhead, H. J., Wakefield, N. H., Roberts, P. D., Hemming, D. J. y Diaz-Soltero, H. (2018). The role played by invasive species in interactions with endangered and threatened species in the United States: a systematic review. *Biodiversity and Conservation*, 27, 3171-3183.
- Edmondstone, M. R. J., Böhm, M., Harrison, I., Patricio, H., Grabowski, N., Contreras-MacBeath, T. (eds.) (2022). *Fantastic Freshwater: 50 landmark species for conservation*. SHOAL, Indianapolis Zoo Global Center for Species Survival, IUCN Species Survival Commission, Freshwater Conservation Committee.
- González-Flores L., Fuentes, L.V., Contreras-MacBeath, T. y Mejía-Mojica, H. (2018). *Guía de Campo: Peces de Morelos*. Comisión Estatal de Biodiversidad, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Gobierno del Estado de Morelos.
- González-Flores, L. y T. Contreras-MacBeath. (2020). Áreas naturales protegidas. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 255-279). CONABIO.



- González-García, F. y Gómez-de Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En H. Gómez-de Silva y A. Oliveras-de Ita (eds.). *Conservación de aves. Experiencias en México* (pp. 150-194). CIPAMEX, CONABIO, NFWF.
- González-Rebeles I, C, M. M. Méndez, M. Anaya L. y A. Juárez-Mondragón. (2020). Unidades para el Manejo y Conservación de la Vida Silvestre. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 333-345). CONABIO.
- IUCN. (29 de junio de 2019). *The Red List of Threatened Species. Versión 2019-1*. <https://www.iucnredlist.org>
- Leopold, S. A. (1956). *Fauna silvestre de México*. IMERNAR.
- Martín del Campo, R. (1937). *Contribución al conocimiento de la ornitología del Estado de Morelos*. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno, Y. (2015). *Estudio geohidrológico del Miacatlán, estado de Morelos (lagunas de Coatetelco y El Rodeo)*. Congreso nacional de aguas subterráneas en México: estado actual, retos y desafíos futuros.
- National Geographic. (2005). *Field guide to the birds of North America. 5a ed.* National Geographic.
- Navarro, A. G. y Sánchez-González, L. A. (2003). *La diversidad de las aves. Conservación de aves. Experiencias en México*. CIPAMEX-National Fish & Wildlife Foundation-CONABIO.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S476-S495.

- Otazo-Sánchez, E. M. y Navarro-Frómeta, A. E. (2020). Water at a Glance in Mexico. En: E. M. Otazo-Sánchez, A. E. Navarro-Frómeta y V. P. Singh (Eds.). *Water Availability and Management in Mexico* (pp. 1-13). Springer.
- Pitelka, F. A. (1948). *Notes on the distributional taxonomy of Mexican game birds*. Condor.
- Ramírez-Bastida, P., Navarro-Sigüenza, A. G. y Peterson, A. T. (2008). Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively. *Biodiversity and Conservation*, 17, 2525-2558.
- Royall, W. C. Jr., Guarino, J. I., Grazio, J. W. y Gammell, A. (1971). *Migration of banded Yellow-Headed Blackbirds*. The Condor.
- Rubalcaba, C. A. (1999). *Las aves acuáticas en el estado de Morelos* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos].
- Salafsky N., Salzer, D., Stattersfield, A. J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S. H. M., Collen, B., Cox, N., Master, L. L., O'connor, S. y Wilkie, D. (2008). A Standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of Threats and Actions. *Conservation Biology*, 22(4), 897-911.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable (2014). *Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Regional del Estado de Morelos*. Gobierno del Estado de Morelos.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2008a). *La Estrategia para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Aves Acuáticas y su Hábitat en México*. SEMARNAT.
- Sibley, D. A. (2000). *The Sibley guide to birds*. Alfred A. Knopf.



- Sorani, V. y Román-Colín, C. L. (2020). Situación de las lagunas de Coatepec y El Rodeo. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 108-116). CONABIO.
- Urbina T., F. (2005). *Evaluación de la distribución de las aves del estado de Morelos, México* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Urbina, T. F. y Morales, G. (1994). *Aves de Morelos. De importancia económica y rapaces diurnas*. Secretaría de Educación Pública, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas.
- Urbina, T. F. y Robles, J. A. (1992). Los zambullidores y garzas de Morelos, México. *Ciencia y Tecnología*.
- Urbina-Torres, F. (2000). New Distributional information of birds from the state of Morelos, México. *Bulletin British Ornithologists' Club*, 120(1), 8-15.
- Urbina-Torres, F. (2015). Aves acuáticas de Morelos, México. *Vórtice*.
- Urbina-Torres, F. (2016). Registros notables de aves de Morelos, México. *Huitzil*, 17(1), 163-174.
- Urbina-Torres, F. (2020). Aves. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2* (pp. 311-325). CONABIO.
- Urbina-Torres, F., Romo de Vivar-Álvarez, C. y Navarro-Sigüenza, A.G. (2009). Notas sobre la distribución de algunas aves en Morelos, México. *Huitzil*, 10(1), 30-37.

Van Perlo, B. (2006). *Birds of Mexico and Central America*. Princeton University Press.

Žydelis, R., Bellebaum, J., Österblom, H., Vetemaa, M., Schirmeister, B., Stipniece, A., Dagys, M., van Eerden, M. y Garthe, S. (2009). Bycatch in gillnet fisheries-an overlooked threat to waterbird populations. *Biological Conservation*, 142(7), 1269-1281.



Anexo 1.

Lista de órdenes, familias y especies de aves registradas en Coatetelco, Morelos en donde se indica la residencia, el hábitat, el endemismo o si son exóticas, las especies en riesgo y con prioridad de conservación.

Residencia. **R**: residente. **M**: migratoria invernal. **O**: ocasional. **P**: paso.

Hábitat. **ZA**: zonas agrícolas. **A**: acuática. **CyR**: cañones y riscos. **BR**: bosque ripario. **P**: pastizales. **SBC**: selva baja caducifolia.

NOM-059/ IUCN. **P**: en peligro. **A**: amenazada. **Pr**: sujeta a protección especial (SEMARNAT 2010). **NT**: casi amenazada (IUCN 2013).

Prioritaria. **PR**: Especie prioritaria (SEMARNAT 2014).

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059/ IUCN	Prioritarias
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	R	BR, P			
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo lineatus</i>	M	BR		Pr	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	R	BR, SBC			
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	R	BR, SBC		Pr	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus hudsonius</i>	M	A, BR			
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	R	P, ZA		Pr	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	R	P, SBC		Pr	

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	R	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas acuta</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas crecca</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas diazi</i>	M	A		A	PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya valisineria</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Bucephala albeola</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	R	A	I	P	PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	R	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	R	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Mareca americana</i>	M	A			PR



Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	M	A			
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i>	M	A			PR
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	M	A			PR
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	M	A, CyR			
Apodiformes	Apodidae	<i>Cypseloides niger</i>	P	CyR, P			
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	M	SBC, BR	SE		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	M	SBC, BR			
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	R	BR, SBC	SE		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Leucolia violiceps</i>	R	SBC, BR	SE		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaeoptila sordida</i>	R	SBC, BR	E		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Tilmatura dupontii</i>	R	SBC, BR		A	

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	R	ZA, P			
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	R	P, SBC			
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	R	BR, SBC, ZA			
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	R	BR, SBC, ZA			
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	O	A		A	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	R	A			
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	O	A			
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	R	A			
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	M	A			
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	M	A			
Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	O	A			
Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	M	A		Pr	



Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	M	A			
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra americana</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Bartramia longicauda</i>	P	A, P			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	P	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	P	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	P	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus tricolor</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	M	A			

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	M	A			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	M	A			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	R	ZU	I		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	R	ZA, ZU, P			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	R	SBC			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	R	SBC			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	R	SBC			
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	R	SBC, BR			
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	R	ZU, BR	I		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	R	SBC, BR, ZA			
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	R	SBC, BR, ZA			
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	R	A			



Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	M	A			
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	R	BR, SBC	CE		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	P	BR, SBC			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R	BR, SBC, ZA			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	R	P, SBC			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	R	BR, SBC			
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	R	BR, SBC, ZA			
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	M	CyR			
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	M	P, ZA			
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	R	BR, SBC			
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	R	ZA, P		NT	
Galliformes	Odontophoridae	<i>Philortyx fasciatus</i>	R	BR, ZA	E		

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	R	A		A	
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	R	A			
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	R	A			
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	R	A			
Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus maculatus</i>	R	A			
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martenicus</i>	R	A			
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	M	A			
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus limicola</i>	R	A		A	
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus tenuirostris</i>	R	A	E	P/NT	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina amoena</i>	M	P, ZA	SE		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	R	P, ZA			
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	M	P, SBC		Pr/NT	



Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	M	P, SBC			
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	R	SBC			
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	R	BR, SBC, ZA			
Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	R	ZA, SBC, BR			
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	R	ZA, SBC, BR			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	R	A, BR			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	MV	CyR			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	P	A			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R	CyR, SBC			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	R	CyR, SBC			
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	R	A, ZA			
Passeriformes	Icteridae	<i>Cassidix melanicterus</i>	R	BR	CE		

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Icteridae	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	O	A, ZA			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus abeillei</i>	M	BR, SBC	E		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	R	BR, SBC	SE		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	R	BR, SBC	SE		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	R	ZA, SBC, BR			
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	R	ZA, SBC, BR			
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	ZA, BR, A			
Passeriformes	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	O	ZA, A			



Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Icteriidae	<i>Icteria virens</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	R	P, ZA			
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	R	SBC, P, ZA			
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	R	SBC, BR, P			
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	R	A, ZA			
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	M	SBC		A	
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	M	A			
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis celata</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis crissalis</i>	M	SBC, BR	SE	Pr	
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis virginiae</i>	M	SBC, BR	SE		

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	M	SBC, BR			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Aimophila rufescens</i>	R	SBC			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	R	SBC			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Chondestes grammacus</i>	M	ZA,P			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza lincolnii</i>	M	SBC, P, ZA			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza melodia</i>	R	A			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	R	SBC, BR			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Spizella passerina</i>	R	P, ZA			
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	R	ZU	I		
Passeriformes	Poliopitilidae	<i>Poliopitila albiloris</i>	R	BR, SBC			



Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Poliopitilidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	R	P	I		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	R	SBC, BR			
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	R	SBC, ZA			
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	R	CyR			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cistothorus palustris</i>	M	A			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius felix</i>	R	BR, SBC	E		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	R	BR			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	R	BR			
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	R	BR			
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	R	BR	E		

V. Aves de Coatetelco

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	P	SBC, BR		NT	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	R	SBC, BR			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	R	BR, SBC	SE		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax traillii</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	M	BR, SBC	SE		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus nuttingi</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	MV	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	R	BR			



CONOCER PARA CONSERVAR: ESTUDIOS DE LA DIVERSIDAD
 BIOCULTURAL EN COATETELCO, MORELOS

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	R	BR			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	ZA, P			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	R	SBC	SE		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	M	BR, SBC			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	R	BR, SBC	SE		
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	R	BR, SBC		NT	
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	R	BR, SBC			
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	R	BR, SBC			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	R	A			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	R	A			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Botaurus lentiginosus</i>	R	A		A	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	M	A, P, ZA	I		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	R	A			

V. Aves de Coatetelco

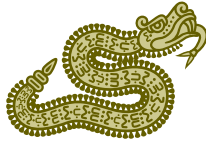
Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	M	A			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	R	A			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	M	A			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	R	A		Pr	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	R	A			
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	R	A			
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	M	A			
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	O	A			
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	M	A			
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	R	SBC, BR			
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes hypopolius</i>	R	SBC	E		
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	R	SBC, BR	E		



CONOCER PARA CONSERVAR: ESTUDIOS DE LA DIVERSIDAD
BIOCULTURAL EN COATETELCO, MORELOS

Orden	Familia	Especie	Residencia	Hábitat	Endémica/ exótica	NOM-059 /IUCN	Prioritarias
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Aechmophorus clarkii</i>	O	A			
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	R	A			
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	M	A			
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	R	A			
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	R	A		Pr	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	R	BR		Pr	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i>	R	ZU, BR	I		
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	R	BR			
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	R	BR, SBC			
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops seductus</i>	R	SBC, BR	E	A/NT	
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	M	A			

VI



DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS DE COATETELCO

DIVERSITY OF MAMMALS OF COATETELCO

**Ana Luisa Ortiz Villaseñor¹, Marco Antonio Lozano García¹ y Marcelino Servín Jiménez¹*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: ana.ortiz@uaem.edu.mx

Resumen

La presente aportación tiene como propósito conocer la diversidad de mamíferos silvestres en la localidad de Coatetelco Morelos, México y áreas aledañas; estos vertebrados constituyen elementos preponderantes en la dinámica ecológica en los ecosistemas donde habitan y muchos de ellos son indicadores biológicos de la salud y calidad del hábitat, por lo que algunas especies presentan serios problemas de conservación por un sinnúmero de causas antrópicas. El registro de las especies en campo fue a través de métodos directos e indirectos, asimismo se enriqueció con la consulta bibliográfica de investigaciones en el área de estudio y



localidades adyacentes, así como la consulta de acervos biológicos (colecciones científicas). Durante el estudio se obtuvieron 149 registros correspondientes a 58 especies de mamíferos, de los cuales corresponden a ocho órdenes, 19 familias y 47 géneros. Los quirópteros fueron los mejores representados con 25 especies que corresponden al 43.1% de las especies registradas, seguido de los carnívoros con 15 especies dando un 25.8% y los roedores con 11 especies que representan el 18.9%, las menos representadas son Soricomorfa, Xenartara y Artiodactila, con una sola especie. Un dato importante es señalar que de las seis especies de felinos presentes en México cinco se registran en esta área de estudio.

Palabras clave: Coatetelco, mastofauna, quirópteros, carnívoros, roedores.

Abstract

The purpose of this contribution is to know the diversity of wild mammals in the town of Coatetelco Morelos, Mexico and surrounding areas; These vertebrates constitute preponderant elements in the ecological dynamics of the ecosystems they inhabit and many of them are biological indicators of the health and quality of the habitat, which is why some species present serious conservation problems due to countless anthropic causes. The registration of the species in the field was through direct and indirect methods, it was also enriched with the bibliographic consultation of research in the study area and adjacent localities, as well as the consultation of biological collections (scientific collections). During the study, 149 records corresponding to 58 species of mammals were

obtained, of which they correspond to eight orders, 19 families and 47 genera. Bats were the best represented with 25 species that correspond to 43.1% of the registered species, followed by Carnivores with 15 species giving 25.8% and rodents with 11 species that represent 18.9%. The least represented are Soricomorpha, Xenartara and Artiodactyla with a single species. An important fact is to point out that of the six species of felines present in Mexico, five are recorded in this study area.

Keywords: Coatetelco, mastofauna, bats, carnivores, rodents.

Introducción

El propósito de esta aportación es dar a conocer la diversidad de la mastofauna silvestre de la localidad de Coatetelco Morelos y áreas aledañas. Los mamíferos silvestres constituyen uno de los elementos de los sistemas naturales de suma importancia biológica, pues representan un papel ecológico importante dentro del ecosistema, ya que son considerados como especies “sombrija” sobre otros vertebrados e invertebrados, es decir, al protegerlos se protege a otras especies (GE, 2005), en el ecosistema se desarrollan como dispersores de semillas, reguladores de plagas, aireadores del suelo con la construcción de sus madrigueras y como controladores del crecimiento y distribución de las plantas.

Este grupo de vertebrados son de importancia ecológica y económica para los sectores rurales, donde la población ha utilizado a estos animales como alimento, como producto medicinal y artesanal, entre otros. A los mamíferos muchos campesinos e indígenas de Morelos otorgan un valor de uso alimentario y medicinal, de materia prima para artesanías,



adornos y amuletos, así como de compañía e incluso para abono por lo cual, los servicios ambientales que aportan estos vertebrados son clave en la dinámica de los ecosistemas (García-Flores *et al.*, 2014; García Flores *et al.*, 2019).

México cuenta con 535 especies mamíferos silvestres, y para el estado de Morelos, pese a no ser extenso, tiene una riqueza de mamíferos notable, ya que en sus 4.950 km² se tienen registradas 113 (Guerrero *et al.*, 2020).

Los mamíferos silvestres presentan severos problemas de conservación debido a la destrucción y fragmentación de su hábitat, entre otros factores no menos importantes. A pesar de que no existe información actualizada de su situación en México, hay evidencias de que un número considerable de especies de este grupo se encuentra amenazado, vulnerable o en peligro de extinción (Guerrero *et al.*, 2015).

Método

El registro de especies para este estudio se realizó a través de trabajo de campo y se enriqueció con la consulta de publicaciones de investigaciones realizadas en el área de estudio y zonas aledañas, así como la consulta de información en acervos (colecciones científicas). La colecta de ejemplares en campo se realizó con muestreos en diferentes épocas del año, cada muestreo tuvo una duración de tres días, aplicando técnicas de colecta tanto directas como indirectas.

Como métodos directos y para la captura de mamíferos de talla pequeña y mediana, se emplearon trampas tipo Sherman y Tomahawk, respectivamente, para lo cual se seleccionaron sitios donde se colocaron

las diferentes trampas según el tipo de cobertura vegetal, presencia de cuerpos de agua, de refugios, así como en sitios con evidencias indirectas de la ocurrencia de mamíferos, también se recopiló información verbal del conocimiento de los pobladores, respecto a la presencia de algunas especies mamíferos en el área.

Para el registro de mamíferos voladores (quirópteros) se utilizaron redes de niebla de nylon "stock" (Avinet of America, Inc.), con una longitud de tres y seis metros de largo por dos de altura, que se situaron cerca de cuerpos de agua, sobre o a los lados de caminos y dentro de corredores naturales entre la vegetación. La revisión de redes se realizó de manera constante (15 min) durante la noche, desde su colocación (al iniciar el crepúsculo) hasta la 1:00 am.

Los métodos indirectos fueron a través del registro visual de excretas, huellas o indicios de la actividad de los mamíferos durante los recorridos para las revisiones de trampas o en el traslado entre áreas de muestreo (Aranda, 2012), también se utilizaron cámaras busnhell para el fototrampeo que fueron colocadas sobre los senderos y áreas donde se infería actividad de mamíferos (Almaraz *et al.*, 2004; Gallina & López-González, 2011; González-Romero, 2004).

Las especies capturadas en campo se identificaron a través de claves dicotómicas especializadas dependiendo del grupo taxonómico del que se tratara o, en su caso, a través de guías de campo. Los datos se complementaron con la base de datos de la colección mastozoológica del CIB-UAEM con registro MOR-CC-247-11 ante el departamento de vida silvestre de la SEMANART, así como de los registros de acceso libre de la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).



Los datos de los registros de las especies fueron mapeados a través del Sistema de Información Geográfica QGIS,24.2.

Resultados

Durante el estudio se obtuvieron 149 registros, correspondientes a 58 especies de mamíferos, de los cuales corresponden a ocho órdenes, 19 familias y 47 géneros. El orden mejor representado taxonómicamente fue Chiroptera, con 25 especies que representan el 43.1% de las especies totales registradas, seguido de Carnívora con 15 especies, dando un 25.8% y el orden Rodentia con 11 especies, corresponde al 18.9%. Las menos representadas son Soricomorpha, Xenarthra y Artiodactyla con una sola especie (Figura 1 y Tabla 1).

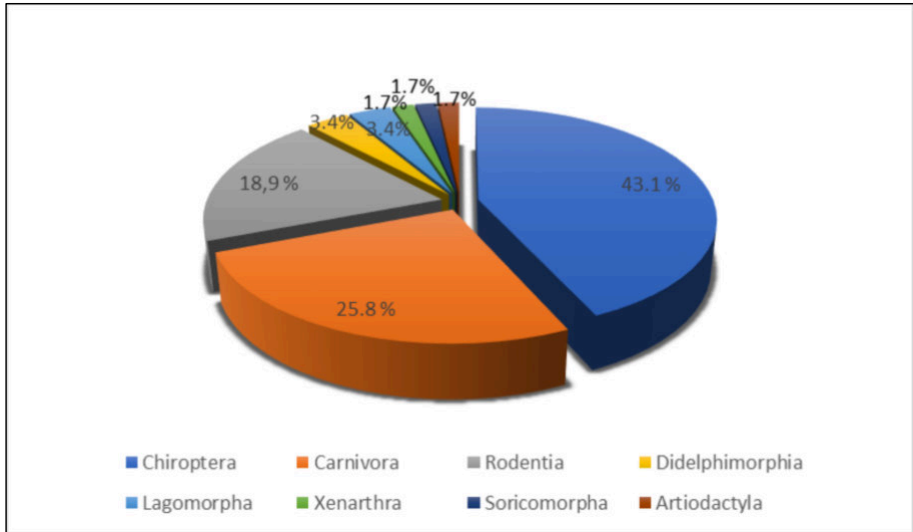
Composición Mastofaunística del Área de Estudio

De las zonas de colecta a través del estudio se puede observar que las especies que presentaron mayores registros fueron: *Didelphis virginiana*, *Sturnira lilium*, *Balantiopteryx plicata*, *Glosophaga soricina*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Liomys irroratus*.

Cabe resaltar que en esta área de estudio el número de especies de mamíferos registrados corresponde al 51.3% del total de la mastofauna reportada para el estado de Morelos. Asimismo, de las seis especies de felinos presentes en el país, cinco se registraron en esta área (Figura 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

Considerando las categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2010), las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo son *Leopardus pardalis* (En Peligro), *Herpailurus yagouaroundi*

Figura 1. Distribución porcentual de las especies de mamíferos por orden.



(Amenazado), *Leopardus wiedii* (En Peligro), *Panthera onca* (En Peligro) y *Choeronycteris mexicana* (Amenazado).

Discusión

La mastofauna en Morelos ha sido estudiada en forma sistemática desde los años cincuenta (Davis y Russell, 1954; Santillán *et al.*, 2010), y para este estudio de las 58 especies de mamíferos presentes en la zona muestreada equivalen al 51% del total de especies registradas en la entidad morelense (Guerrero *et al.*, 2015). Es importante mencionar que aquellas localidades que se encuentran en el rango altitudinal entre 1500 y 1700 m. snm., presentan mezclas muy interesantes de especies con afinidades templadas y tropicales, por otro lado, de los registros de



felinos a excepción de *Puma concolor* y *Lynx rufus* dentro del país se ubican por debajo de los 1000 m. snm (Ceballos & Oliva, 2005). Aunado a esto, es importante recalcar que, de las seis especies reportadas para México, cinco se encuentran en esta área de estudio.

En cuanto a los mamíferos voladores que fueron los que presentan mayor riqueza, son, principalmente, los de la familia Phyllostomidae, con quince especies (60% de la riqueza observada), lo que resulta común ya que es la familia de murciélagos con mayor riqueza y abundancia de especies en el Neotrópico (Giannini & Kalko, 2004). Las especies de vertebrados registrados son de hábitos generalistas, oportunistas y sinantrópicos (Valdez & Ortega, 2014).

Este estudio refleja que al menos en estas zonas estudiadas se encuentra un número considerable de mastofauna, sin embargo, hay que considerar que las actividades agrícolas y ganaderas, así como, el cambio de uso de suelo son parte del deterioro de los recursos naturales, y que esta reducción de la cobertura vegetal contribuye a la desaparición de especies animales, incluidos los mamíferos, que pueden experimentar reducción de sus áreas de distribución y tamaños poblacionales (Altamirano-Álvarez *et al.*, 2009). Por lo que el presente trabajo puede servir de base para la elaboración de programas de manejo de la biodiversidad, así como para la posible protección del lugar.

VI. Diversidad de mamíferos de Coatetelco

Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>	Tlacuache Norteño	1.5 millas SE Palpan ²
					Miacatlán centro ¹
					Miacatlán 3.5 km NW ¹
					Coatlán del río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Coatlán del río, "Chaverria" ¹ Xochicalco ¹
		<i>Tlacuatzin</i>	<i>T. canescens</i>	Tlacuachín	El Paredón, Miacatlán ⁸ Xochicalco ¹
					El Paredón, Miacatlán
SORICOMORPHA	Soricidae	<i>Sorex</i>	<i>S. saussurei</i>	Musaraña de Saussure	1 km N Palo Grande ³
XENARTHRA	Dasypodidae	<i>Dasytus</i>	<i>D. novencinctus</i>	Armadillo de Nueve Bandas	Palo grande ⁸
					El Paredon, Miacatlán ⁸
CHIROPTERA	Mormoopidae	<i>Mormoops</i>	<i>M. megalophylla</i>	Murciélago Rostro de Fantasma	Coatlán del río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Miacatlán ¹
		<i>Pteronotus</i>	<i>P. mesoamericanus</i>	Murciélago Bigotudo Mesoamericano	Coatlán del río ¹



Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
 (Continación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Leptonycteris</i>	<i>P. mexicanus</i>	Murciélago Bigotudo de Parnell	Coatetelco, Miacatlán ³
			<i>L. nivalis</i>	Murciélago Magueyero Mayor	Coatetelco ³ Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Xochicalco ¹
	<i>Glossophaga</i>	<i>G. soricina</i>	Murciélago Lengüetón	Miacatlán 2 km N, 3km W4 Xochicalco ³ Coatetelco ³ Miacatlán ¹ Coatetelco, Miacatlán ³	
		<i>G. morenoi</i>	Murciélago Lengüetón de Occidente	Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Xochicalco ¹ Miacatlán ¹	
	<i>Choeronycteris</i>	<i>C. mexicana</i>	Murciélago Trompudo	Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ 3 km E Palo Grande ³ Miacatlán ¹	

VI. Diversidad de mamíferos de Coatetelco

Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
(Continación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
CHIROPTERA		<i>Anoura</i>	<i>A. geoffroyi</i>	Murciélago Rabón de Geoffroy	Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Coatlán del Río ¹
		<i>Artibeus</i>	<i>A. hirsutus</i>	Murciélago Frugívoro Peludo	Miacatlán ¹ Coatetelco, Miacatlán ² 1.5 millas SE Palpan ² Miacatlán ¹
			<i>A. jamaicensis</i>	Murciélago Frutero	Coatetelco, Miacatlán ³ Miacatlán 2 km N 3km W4 Xochicalco1
			<i>A. lituratus</i>	Murciélago Frugívoro Gigante	1.5 millas SE Palpan de Baranda ² Miacatlán 2 km N, 3km W4
		<i>Dermanura</i>	<i>D. tolteca</i>	Murciélago Frugívoro Tolteca	Xochicalco ³
		<i>Macrotus</i>	<i>M. waterhousii</i>	Murciélago Orejón Mexicano	Coatetelco, Miacatlán ³ Coatlán del Rio 1 km SW7 Xochicalco ¹ Miacatlán ¹



Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
 (Continación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
CHIROPTERA	Vespertilionidae	<i>Sturnira</i>	<i>S. lilium</i>	Murciélago de Charreteras Menor	1.5 millas SE Palpan ² Coatetelco ³
					Miacatlán 2 km N 3 km W4 Miacatlán 2 km N, 3 km W4 1.2 mi NE de Palpan ²
		<i>Desmodus</i>	<i>D. rotundus</i>	Murciélago Vampiro	Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Xochicalco ¹
					Miacatlán ¹ Ruinas Xochicalco ³ Miacatlán ¹ Coatetelco ³
		<i>Musonycteris</i>	<i>M. harrisoni</i>	Murciélago Platanero	Miacatlán ¹
		<i>Lasiurus</i>	<i>L. blossevillii</i>	Murciélago Cola Peluda de Blossevil	Miacatlán 2 km N 3km w4
		<i>Lasiurus</i>	<i>L. ega</i>	Murciélago Cola Peluda Amarillo	1.5 millas SE Palpan ² Miacatlán ¹
<i>Myotis</i>	<i>M. velifer</i>	Miotis Mexicano	Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Xochicalco ¹		

VI. Diversidad de mamíferos de Coatetelco

Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
(Continación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
		<i>Eptesicus</i>	<i>E. fuscus</i>	Murciélago Moreno Norteamericano	Coatlán del Río ¹
		<i>Rhogeessa</i>	<i>R. parvula</i>	Murciélago Amarillo Menor	Campos de cultivo, Coatlán del Río ¹ Xochicalco ¹ Miacatlán ¹
	Molossidae	<i>Molossus</i>	<i>M. rufus</i>	Murciélago Mastín Negro	1.5 millas SE Palpan, Miacatlán ²
	Emballonuridae	<i>Balantiopteryx</i>	<i>B. plicata</i>	Murciélago Gris de Saco	Coatlán del Río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Miacatlán, Laguna del Rodeo ¹ Coatlán del Río ¹ Xochicalco ¹ Hacienda Cocoyotla, Coatlán del Río ⁷ 3 km E Palo Grande ³
CARNÍVORA	Canidae	<i>Canis</i>	<i>C. latrans</i>	Coyote	Xochicalco ¹ El Paredón, Miacatlán ⁸
		<i>Urocyon</i>	<i>U. cineroargenteus</i>	Zorra gris	Miacatlán, 6 km al NE de Palpan ¹ Michapa ⁶ Xochicalco ¹ Palo grande ³ El Paredón, Miacatlán ⁸



Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
 (Continuación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD	
CARNÍVORA	Felidae	<i>Puma</i>	<i>P. yagouaroundi</i>	Yaguarundi	Xochicalco ¹	
			<i>Panthera</i>	<i>P. onca</i>	Jaguar	El Paredón, Miacatlán ⁸ El Paredón, Miacatlán ⁸
		<i>Leopardus</i>	<i>L. pardalis</i>	Ocelote	Xochicalco ¹ El Paredón, Miacatlán ⁸	
				<i>L. wiedii</i>	Caucel	Xochicalco ¹ El Paredón, Miacatlán ⁸
			<i>Lynx</i>	<i>L. rufus</i>	Lince Americano	El Paredón, Miacatlán ⁸
		Mustelidae	<i>Mustela</i>	<i>M. frenata</i>	Comadreja Cola Larga	3 km S de Palpan de Baranda ³ El Paredón, Miacatlán ⁸
					Mephitidae	<i>Mephitis</i>
		<i>Conepatus</i>	<i>C. leuconotus</i>	Zorrillo de Espalda Blanca Norteño		
		<i>C. mesoleucus</i>				5.5 km S Palpan de Baranda ³ 2 km NW Palo grande ³
	<i>Spilogale</i>	<i>S. gracilis</i>	Zorrillo Manchado Occidental	Xochicalco ¹		

VI. Diversidad de mamíferos de Coatetelco

Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
(Continuación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
CARNÍVORA	Procyonidae	<i>Procyon</i>	<i>S. putorius</i>	Zorrillo Manchado Común	Miacatlán, 6 km al NE de Palpan ¹ Coatlán del río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Miacatlán, Laguna del Rodeo ² 2 km SE Palpan de Baranda ³
			<i>P. lotor</i>	Mapache	Palo Grande ³
		<i>Nasua</i>	<i>N. narica</i>	Coatí	Miacatlán 2 km SE de Palpan de Baranda ³ Xochicalco ¹
					Miacatlán, 6 km al NE de Palpan ¹ Palo Grande ³
					Miacatlán 10 km S Palpan de Baranda ¹ 1.2 mi NE Palpan de Baranda ² 3 km NW Palo Grande ³ Xochicalco ¹
<i>Bassariscus</i>	<i>B. astutus</i>	Cacomixtle Norteño	Miacatlán, 6 km al NE de Palpan ¹ Xochicalco ¹ El Paredón, Miacatlán ⁸		
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>O. virginianus</i>	Venado Cola Blanca	Xochicalco ¹ El Paredón, Miacatlán ⁸



Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
 (Continación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD	
RODENTIA	Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>S. aureogaster</i>	Ardilla Vientre Rojo	Xochicalco ¹	
					El Paredón, Miacatlán ⁸	
		<i>Otospermophilus</i>	<i>O. variegatus</i>	Ardillon de Roca	Barranca de Atzompa ⁴	
	Lago el Rodeo 5 mi E Tetecala ⁵					
	3 km S de Palpan de Baranda ³ Xochicalco ¹					
		Heteromyidae	<i>Heteromys</i>	<i>H. irroratus</i>	Ratón Espinoso Mexicano	Michapa ⁶
	1.5 mi SE Palpan ²					
	Barranca de Atzompa ⁴					
	Coatlán del río, 5 km al O del poblado de Michapa ¹ Xochicalco ¹					
		Cricetidae	<i>Peromyscus</i>	<i>P. levipes</i>	Ratón de la Malinche	Michapa ⁶
<i>P. melanophrys</i>	Ratón de Meseta					Xochicalco ¹
				Miacatlán 2 km N 3km w4		
				1.3 mi NE Palpan ²		
	<i>Microtus</i>			<i>M. mexicanus</i>	Metorito Mexicano	Barranca de Atzompa ⁴

VI. Diversidad de mamíferos de Coatetelco

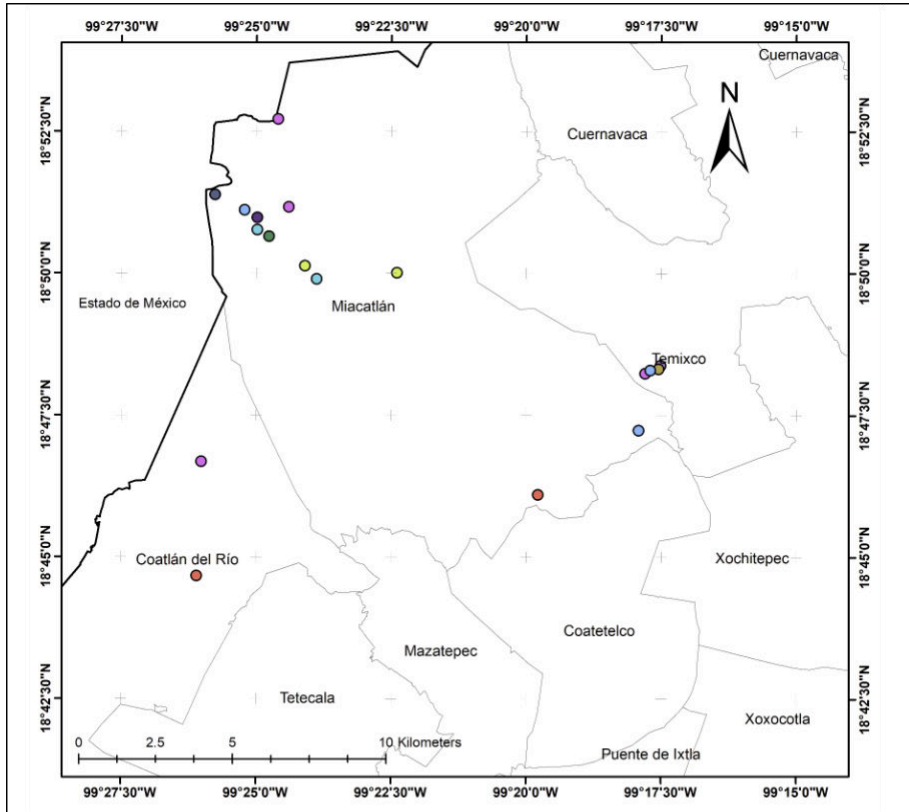
Tabla 1. Registros de mamíferos presentes en el municipio de Miacatlán, Morelos.
(Continación)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	LOCALIDAD
		<i>Sigmodon</i>	<i>S. hispidus</i>	Rata Algodonera Crespa	2 km SE Palpan de Baranda ³ Xochicalco ¹
		<i>Baiomys</i>	<i>B. musculus</i>	Ratón Pigmeo Sureño	2 km SE Palpan de Baranda ³ Coatlán del Río, 5 km al del poblado de Michapa Xochicalco ¹
		<i>Reithrodontomys</i>	<i>R. sumichrasti</i>	Ratón Cosechero de Montaña	Barranca de Atzompa ⁴
		<i>Oryzomys</i>	<i>O. couesi</i>	Rata Arrocerera de Agua	Coatlán del río, 5 km al del poblado de Michapa
		<i>Microtus</i>	<i>M. mexicanus</i>	Metorito Mexicano	Barranca de Atzompa ⁴
		<i>Hodomys</i>	<i>H. alleni</i>	Rata Cambalachera	Xochicalco ¹
	Muridae	<i>Mus</i>	<i>M. musculus</i>	Ratón Casero Eurasático	1 km S Palpan de Baranda ³
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>S. cunicularis</i>	Conejo de Monte	Xochicalco ¹ El Paredón, Miacatlán ⁸
			<i>S. floridanus</i>	Conejo Serrano	Xochicalco ¹ 3 km S de Palpan de Baranda ³ 1 km N Palo Grande ³

Nota. Colección mastozoológica del Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM¹, Colección de Mamíferos del CIByC-UAEM², Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología-UNAM³, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN⁴, Mammal Collection of Museum of Vertebrate Zoology⁵, Texas Cooperative Wildlife Collection-Texas A&M University⁶, Colección de Mamíferos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"-UNAM⁷, Altamirano-Álvarez et. al., (2009)⁸.



Figura 2. Registros de ejemplares del Orden Carnívora.

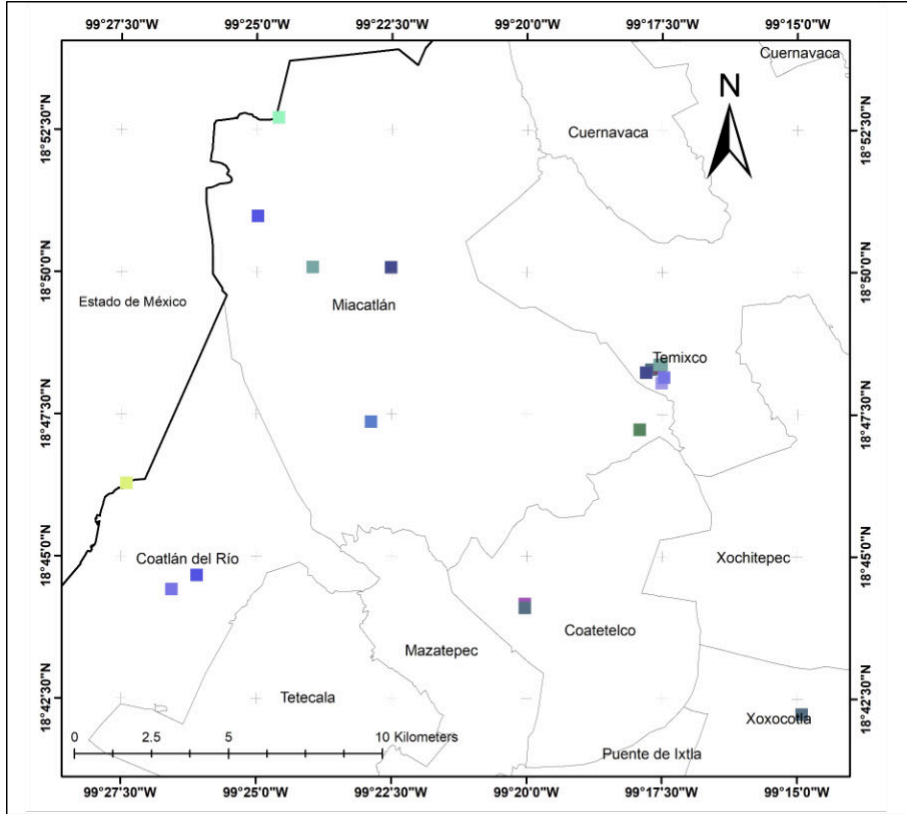


Simbología

Carnívora

● <i>B. astutus</i>	● <i>L. pardalis</i>	● <i>M. frenata</i>	● <i>P. onca</i>	● <i>U. cineroargenteus</i>
● <i>C. latrans</i>	● <i>L. rufus</i>	● <i>M. macroura</i>	● <i>P. yagouarundi</i>	▭ Límite estatal
● <i>C. leuconotus</i>	● <i>L. wiedii</i>	● <i>N. narica</i>	● <i>S. gracilis</i>	▭ Límite municipal
● <i>C. mesoleucus</i>	● <i>M. frenata</i>	● <i>P. lotor</i>	● <i>S. putorius</i>	

Figura 3. Ejemplares del Orden Chiroptera.



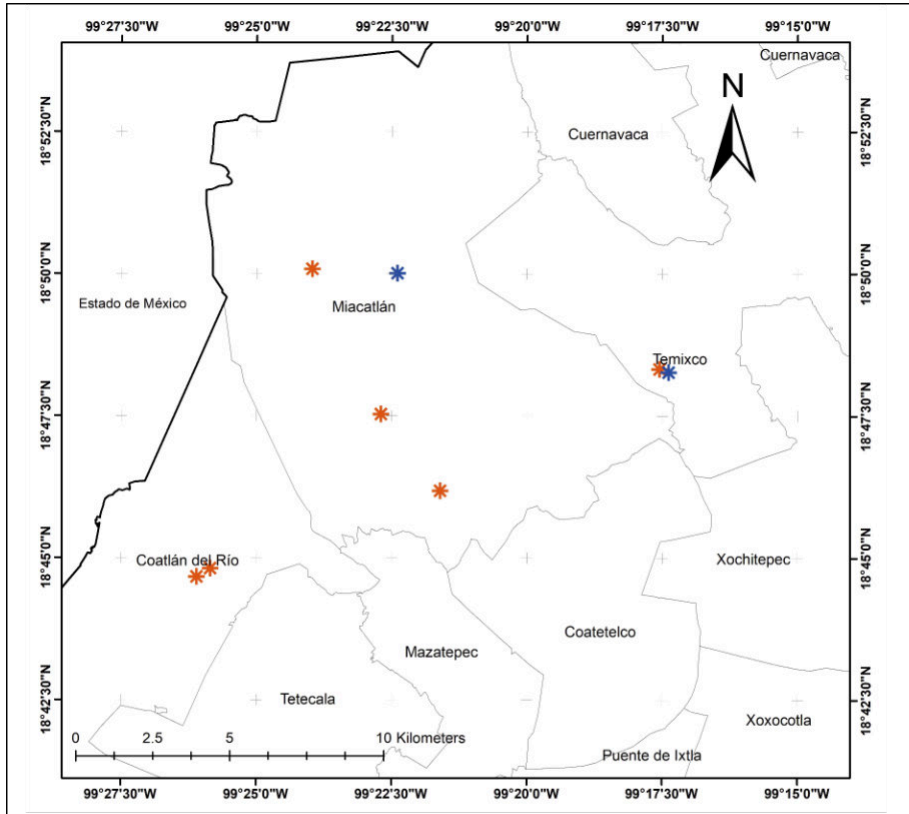
Simbología

Especie

■ <i>A. geoffroyi</i>	■ <i>C. mexicana</i>	■ <i>L. blossevillii</i>	■ <i>M. rufus</i>	■ <i>S. parvidens</i>
■ <i>A. hirsutus</i>	■ <i>C. salvini</i>	■ <i>L. ega</i>	■ <i>M. velifer</i>	 Límite estatal
■ <i>A. intermedius</i>	■ <i>D. rotundus</i>	■ <i>L. nivalis</i>	■ <i>M. waterhousii</i>	 Límite municipal
■ <i>A. jamaicensis</i>	■ <i>E. fuscus</i>	■ <i>L. yerbabuena</i>	■ <i>P. mesoamericanus</i>	
■ <i>A. lituratus</i>	■ <i>G. leachii</i>	■ <i>M. californicus</i>	■ <i>P. mexicanus</i>	
■ <i>A. tolteca</i>	■ <i>G. morenoi</i>	■ <i>M. harrisoni</i>	■ <i>R. parvula</i>	
■ <i>B. plicata</i>	■ <i>G. soricina</i>	■ <i>M. megalophylla</i>	■ <i>S. lilium</i>	



Figura 4. Registros de ejemplares del Orden Didelphimorphia.



Simbología

Especie

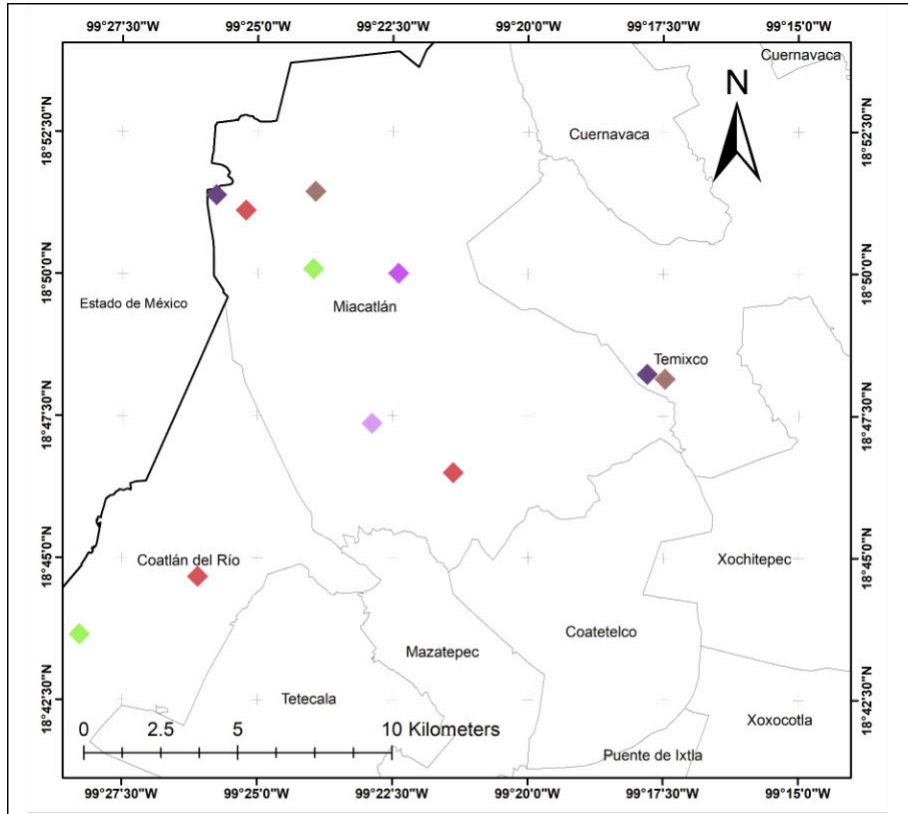
 *D. virginiana*

 *T. canescens*

 Límite estatal

 Límite municipal

Figura 5. Registros de ejemplares del Orden Rodentia.



Simbología

Especie

■ *B. musculus*

■ *H. irroratus*

■ *M. mexicanus*

■ *M. musculus*

■ *O. couesi*

■ *P. difficilis*

■ *P. melanophrys*

■ *R. sumichrasti*

■ *S. aureogaster*

■ *S. hispidus*

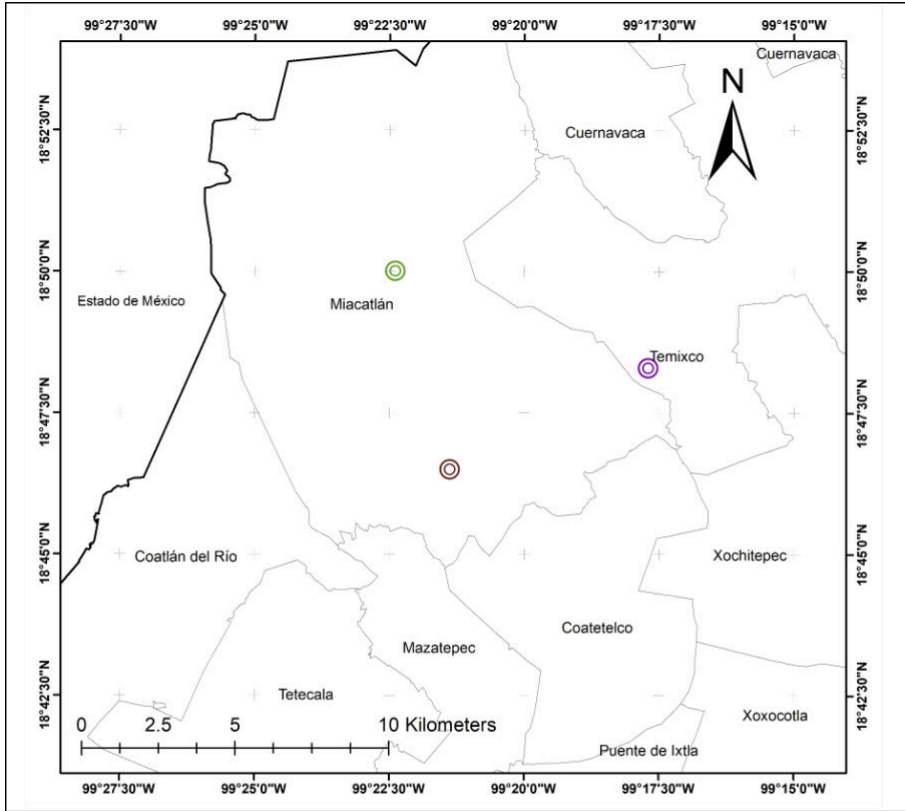
■ *S. variegatus*

▭ Límite estatal

▭ Límite municipal



Figura 6. Registros de ejemplares de los Órdenes Xenarthra (verde), Artiodactyla (morado) y Soricomorpha (rojo).




Simbología

Especie

 *D. novencinctus*

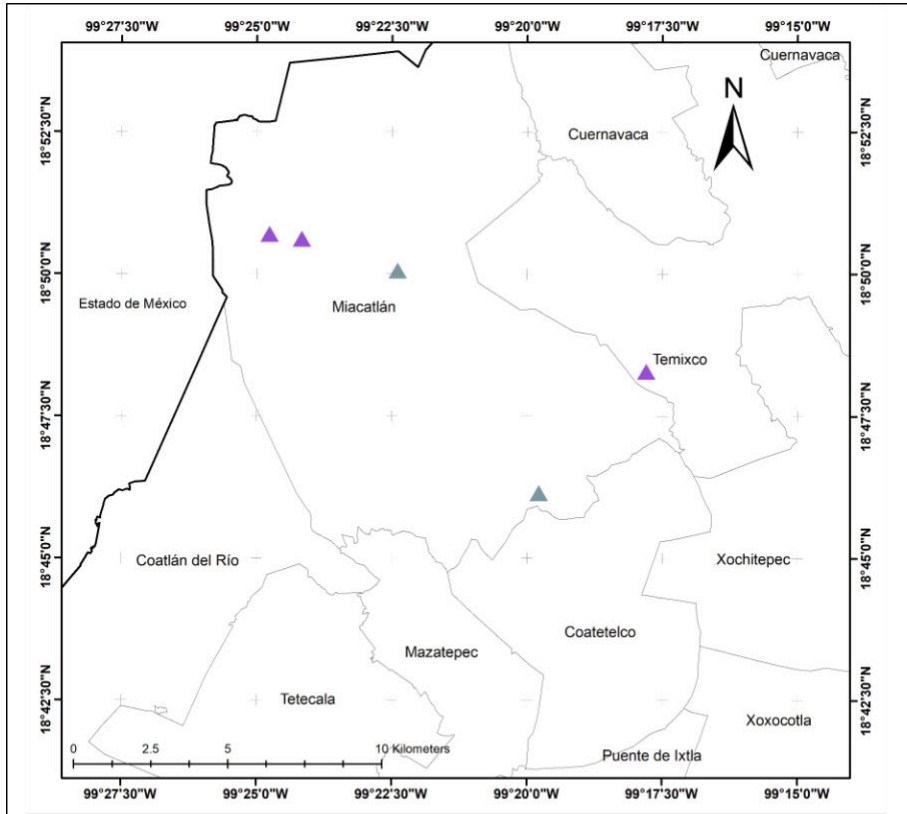
 *O. virginianus*

 *S. saussurei*

 Límite estatal





 Límite municipal

Figura 7. Registros de ejemplares del Orden Lagomorpha.



Simbología

Especie

-  *S. cunicularis*
-  *S. floridanus*
-  Límite estatal
-  Límite municipal

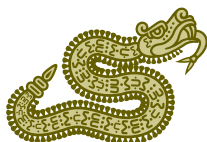


Referencias

- Almaraz, M. de L. R. (2004). Los mamíferos del estado de Morelos por S. T. Álvarez-Castañeda. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 5(1), 72-76.
- Altamirano-Álvarez, A., Soriano, M., García-Bernal, A. J., Miranda-González, N. y Jiménez-Gutiérrez, B. (2009). Mamíferos medianos y grandes de la comunidad El Paredón, Miacatlán, Morelos, México. *Revista de Zoología*, 20, 17-29.
- Aranda, M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. CONABIO.
- Ceballos, G. y Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica.
- Davis, W. B. y Russell, R. J. (1954). Mammals of the Mexican state of Morelos. *Journal of Mammalogy*, 35, 63-80.
- Gallina, S. y López-González, C. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología.
- García Flores, A., Monroy Martínez, R., Colín Bahena, H. y Pino Moreno, J. M. (2019). Plantas y animales con valor de uso alimentario en los huertos tradicionales de Coatetelco, Morelos, México. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 79-86.
- GE, G. Y. C. (2004). *La complementariedad de áreas protegidas con base en la diversidad de mamíferos* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México].
- Giannini, N. P. y Kalko, E. K. V. (2004). Trophic structure in a large assemblage of phyllos-tomid bats in Panama. *Oikos*, 105(2), 209-220.

- González-Romero, A. (2004). *Métodos de captura y contención de mamíferos*. INECC. México.
- Guerrero, J. A., Ávila-Torresagaton, L. G., Uriostegui-Velarde, J. M. y Rizo-Aguilar, A. (2020). Mamíferos. En CONABIO, UAEM, SDS, CEBM (eds.). *La biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2, volumen 2*. CONABIO.
- Guerrero, J. A., Cerros-Tlatilpa, R., Urzúa, E. y Rizo-Aguilar, A. (2015). Indicadores de biodiversidad en el estado de Morelos: Situación Actual. En M. Romero-Aguilar, M. L. Ortiz-Hernández, M. L. Castrejón-Godínez, E. Sánchez-Salinas (eds.). *Los indicadores ambientales como herramienta para la sustentabilidad* (pp. 55–90). UAEM, CONACYT.
- Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2001, Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. D.O 06-03-2002.
- Santillán-Alarcón, S., Lozano-García, M.A., Ortiz-Villaseñor, A.L. (2010). Estado actual de la mastofauna silvestre. En J.R. Bonilla-Barbosa, M.V. Mora, J. Luna-Figueroa y H. Colin-Bahena (eds.). *Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin, Condiciones actuales y perspectivas* (pp.123-134). Centro de Investigaciones Biológicas UAEM/CCYTEM/Gobierno del Estado de Morelos.
- Valdez, R. y Ortega, S. J. A. (2014). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. Editorial del Colegio de Postgraduados.

VII



EL TIANGUIS DE COATETELCO, BASE DE LA CONSERVACIÓN BIOCULTURAL EN EL TERRITORIO REGIONAL

THE TIANGUIS OF COATETELCO, BASE OF THE CONSERVATION BIOCULTURAL IN THE REGIONAL TERRITORY

**Hortensia Colín-Bahena¹, Alejandro García-Flores¹, Columba Monroy-Ortiz¹
y Carlos Beltrán-Colín²*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, ²Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: ortencia.colin@uaem.mx

Resumen

Los tianguis permiten conservar la diversidad biocultural, así, en el de Coatetelco los vendedores intercambian plantas que son manejadas en sus unidades productivas tradicionales (UPT) locales y regionales. En visitas a la comunidad se realizó observación participante para identificar al grupo focal, integrado por productores y/o recolectores de baja escala,



se aplicaron entrevistas con los siguientes ejes: nombre común de especies y variedades, UPT y localidad de procedencia, valores de uso y estructura vegetal usada, forma de venta, presencia anual en el tianguis y los rituales vinculados al ciclo agrícola. Resultó que el tianguis se establece en puestos fijos y semifijos, los primeros dentro del mercado construido ex profeso y los segundos fuera de este y en las puertas de las calles de Coatetelco. Se registraron 39 especies y 38 variedades provenientes de seis UPT de igual número, comunidades nahuas y municipios. La parcela abastece el 48.71 % de las especies y el 52.63 % de las variedades. En la época seca del año se vende el mayor número de estructuras de plantas frescas, secas y procesadas tradicionalmente, esta disponibilidad se relaciona con las ofrendas en rituales sincretizados regionales. Las de inicio del ciclo agrícola: inicio del año mexicana/Virgen de la Candelaria, petición de lluvias/cerro del Momoxtle, la bendición de semillas/San Isidro Labrador y huentle a los aires/San Juan Bautista. Las de fin del ciclo, que en su mayoría corresponden al periodo lluvioso: la fertilidad vegetal/Virgen de la Asunción, las primeras cosechas/San Miguel Arcángel, de la calabaza/San Simón y de fin la cosecha/Día de Muertos. Se concluye, que el tianguis de Coatetelco es regional, porque se venden plantas provenientes de UPT de diferentes comunidades, básicas para la alimentación y las ofrendas en rituales asociados al ciclo agrícola, lo que permite conservar la diversidad biocultural, argumentos que fortalecen la lucha en defensa del territorio.

Palabras clave: agrobiodiversidad, conservación biocultural, unidades productivas tradicionales, tianguis.

Abstract

The tianguis allow the conservation of biocultural diversity, in the Coatetelco vendors exchange plants that are managed in their local and regional traditional production units (TPU). In visits to the community, participant observation was carried out to identify the focus group made up of small-scale producers and/or collectors, interviews were applied with the following axes: common name of species and varieties, TPU and locality of origin of plant structures, uses values, form of sale, annual presence in the tianguis and the rituals linked to the agricultural cycle. It turned out that the flea market is set up in fixed and semi-fixed stalls, the former inside the purpose-built market and the latter outside of it and at the doors of the streets of Coatetelco. 39 species and 38 varieties from six TPU of the same number of Nahua communities and municipalities were recorded. The plot supplies 48.71% of the. In the dry season of the year, the largest number of structures of fresh, dried and traditionally processed plants is sold, this availability is related to the offerings in regional syncretized rituals. Those at the beginning of the agricultural cycle: the beginning of the Mexica year/Virgen de la Candelaria, request for rains/Cerro del Momoxtle the blessing of seeds/San Isidro Labrador and huentle to the air/San Juan Bautista. Those at the end of the cycle, which mostly correspond to the rainy season: plant fertility/Virgen de la Asunción, the first harvests/San Miguel Arcángel, of the pumpkin/San Simón and the end of the harvest/Day of the Dead. It is concluded that the Coatetelco tianguis is regional, because plants from TPU from different communities are sold, basic for food and offerings in rituals associated with the agricultural cycle, which allows the conservation of biocultural



diversity, arguments that strengthen the struggle in defense of the territory.

Keywords: agrobiodiversity, biocultural conservation, traditional production units, tianguis.

Introducción

El municipio indígena de Coatetelco, tiene una población de 11,347 habitantes, de ellos viven en pobreza extrema el 40.3% y los ubicados en pobreza moderada son el 43.5%. Entre sus carencias sociales, destaca que el 84.2% no tiene acceso a la seguridad social (Dirección General de Planeación y Análisis [DGPA], 2022). También se encontró, que en la cabecera del mismo nombre se realizan dos días de tianguis y, de acuerdo con Paré (1975), lo usual es que solo sea uno. Razón por la cual, se planteó analizar la diversidad de las plantas, a través de su mercadeo, localidad y Unidad Productiva Tradicional (UPT) de procedencia, la disponibilidad temporal de cada especie en relación a la estructura usada en sus diferentes formas de venta y su relación con los rituales sincretizados vinculados al ciclo agrícola del área de estudio.

Se parte de las premisas que los tianguis o mercados tradicionales de México y Mesoamérica son un legado cultural de origen prehispánico, que se iniciaron en el trueque (Arellanes y Casas, 2011; Linares & Bye, 2009), además, constituyen la estructura territorial básica donde acuden vendedores de distintas localidades, para vender una amplia diversidad de recursos vegetales producidos o recolectados a baja escala en las diferentes UPT, como los huertos frutícolas tradicionales o “patios”, con atributos como su localización alrededor de la vivienda y el manejo

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

familiar que incide en su composición y estructura ecológica, lo que permite la producción sostenida de bienes durante todo el año (Colín-Bahena, Castro-Rodríguez *et al.*, 2021; Colín-Bahena, Cuevas *et al.*, 2012; Monroy *et al.*, 2016; Ortiz-Sánchez *et al.*, 2015), la selva baja caducifolia o monte, los terrenos de cultivo o parcelas poliespecíficas, las huertas y las cercas vivas (Colín-Bahena, Monroy-Martínez *et al.*, 2016; Basurto *et al.*, 2023). También, se resalta su función histórica económica en los territorios campesinos e indígenas, lo que permite la interacción socioambiental entre miembros de los diversos grupos (Diskin & Cook, 1975; Licona, 2014).

Los atributos de los tianguis, son argumentos para revalorar la conservación del territorio donde se colectan y producen las especies y variedades de plantas que se intercambian o venden para satisfacer necesidades básicas como la alimentación (Colín-Bahena, Monroy-Martínez *et al.*, 2016; Molina-Luna & Arellanes, 2016; Sotelo-Barrera *et al.*, 2017).

Las comunidades originarias como Coatetelco conservan la agrobiodiversidad en sus UPT con base en su conocimiento sobre el manejo y uso de las especies y variedades. De acuerdo con Linares y Bye (2016), en los tianguis sintetizan la economía de subsistencia que no se centra en la valorización del capital, sino en la obtención de valores de uso como: alimentarias, medicinales, materiales para construcción de vivienda, combustibles, místico-religioso y ornamentales entre otros, que permiten la reproducción social del campesinado (Paré, 1975). Además, son sitios de creación cultural en los que se muestra la diversidad biocultural (Argueta, 2016), a través de la disponibilidad de los bienes



vegetales, que en su mayoría provienen de las UPT vigentes, en las que se alberga la diversidad de plantas cultivadas y silvestres que evidencian una amplia variabilidad genética, en diferentes niveles de manejo derivado de su intervención sobre los ecosistemas (Alarcón-Chaires, 2018; Boege, 2008; Mateos-Maces *et al.*, 2016).

En suma, los tianguis, las unidades productivas tradicionales y las festividades asociadas al ciclo agrícola son fundamentales para la reproducción social y cultural elementos de la identidad en cada comunidad (Lapeña, 2012; Leyva & Lores, 2012). Por lo anterior, se documentaron las relaciones entre la procedencia, la disponibilidad temporal y las festividades asociadas al ciclo agrícola en el mercadeo de la agrobiodiversidad en la comunidad náhuatl de Coatetelco, Morelos.

Metodología

La identificación de los sitios y días de venta, así como de los productos vegetales disponibles, se realizó a través de la observación no participante (Galeano, 2004; Taylor & Bogdan, 1987). Al grupo focal, lo integraron vendedores productores o recolectores a baja escala de recursos vegetales, provenientes de diferentes comunidades y UPT, por ser los que tienen experiencia en relación con el tema del presente trabajo. Las entrevistas abiertas (Galeano, 2004) se aplicaron a los integrantes del grupo focal que mostraron disponibilidad, y con ésta se elaboró un listado libre de las plantas que se venden en el tianguis. Los datos personales que se integraron fueron la edad y la comunidad de residencia de los vendedores.

Obtención de la Información

La entrevista semiestructurada se diseñó con base en la abierta (Santos y Molina, 2011); incluyó nombre(s) común(es) de las plantas, comunidad y unidad productiva de procedencia, estructura usada (fruto, flor, hojas, entre otros) y forma de venta que puede ser fresca, seca y procesada localmente, con sus respectivos valores de uso. La estructura vegetal y las formas de venta relacionadas con los valores de uso permitieron construir el calendario anual de la disponibilidad de la agrobiodiversidad en el tianguis regional de Coatetelco. La presencia de los recursos vegetales se relacionó temporalmente con los rituales agrícolas sincretizados reportados por Villanueva *et al.* (2021).

La identificación de las especies se efectuó en el Herbario "MORE" del Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, los nombres científicos se verificaron en la página electrónica (The Word Flora Online [WFO], 2022). Las variedades se clasificaron de acuerdo a los nombres comunes aportados por los vendedores productores y/o colectores.

Resultados y Discusión

El Tianguis y los Informantes

El mercadeo se realiza en tres espacios: A) en locales establecidos dentro del mercado, construido ex profeso; B) en la calle principal de Coatetelco en las puertas de las viviendas, por tanto, son vendedores locales (**Figura 1**) en los puestos semifijos ubicados en los alrededores de la explanada de la ayudantía municipal, ocupando áreas menores de dos m² (**Figura 2**), éstos son habitantes de Coatetelco y de otras cinco comunidades nahuas



Figura 1. Venta en la calle principal en las puertas de las viviendas de Coatetelco.



Foto: C. A. Beltrán-Colín

de Morelos, lo que permite, en primer lugar, contar con la disponibilidad de la diversidad vegetal para su mercadeo, como lo refieren Linares y Bye (2009), y, en segundo, le da el carácter de regional. Los días de tianguis son domingo y lunes de cada semana, por tanto, no se coincide con Paré (1975), quien reporta que “una de las características del tianguis es que en él se comercializa una sola vez cada semana”.

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

Figura 2. Venta en puestos semifijos alrededor de la explanada de la ayudantía.



Foto: C. A. Beltrán-Colín

Los vendedores encuestados en un 63.6% viven en Coatetelco y el 36.4% llegan desde cinco comunidades nahuas de igual número de municipios de la región sur-poniente de Morelos (**Tabla 1**). La distribución por género es de la siguiente manera: son mujeres el 71.43% y el 28.57% son varones. Por edades, el 30% tienen entre 19 y 39 años y el 70% son adultos mayores de 40 años.



Tabla 1. Procedencia de los vendedores en el Tianguis regional de Coatetelco.

Comunidad	Municipio
Miacatlán	Miacatlán
Cocoyutla	Coatlán del Río
San Bartolomé Atlacholoaya	Xochitepec
Mazatepec	Mazatepec
Xoxocotla	Xoxocotla
Coatetelco	Coatetelco

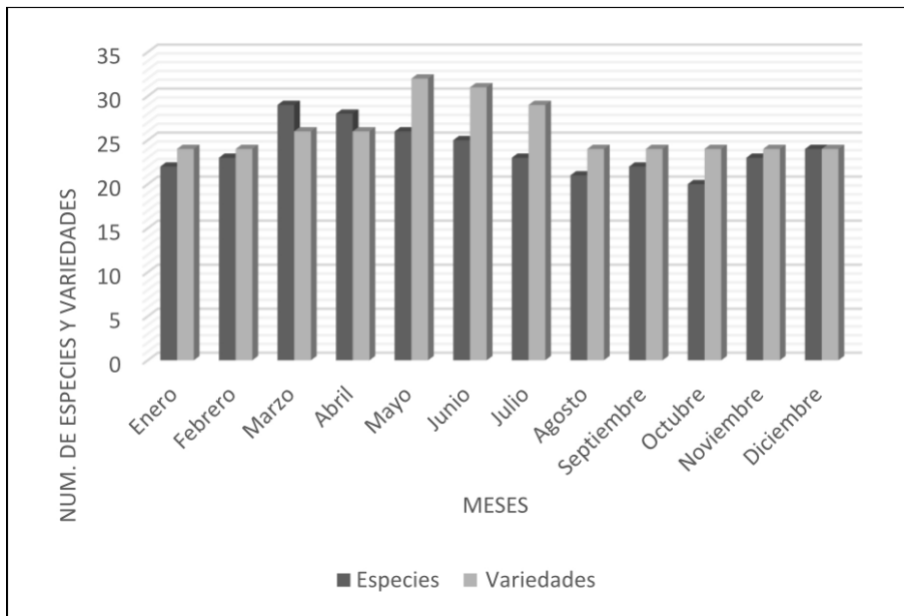
Disponibilidad de la Agrobiodiversidad

En el tianguis regional de Coatetelco se venden 39 especies y 38 variedades, en éstas destaca el frijol con 10, el chile y el maíz con 5 respectivamente. Los meses de la mayor disponibilidad de estructuras de especies y variedades son marzo, abril y mayo (**Figura 3**). Lo anterior a pesar de coincidir con la época de sequía, lo que explica por qué algunas plantas se comercializan secas y procesadas localmente.

En los valores de uso destaca el alimentario con el 84.61% de las especies reportadas, el restante 15.39% se distribuye entre ornamentales, medicinales, enseres domésticos, cosmético y místico-religioso, en este último se ubican la resina del copal *Bursera copallifera* (Sessé & Moç. ex DC.) Bullock, que se colecta y se vende seca. Las estructuras útiles son el fruto en un 43.58%, la semilla 25.64%, la planta completa 20.51%, la flor 10.25%, la raíz 7.69%, las hojas, las brácteas y la

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

Figura 3. Disponibilidad mensual de la agrobiodiversidad en el tianguis de Coatetelco



resina 2.56%, respectivamente. Concienciando en el número de partes usadas con Monroy *et al.* (2017), el 20.51% se oferta en más de una estructura entre éstas el maíz *Zea mays* L. y la calabaza *Cucurbita pepo* L. Las formas de venta de las especies son frescas, 74.75%; secas el 35.90%; procesadas localmente el 17.94% y el 23.07% se mercadean en más de una forma (Tabla 2).

Unidad Productiva de Procedencia de la Agrobiodiversidad

La agrobiodiversidad que se mercadea en Coatetelco proviene de diferentes UTP, su denominación local y regional, así como su clasificación occidental, se sintetiza a continuación:



Tabla 2. Nombre científico y común, forma de venta, estructura de mercadeo y unidad productiva de origen.

Nombre científico	Nombre común/ variedades*	Forma de venta	Estructura usada	Valor de uso	Unidad productiva de procedencia
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol/peruano, chino, bola, negro, cacahuete, coconito, pinto, mayo, recortado y ejotero.	Sc, Pr	Sm, Vn	Al	Ps
<i>Capsicum annum</i> L.	Chile/criollo, guajillo, serrano, pasilla y ancho	Fs, Sc	Ft	Al	Ps
<i>Zea mays</i> L.	Maíz/costeño, híbrido, pozolero, criollo y prieto.	Fs, Sc, Pr	Sm, Ft, Hj y Br	Al	Ps
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango/petacón, manila, manga y clase	Fs	Ft	Al	Hr
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza/ pipián y verde	Fs, Pr	Ft, Sm. Fl	Al	Ps
<i>Cucurbita mostacha</i> Dush	Calabaza dulce/redonda y larga	Fs	Ft	Al	Ps y Pt
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela/grande, de agua y agria.	Fs	Ft	Al	Hr, Pt y Sbc
<i>Sechium edule</i> (jacq.) Sw.	Chayote/liso y de espina	Fs	Ft	Al	Pt
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limón/criollo e injertado	Fs	Ft	Al	Hr y Pt
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Nanche dulce/dulce y de cerro.	Fs	Ft	Al	Pt y Sbc
<i>Chenopodium</i> sp	Huauzontle	Fs	Tp	Al	Ps

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

Tabla 2. Nombre científico y común, forma de venta, estructura de mercadeo y unidad productiva de origen. (Continuación)

Nombre científico	Nombre común/ variedades*	Forma de venta	Estructura usada	Valor de uso	Unidad productiva de procedencia
<i>Persea americana</i> Mill	Aguacate/Hass y de cascara	Fs	Ft	Al	Ps
<i>Sesamum indicum</i> L.	Ajonjolí	Sc	Sm	Al	Ps
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz Morelos	Sc	Sm	Al	Ps
<i>Coffea arabica</i> L.	Café	Pr	Sm	Al	Hr
<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla blanca	Fs	Rz	Al	Ps
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chico zapote	Fs	Ft	Al	Hr
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Sc	Ft	Al	Hr, Pt
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Guamúchil	Fs, Sc	Ft	Al	Sbc, Cv
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Epazote	Fs	Tp	Al	Pt
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Huaje blanco	Fs, Sc Pr	Vn, Sm	Al	Sbc, Cv
<i>Hibiscus sabdariffa</i> DC.	Jamaica	Sc	Fl	Al	Ps
<i>Marina scopa</i> Liebm	Escoba grande	Sc	Tp	Ed	Sbc
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell	Escoba de anís	Sc	Tp	Ed	Sbc



Tabla 2. Nombre científico y común, forma de venta, estructura de mercadeo y unidad productiva de origen. (*Continuación*)

Nombre científico	Nombre común/ variedades*	Forma de venta	Estructur a usada	Valor de uso	Unidad productiva de procedencia
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H. Moore & St	Mamey colorado	Fs, Sc	Ft, Sm	Al, Cs	Hr
<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano	Fs	Rz	Al	Ps
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	Fs	Tp	Al	Ps
<i>Pachyrhizus erosus</i> L.	Jícama de agua	Fs	Rz	Al	Ps
<i>Porophyllum ruderale</i> subsp. <i>Macrocephalum</i> (DC.) R.R. Johnson	Pápalos	Fs	Tp	Al	Ps
<i>Porophyllum tagetoides</i> (Kunth) DC.	Pipiscas	Fs	Tp	Al	Ps
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Guacamote	Fs, Pr	Rz	Al	Ps
<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	Fs	Ft	Al	Hr
<i>Arachis hypogaea</i> L.	Cacahuate	Sc, Pr	Sm	Al	Ps
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito	Fs	Ft	Al	Hr
<i>Tagetes erecta</i> L.	Cempaxúchitl	Fs	Fl	Or	Ps
<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Fs	Ft	Al	Pt

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

Tabla 2. Nombre científico y común, forma de venta, estructura de mercadeo y unidad productiva de origen. (*Continuación*)

Nombre científico	Nombre común/ variedades*	Forma de venta	Estructur a usada	Valor de uso	Unidad productiva de procedencia
<i>Zinnia elegans</i> Jacq	San Miguel	Fs	Fl	Or	Sbc y Pt
<i>Thypha domingensis</i> Pers.	Tule	Fs	Tp	Or	Lg
<i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moç. ex DC.) Bullock	Copal	Sc	Rs	Mr	Sbc

Nota. Formas de venta: Fs=fresco, Sc=seco, Pr=procesado localmente; Estructura que se vende: Sm=semilla, Vn=Vaina, Ft= Fruto, Fl= Flor, Tp=Toda la planta, Hj=Hoja, Rz= Raíz, Br=Bracteas, Rs=resina. Valores de usos: Al=alimentario, Md=medicinal, Cs=cosmético, Ed=enser doméstico, Or= Ornamental, Mr=místico-religioso. Unidad productiva de origen: Ps=Parcela, Hr=Huerta, Pt=Patio, Cv=cerco vivo, Sbc=cerro, Lg=Laguna. *Reconocida por los vendedores entrevistados.

a) Cerro: lugar donde no se siembra y se va a traer leña que corresponde a la selva baja caducifolia (sbc); b) Los patios: parte del terreno de la casa en el que hay árboles y plantas, que para el conocimiento occidental se refiere a los huertos frutícolas tradicionales; c) Las huertas: terrenos en las que se siembran árboles frutales, también llamados sistemas agroforestales de estas obtienen principalmente mangos y ciruelas; d) La parcela: donde se siembra de riego o de temporal, es decir, terrenos de cultivos anuales; e) Cercos vivos rodeando las parcelas y f) El lago, en todas éstas se producen y/o colectan especies y variedades con base en el saber tradicional que les permite subsistir



ante el modelo económico, así como la persistencia de las mencionadas unidades productivas como también lo refieren Colín-Bahena, Monroy-Martínez *et al.* (2016).

El mercadeo regional de los bienes derivados de estas unidades productivas soporta en primer lugar la economía de subsistencia, en segundo demuestra la conservación de la diversidad biocultural que se expresa en la identidad comunitaria (Frison *et al.*, 2011; Lapeña, 2012; Leyva & Lores, 2012), ambas imprescindibles para la reproducción social y como lo refieren Monroy *et al.* (2009) para la defensa de la tierra, el agua y el aire como ejes de la lucha de los pueblos de Morelos.

En el cerro o selva baja caducifolia (SBC) y los cercos se recolectan ocho especies, dos son comunes: el guaje *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y el guamúchil *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., este último con valor de uso múltiple. La SBC comparte con el patio la procedencia del nanche *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, que, de acuerdo con Monroy *et al.* (2016), está en proceso de domesticación.

El patio o huerto frutícola aporta al mercadeo nueve especies, destaca entre ellas, por ser originaria de México, *Cucurbita pepo* L., con dos variedades y porque también coincide en la parcela. La huerta y el cerro comparten a la ciruela *Spondias purpurea* L. lo que se explica en razón de que Ruenes-Morales *et al.* (2010) la reporta en proceso de domesticación. La huerta contribuye con nueve especies e igual número de variedades.

La parcela provee al tianguis 19 especies, se pondera a *Phaseolus vulgaris* L., *Capsicum annuum* L. y *Zea maíz* L., porque los entrevistados identifican 10 variedades para la primera y cinco para cada una de las dos

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

últimas (**Tabla 2**). Sin embargo, es la unidad productiva con mayor riesgo de ser transformado hacia la agricultura industrial o monocultivos, a pesar de su función en la producción de básicos para la alimentación local y regional, porque el 84.61 % de las especies reportadas tiene este valor de uso.

El Mercadeo Anual en el Tianguis y su Relación con las Festividades Sincretizadas

Las festividades sincretizadas que se desarrollan en México están vinculadas al ciclo agrícola (Maya, 2016), su revaloración, de acuerdo con Colín-Bahena *et al.* (2018) y Villanueva *et al.* (2021), incide en la conservación biocultural, porque incentiva la conservación de las unidades productivas que proveen de bienes vegetales que se venden en el tianguis regional de Coatetelco. Su disponibilidad se relaciona con las ofrendas de ocho rituales sincretizados, divididos entre los de inicio y fin del ciclo agrícola.

Las festividades de inicio del ciclo agrícola que se desarrollan del 21 de enero al 23 de junio son: **a)** inicio del año mexicana/Virgen de la Candelaria, **b)** petición de lluvias/cerro del Momoxtle, **c)** la bendición de semillas/San Isidro Labrador y **d)** Huentle a los aires/San Juan Bautista (**Figura 4**), en esta última celebración se hace una ofrenda o huentle a los aires para pedirles la lluvia. La disponibilidad de las estructuras de plantas frescas, secas y procesadas tradicionalmente tiene un promedio mensual de 25.5 especies y 27 variedades, a pesar de que corresponde a la época seca del año.

Las celebraciones de fin del ciclo agrícola corresponden a: **e)** la fertilidad vegetal/Virgen de la Asunción, **f)** las primeras cosechas/San



Figura 4. Huentele a los aires.



Foto: C. A. Beltrán-Colín

Miguel Arcángel, g) de la calabaza/San Simón y h) de fin la cosecha/Día de Muertos. Se llevan a cabo entre el 13 de agosto al 2 de noviembre, que corresponde al final de la época seca e inicio del temporal, en ésta disminuye la disponibilidad de plantas en el tianguis a un promedio de 22 especies y 24 variedades. El maíz es la especie común en los ocho rituales

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

sincretizados; la calabaza y chile se ofrendan en siete, sólo están ausentes en las primeras cosechas/San Miguel Arcángel.

Para el inicio del año mexica, se usa entre otras especies, maíz, calabaza, pipián, chiles, tule, resina de copal. El ajonjolí, frijol, chile, calabaza, cacahuete, café y arroz se encuentran en la ceremonia bendición de las semillas/San Isidro Labrador.

En petición de lluvias se requiere de la flor de cempaxúchitl y de resina de copal, la última también se usa en el huentle a los aires. La ciruela y la calabaza dulce se integran a la ofrenda de las primeras cosechas.

En el fin de las cosechas o Día de Muertos se pueden encontrar un promedio de 23 especies y 24 variedades en el tianguis regional de Coatetelco. Es importante resaltar la presencia durante todo el año de las especies y variedades de maíz, frijol y chile básicas en todas las celebraciones místico-religiosas regionales. Del frijol se venden 10 variedades provenientes del territorio integrado por las seis comunidades indígenas ya mencionadas, lo que refuerza lo referido por Sangerman-Jarquín et al. (2010) esta especie ocupa el segundo lugar de importancia después del maíz en la alimentación mexicana.

El maíz, el chile y la calabaza se registraron en el presente trabajo con cinco variedades para las dos primeras y cuatro para la última, por tanto, se coincide con Pinedo et al. (2009) en su importancia en las unidades productivas tradicionales y con Villanueva et al. (2021) en que son las especies principales e identitarias de las festividades sincretizadas asociadas al ciclo agrícola.



Conclusiones

En el tianguis de Coatetelco convergen seis comunidades del pueblo náhuatl del sur-poniente de Morelos, allí mercadean, frescas, secas o procesadas tradicionalmente, las diferentes estructuras de las plantas cultivadas o recolectadas en seis unidades productivas tradicionales regionales. La parcela abastece el mayor porcentaje de especies y variedades alimentarias, sin embargo, a pesar de esta importante función, los procesos capitalistas de cambio de uso del suelo amenazan su permanencia.

La disponibilidad de la riqueza de especies y variedades en el tianguis regional de Coatetelco, depende de la conservación de las UPT regionales que proveen diversas estructuras de las plantas, que se ofrendan en rituales sincretizados, temporal y dinámicamente, en las festividades asociadas al ciclo agrícola. Por lo anterior, el tianguis estudiado es importante para la lucha de los pueblos en defensa de sus medios de producción y de su diversidad biocultural.

Referencias

- Alarcón-Cháires, P. (2018). Bioculturalidad y conservación de la naturaleza. En V. M. Toledo y P. Alarcon-Cháires (eds.). *Tópicos bioculturales. Reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural de México* (pp. 89-98). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arellanes, Y. y Casas, A. (2011) Los mercados tradicionales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Antecedentes y situación actual. *Nueva Antropología*, 24(74), 93-123.
- Argueta, A. (2016). El estudio etnobiológico de los mercados en México. *Etnobiología*, 14(2), 38-46.
- Basurto-García, E., Colín-Bahena, H., Monroy-Ortiz, R., García-Flores, A. y Beltrán-Rodríguez, L. (2023). Influencia del conocimiento ecológico tradicional y la altitud en la estructura y diversidad arbórea de los cercos vivos del Corredor Biológico Chichinautzin, México. *Polibotánica*, 56, 115-150.
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Colín-Bahena, H., Castro-Rodríguez, K., Monroy-Martínez, R., Monroy-Ortíz, R., García-Flores, A. y Monroy-Ortiz, C. (2021). Sustainability traits in family productive systems set by indigenous immigrants in Morelos, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(1).
- Colín-Bahena, H., Cuevas, A. y Monroy, R. (2012) El manejo tradicional y agroecológico de un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Etnobiología*, 1(2), 12-28.



- Colín-Bahena, H., Monroy, R., Velázquez-Carreño, H., García-Flores, F. y Monroy-Ortiz, C. (2018). El tianguis de Coatetelco, Morelos articulador de la conservación biocultural en el territorio. *Etnobiología*, 16(2), 87-97.
- Colín-Bahena, H., Monroy-Martínez, R. y Rodríguez-Chávez, J.M. (2016). Traditional management units, the base of community conservation in Morelos, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(1), 7-27.
- Dirección General de Planeación y Análisis (DGPA). (2022). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022, Coatetelco, Morelos* [Archivo PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699773/17_034_MOR_Coatetelco.pdf.
- Diskin, M. y Cook, S. (1975). *Mercados de Oaxaca*. Secretaría de Educación Pública, Instituto Nacional Indigenista.
- Frison, E., Cherfas, J. y Hodgkin, T. (2011) Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. *Sustainability*, 3, 238-253.
- Galeano, E. (2004). *El giro en la mirada. Estrategias de investigación social cualitativa*. La Carreta.
- Lapeña, I. (2012). *Dicen que somos el atraso: propiedad comunal y agrobiodiversidad en el Perú* [Archivo PDF]. <http://spda.org.pe/wpfb-file/dicen-que-somos-pdf/>
- Leyva, Á. y Lores, A. (2012). Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología*, 7(1): 109-115.
- Licon, E. (2014). Un sistema de intercambio híbrido: el mercado/tianguis La Purísima, Tehuacán-Puebla, México. *Revista Antropología y Arqueología*, 18(1), 137-163.

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

- Linares, E. y Bye, R. (2009). La dinámica de un mercado periférico de plantas medicinales de México: el tianguis de Ozumba, Estado de México, como centro acopiador para el mercado de Sonora. En J. Long y A. Attonili (coords.). *Caminos y mercados de México*. Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Linares, E. y Bye, R. (2016). Traditional Markets in Mesoamerica: A Mosaic of History and Traditions. En R. Lira, A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico* (pp. 151-177). Springer.
- Mateos-Maces, L., F. Castillo-González, J. Chávez Servia, J. Estrada-Gómez y Livera-Muñoz. M. (2016). Manejo y aprovechamiento de la agrobiodiversidad en el sistema milpa del sureste de México. *Acta Agronómica*, 65(4), 413-421.
- Maya, V. (2016). La actualidad de los rituales agrícolas mesoamericanos. La fiesta de la Santa Cruz y de San Isidro Labrador en dos municipios mazahuas de México. *Diálogo Andino*, (49), 131-136.
- Molina-Luna, N. G. y Arellanes, Y. (2016). Intercambio de productos en mercados semanales de los valles centrales de Oaxaca, México. *Etnobiología*, 14(2), 92-99.
- Monroy, R., Flores A. y Monroy, C. (2017). Plantas útiles de los huertos frutícolas tradicionales de Coatetelco, Morelos, México frente al potencial emplazamiento minero. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 3(3), 87-97.
- Monroy, R., H. Colín, y S. Roque. (2009). *Los pueblos de Morelos cabalgan por la vida*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Monroy-Martínez, R., Colín-Bahena, H., Gispert-Cruells, M., García-Flores, A. y Ayala-Enríquez, I. (2016). La gestión comunitaria de la diversidad

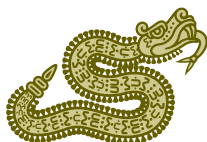


- biológica en riesgo por el crecimiento urbano en el municipio de Yauatepec, Morelos, México. *Etnobiología*, 14(3), 50-59.
- Ortiz-Sánchez, A., Monroy-Ortiz, C., Romero-Manzanares, A., Luna-Cabazos M. y Castillo-España, P. (2015). Multipurpose functions of home gardens for family subsistence. *Botanical Sciences*, 93(4), 791-806.
- Paré, L. (1975). Tianguis y economía capitalista. *Nueva Antropología*, 1(2), 85-94.
- Pinedo R., Collado, L., Arias L., y Shagarodsky, T. (2009). Importancia del maíz, frijol, pallar y chile en agroecosistemas tradicionales del trópico húmedo de Cuba, México y Perú. En M., K. Hermann, L. Amaya, L. Latournerie y L. Castiñeiras (eds.). *¿Cómo Conservan los Agricultores sus Semillas en el Trópico Húmedo de Cuba, México y Perú? Experiencias de un Proyecto de Investigación en Sistemas Informales de Semillas de Chile, Frijoles y Maíz* (pp. 31-45). Bioersity International.
- Ruenes-Morales M. del R., Casa A., Jiménez-Osornio, J.J. y Caballero, J. (2010). Etnobotánica de *Spondias purpurea* L. (ANACARDIACEAE) en la Península de Yucatán. *Interciencia*, 35(4), 257-254.
- Sangerman-Jarquín, D., Acosta-Gallegos, J., Schwenstesius, R., Damián-Huatos, M. A. y Larqué-Saavedra, S. (2010). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 363-380.
- Santos, F. J., y Molina, G. (2011). Diagnostico rural participativo. En: F. Bautista (ed.). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales* (pp. 563-584). Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental e Instituto de Geografía.

VII. El tianguis de Coatetelco, base de la conservación biocultural en el territorio regional

- Sotelo-Barrera, M., García-Moya, E., Romero-Manzanares, A., Monroy, R. y Luna-Cabazos, M. (2017). Arboreal structure and cultural importance of traditional fruit homegardens of Coatetelco, Morelos, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(1), 137-153.
- Taylor, S. J. y R. Bogdan. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Paidós.
- Tropico.org. Missouri Botanical Garden. (18 de mayo de 2023). <https://www.missouribotanicalgarden.org/media/fact-pages/tropicos>
- Villanueva-Figueroa, M L., Colín-Bahena, H., Monroy-Martínez, R., Monroy-Ortiz, R., García-Flores, A. y Monroy-Ortiz, C. (2021) Etnobotánica de los rituales vinculados al ciclo agrícola y su función en la conservación biocultural en Coatetelco, Morelos. *Polibotánica*, 52, 241-264.
- WFO (22 de septiembre de 2022). *The World Flora Online*. <http://www.worldfloraonline.org/organisation/WFO>

VIII



**APORTES DE LOS HUERTOS FRUTÍCOLAS TRADICIONALES
A LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOCULTURAL
DE COATETELCO**

**THE CONTRIBUTION OF TRADITIONAL FRUIT
HOMEGARDENS TO THE CONSERVATION OF BIOLOGICAL
AND CULTURAL DIVERSITY IN COATETELCO**

**Mireya Sotelo-Barrera¹ y Rafael Monroy-Martínez(t)²*

¹Colegio de Postgraduados. ²Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: sotelo.mireya@colpus.mx

Resumen

La pérdida de la diversidad biocultural es el resultado del modelo de desarrollo económico que induce el aprovechamiento intensivo de recursos naturales y energéticos para maximizar las ganancias. Dicha pérdida transforma la funcionalidad y la productividad de los ecosistemas y de los agroecosistemas; reduce la disponibilidad de servicios ambientales,



entre ellos los de provisión de bienes y aumenta la pobreza, principalmente en las comunidades rurales. En México el indicador para evaluar el desarrollo es el Producto Interno Bruto (PIB) y no se considera la calidad de vida, el acceso a alimentación, vivienda, salud, educación, además de un ambiente social y ecológico que permita llevar a cabo prácticas tradicionales de acuerdo con su cultura. Es por ello que el objetivo de este estudio fue demostrar que los Huertos Frutícolas Tradicionales (HFT) contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y cultural de la comunidad indígena de Coatetelco. Para lo cual se analizó la relación entre la estructura de 30 huertos de la comunidad y el valor de uso de las especies que albergan. La estructura ecológica se cuantificó con el Índice de Valor de Importancia (IVI). La importancia que representan las especies para los habitantes se cuantificó con el Índice de Valor Cultural. La riqueza arbórea incluyó 65 especies, de las cuales 16 (22%) son nativas de selva baja caducifolia. Estas especies contribuyen a resolver algunas de las necesidades básicas de los habitantes de Coatetelco como medicinales (*Amphipterygium adstringens*), alimentarias (*Spondia purpurea*), Cerco vivo (*Jacaratia mexicana*), ornamentales (*Ipomoea pauciflora*), leña (*Prosopis laevigata*), sombra (*Enterolobium cyclocarpum*). El Valor de Importancia Ecológico y Cultural se correlacionan en 88%, por lo que se concluye que la estructura de los huertos está organizada por razones culturales relacionadas con los valores de uso.

Palabras clave: conservación, diversidad biocultural, huertos frutícolas tradicionales.

Abstract

The loss of biocultural diversity is the result of the economic development model that induces intensive exploitation of natural and energetic resources to maximize profits. This loss transforms the functionality and productivity of ecosystems and agroecosystems. Also, reduces the availability of goods and services, and increases poverty in rural communities. In Mexico, the indicator for evaluating development is the Gross Domestic Product (GDP) and is not considered the quality of life, access to food, housing, health, and education. Also, a social and ecological environment that allows for traditional practices according to their culture, is not considered. Therefore, the objective of this study was to demonstrate that Traditional fruit home gardens contribute to the conservation of biological and cultural diversity in the indigenous community of Coatetelco. To achieve this, the relationship between the structure of 30 orchards in the community and the value of the species that they harbor was analyzed. The ecological structure was quantified using the Importance Value Index. The importance that species represent for the inhabitants was quantified using the Cultural Value Index. The richness trees included 65 species, of which 16 (22%) are native to the Low Deciduous Forest. These species contribute to meeting some of the basic needs of the inhabitants of Coatetelco, such as medicinal (*Amphipterygium adstringens*), food (*S. purpurea*), live fence (*Jacaratia mexicana*), ornamental (*Ipomoea pauciflora*), firewood (*Prosopis laevigata*), and shade (*Enterolobium cyclocarpum*). The Ecological and Cultural Importance Values are correlated by 88%, so it is concluded that the structure of the orchards is organized for cultural reasons related to their use values.



Keywords: conservation, biocultural diversity, Traditional fruit home garden.

Introducción

La pérdida de la diversidad biocultural es el resultado del modelo de desarrollo económico que induce el aprovechamiento intensivo de recursos naturales y energéticos para maximizar las ganancias (Toledo & Barrera-Bassols, 2009). Dicha pérdida transforma la funcionalidad y la productividad de los ecosistemas y de los agroecosistemas (Left, 2002), lo que reduce la disponibilidad de servicios ambientales, entre ellos los bienes, y aumenta la pobreza en el mundo (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2017), en mayor medida en las comunidades rurales (Food and Agriculture Organization [FAO], 2002).

Las comunidades rurales indígenas son espacios donde confluyen procesos ecológicos y culturales, como resultado de la interacción entre la sociedad con la naturaleza y se expresa en el conocimiento de los valores de uso, el manejo de los ecosistemas y los agroecosistemas (Toledo & Barrera-Bassols, 2009).

La reducción de los sistemas productivos tradicionales rompe los mecanismos ecológicos y culturales (Left, 2005) e impide el desarrollo de las comunidades rurales, que está caracterizado por la disminución en la producción de satisfactores básicos con lo cual se agudiza la emigración, la desaparición de culturas, la marginación y la pobreza (Toledo *et al.*, 2002).

El subdesarrollo en el mundo está representado por una de cada cinco personas que viven con menos de 1.25 dólares diarios

(Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2016). En América Latina y en México esta cifra se incrementa a dos de cada cinco personas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2014; Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2014)

La erradicación de la pobreza y la seguridad alimentaria son los principales objetivos de la Agenda 2030 de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (2016). Sin embargo, en México la evaluación del desarrollo se reduce al Producto Interno Bruto (PIB) como indicador, sin tomar en consideración la calidad de vida de la población y el acceso a alimentación, vivienda, salud, educación, etcétera (Ruiz-Esparza *et al.*, 2013), además, un ambiente social y ecológico que permita llevar a cabo prácticas tradicionales de acuerdo con su cultura (Left, 2002).

El Estado postrevolucionario y después el neoliberal ha hecho uso de estrategias, como la reforma agraria, la revolución verde y la extensión agrícola, para dejar la agricultura en manos de empresas trasnacionales (Bartra, 2008) con la justificación de incrementar la producción y modernizar a los pueblos originarios y campesinos (Quintana *et al.*, 2013).

La modernización de la agricultura implicó la sustitución de las prácticas tradicionales por las nuevas tecnologías de innovación con variedades de semillas mejoradas, grandes cantidades de agua, fertilizantes y plaguicidas (Sarandón & Flores, 2014), con el objetivo de modernizar a los campesinos tradicionales por considerar que con su conocimiento no resolvían los problemas de alimentación que enfrentaba el país (Bartra, 2008).



La modernización del campo dejó como resultado la reducción de la superficie de los bosques, suelos degradados, mayor aplicación de insumos químicos, resistencia de plagas, contaminación del agua, pérdida de la diversidad genética, entre otras consecuencias (Gliessman, 2002). Pese a esto, el conocimiento tradicional no se perdió por completo, gracias a muchos campesinos que resistieron la modernización.

La resistencia consistió en continuar el uso del conocimiento y sabiduría ancestral acumulada y transmitida de generación en generación, lo que les ha permitido la autosuficiencia alimentaria aun en condiciones adversas topológicas, edafológicas, climáticas, etcétera. Por la adaptación de técnicas en superficies irregulares (Toledo y Barrera, 2008).

El sistema capitalista ante los resultados fallidos de la modernización del campo no ofrece alternativas encaminadas a resolver los problemas de emigración, marginación y pobreza, al contrario, continúan por la misma ruta con la justificación de terminar con la pobreza, pese a que estudios demuestran que la mayor proporción de alimentos es producida por campesinos (Gómez-Espinoza & Gómez-González, 2006).

Los campesinos se encuentran distribuidos en una gran diversidad de biomas, lo que ha favorecido que haya diferentes formas de apropiación de la naturaleza, por medio de un proceso acumulativo y dinámico de experiencias prácticas adaptadas a las diferentes características ambientales y que han sido transmitidas de generación en generación, denominado conocimiento ecológico tradicional (Berkes *et al.*, 2000). En México contamos con 32 biomas y 30 mil especies de plantas vasculares (Villaseñor, 2004), que son el resultado de la ubicación geográfica, la topografía y la variedad de climas. El espacio social está

representado por 364 lenguas originarias y 62 grupos étnicos (Instituto Nacional de Lenguas Indígenas [INALI], 2008).

Los agroecosistemas son el resultado de la apropiación de los ecosistemas desde hace por lo menos 10 mil años de interacción entre la sociedad con la naturaleza (Toledo & Barrera-Bassols, 2009), por medio de la circulación de materia o energía desde el espacio natural hasta el espacio social. Los Huertos Frutícolas Tradicionales (HFT) son agroecosistemas que se caracterizan por presentar un estrato arbóreo de frutales como componente principal (Colín *et al.*, 2012).

El objetivo de este estudio fue demostrar que los Huertos Frutícolas Tradicionales contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y cultural de la comunidad indígena de Coatetelco, Morelos.

Método

Los muestreos se realizaron en la totalidad de la superficie de 30 huertos. En cada unidad de muestreo se midió la superficie del huerto, se registraron todos los individuos de las especies arbóreas y se midieron las circunferencias de los árboles a la altura del pecho. Para obtener densidad absoluta y relativa, dominancia total y relativa, así como el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Se realizó un análisis de regresión y correlación de Spearman (Anderson, 2003) con el programa SAS / STAT®, versión 9.0, para saber si existe relación entre el tamaño del huerto y la riqueza de especies, así como el tamaño del huerto y la densidad. El tamaño de los huertos fue la variable independiente, mientras que la riqueza y la densidad fueron las variables dependientes o variables respuesta. La fórmula empleada para



el análisis de la ecuación lineal, de acuerdo con Anderson (2003) es:
 $Y = \beta_0 + \beta_1 + \varepsilon$

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas para conocer el nombre común de los árboles, los valores de uso, el destino de la producción, las fechas de producción, la procedencia y las prácticas de manejo de los árboles presentes. Además, la importancia que representan las especies arbóreas para los habitantes se cuantificó con el Índice de Valor Cultural.

Los Índices de Valor de Importancia e Índices de Valor Cultural de cada especie en cada huerto fueron sumados para tener un solo valor para realizar un análisis de correlación con el coeficiente de Spearman (Anderson, 2003), en el programa SAS / STAT®, versión 9.0, con el fin de saber si el valor cultural de las especies influye en la estructura de los huertos.

Resultados

Estructura Ecológica de los HFT

Los huertos de Coatetelco presentaron una riqueza de 65 especies en 49 géneros y 25 familias. Las densidades más altas en los huertos corresponden al guaje blanco *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, ciruelo *Spondias purpurea* L, guaje rojo *Leucaena esculenta* (Moc. y Sessé ex DC.) Benth.) y las densidades más bajas corresponden a especies que tuvieron presencia en un solo huerto, naranjo agrio *Citrus aurantium* L., almendro *Terminalia catappa* L. y pino *Casuarina equisetifolia* L. Las especies con mayores IVI fueron: el ciruelo, guaje blanco, guaje rojo, tamarindo (*Tamarindus indica* L.), guayaba (*P. guajava*), mientras que entre las especies con menores IVI se encuentran especies nativas como

cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* [Schltdl.] Standl.), zopilote (*Swietenia humilis* Zucc.), bonete (*J. mexicana*) y parota (*E. cyclocarpum*).

Valores de Uso de las Especies en los HFT

Las estructuras utilizadas como medicinales son las hojas en el caso de *P. guajava*, las semillas de *S. humilis*, la corteza de *A. adstringens* y el fruto de *G. ulmifolia*. El valor de uso ornamental lo presentan árboles con flores vistosas como: *Plumeria rubra*, *Ipomoea pauciflora* M. martens, *Hibiscus elatus* Sw., *Caesalpinia pulcherrima* (L.) SW., *B. variegata*, *Cascabela peruviana* (Pers.) Raf. Las especies utilizadas para leña son, por lo general, árboles a los que se les aplican podas periódicas después de la producción, tal es el caso de *L. esculenta* y *L. leucocephala*, también se utilizan las ramas podadas de especies que dañan las bardas o la estructura de las casas.

Las especies registradas como cerco vivo son: *Acacia coulteri* Benth. *Jacaratia mexicana* A. DC. El valor de uso de cerco se les otorga a plantas con ramas verticales y rectas como las que le crecen a *P. dulce* cuando es podado, dichas ramas las emplean para postes. Por último, el valor de uso recreativo incluye especies vinculadas con actividades de relajación y diversión, por ejemplo: *T. indica* y *D. digyna*. Los tallos o ramas se utilizan como soportes para colgar hamacas y columpios, por el tamaño y fortaleza de sus fustes.

De las 65 especies presentes en los huertos, 44 (68%) son cultivadas y 21 (32%) se hallan en proceso de domesticación, según las prácticas de manejo que reciben. De éstas, 16 se encuentran en su estado silvestre dentro de la vegetación natural en el Estado de Morelos.



Destino de la Producción y Prácticas de Manejo

Las especies que se encuentran en los huertos en proceso de domesticación y en su estado silvestre en la vegetación natural son cuachalalate (*A. adstringens*), ciruela (*S. purpurea*), cacalósúchil (*Plumeria rubra* L.), bonete (*J. mexicana*), casahuate (*Ipomoea pauciflora* M. Martens y Galeotti), mezquite (*Prosopis laevigata* [Humb. y Bonpl. ex Willd.] M.C. Johnst.), camarón (*Caesalpinia pulcherrima* [L.] Sw.), parota (*Enterolobium cyclocarpum* [Jacq.] Griseb.), guaje rojo (*L. esculenta*), guaje blanco (*L. leucocephala*), palo blanco (*Acacia coulteri* Benth.), guamúchil (*Pithecellobium dulce* [Roxb.] Benth.), guachocote (*Malpighia mexicana* A. Juss.), Pochote blanco (*Ceiba aesculifolia* [Kunth] Britten y Baker f.), Cuahulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.), Palo zopilote (*S. humilis*).

Las especies en proceso de domesticación que son utilizadas para la venta son: *S. purpurea*, *L. esculenta*, *L. leucocephala*, *P. dulce*, *G. ulmifolia*, *S. humilis* y el resto sólo se utilizan para el autoabasto.

En los 30 HFT muestreados se encontró que la producción de frutales es para el autoabasto y sólo en 11 de ellos se destina tanto para la venta como al autoabasto. La producción de 34 especies frutales es usada para el autoabasto y 12 de éstas se producen para la venta. En cuanto al uso medicinal, todas las especies son utilizadas para el autoabasto y sólo dos de ellas son destinadas a la venta.

Relación entre Superficie de los HFT con la Riqueza de Especies

El tamaño de la superficie de los HFT presenta una tendencia a disminuir por la forma en que se hereda la tierra, los predios son repartidos y divididos entre los hijos. Es por ello que el 40% de los huertos tuvieron una superficie de tamaño menor a 500 m², el 37% entre 501 y 1,000 m² y

sólo el 23%, entre 1,001 y 1,500 m². En promedio, los huertos midieron 721 m².

La relación entre la riqueza de especies y la superficie de huerto fue positiva con un coeficiente de determinación $r^2 = 0.22$. El valor del intercepto $\beta_0 = 8.069$ indica que la riqueza en los HFT es de por lo menos ocho especies, y el valor de la pendiente $\beta_1 = 0.005$ indica que por cada m² adicional, la riqueza aumenta 0.005 especies. Por otro lado, en la relación entre superficie de huerto y densidad, el valor del intercepto $\beta_0 = 19.415$ indica que la densidad en los HFT es de por lo menos 19 individuos por huerto y el valor de la pendiente $\beta_1 = 0.012$ indica que, por cada m² adicional, la densidad aumenta 0.012 individuos. Lo anterior significa que a mayor área del huerto mayor es la densidad y riqueza de especies, por lo tanto, una reducción de la superficie significa una disminución de la densidad y riqueza de especies.

Importancia ecológica y cultural

Se obtuvo una relación positiva entre el Índice de Valor de Importancia y el Índice de Valor Cultural del 88%, con un límite de confianza del 95%, $p < 0.0001$ y un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.75$, lo que confirma que las especies con mayores valores de uso son las más importantes bioculturalmente. Las especies que presentaron un mayor Índice de Valor de Importancia ecológica y cultural fueron ciruelo (*S. purpurea*), guaje blanco (*L. leucocephala*), guaje rojo (*L. esculenta*), tamarindo (*T. indica*), y guayaba (*P. guajava*).

Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia en Coatetelco también presentaron el Índice de Valor Cultural más alto, lo que puede deberse a que presentan valores de uso múltiples y son vendidas en el



mercado, en el caso de las especies nativas de SBC, como *L. leucocephala*, *L. esculenta*, *S. purpurea* y *P. dulce*, sus semillas son de fácil germinación y propagación.

La mayor proporción de especies registradas en los HFT son cultivadas, y sólo un tercio de ellas se encuentra en proceso de domesticación, por lo que se puede inferir que en los huertos de Coatetelco existe germoplasma poco modificado, semejante al silvestre.

La alta relación entre el Índice de Valor de Importancia y el Índice de Valor Cultural confirma que las especies con mayores valores de uso son las más importantes ecológicamente. En Coatetelco Morelos persisten las prácticas de manejo tradicionales representadas con índices altos de importancia ecológica y cultural en especies silvestres, tales como *S. purpurea*, *L. leucocephala* y *L. esculenta*.

Conclusiones

Los Huertos Frutícolas Tradicionales contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y cultural de la comunidad indígena de Coatetelco, Morelos representada en la relación del 88% entre el Índice de Valor de Importancia y el Índice de Valor Cultural. Lo que indica que la composición y estructura de los huertos están determinadas por razones culturales, con especies que han contribuido a resolver algunas de las necesidades básicas de los habitantes de Coatetelco. Destacan especies como ciruelo (*S. purpurea*), guaje blanco (*L. leucocephala*) y guaje rojo (*L. esculenta*), por sus valores de uso y venta, así como por sus atributos ecológicos.

Por otro lado, se prevé la pérdida potencial de especies con bajos valores de índices de importancia ecológica. Esto se debe a la división y reducción de la superficie de los HFT y, en especial, a que algunas especies nativas de la selva baja caducifolia, como *E. cyclocarpum*, *S. humilis* y *C. aesculifolia*, requieren mayor espacio para alcanzar sus dimensiones máximas.

Referencias

- Anderson, T. W. (2003). *An introduction to multivariate statistical analysis*. Wiley.
- Bartra, A. (2008). Fin de fiesta. El fantasma del hambre recorre el mundo. *Argumentos*, 21 (7), 15-31.
- Berkes, F., Colding, J. y Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptative management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251-1262.
- Colín, H., Hernández-Cuevas, A., y Monroy, R. (2012). El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Etnobiología*, 10, 2, 12-28.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (23 de enero 2023). *Panorama Social de América Latina, 2014*, (LC/G.2635-P). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37626-panorama-social-america-latina-2014>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (12 de octubre de 2014). *Título del blog*. <http://www.cdi.gob.mx/>



- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (20 de febrero de 2023). *Medición de la pobreza en los Estados Unidos Mexicanos*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/paginas/pobrezainicio.aspx>
- Food and Agriculture Organization. (9 de marzo de 2023). *La reducción de la pobreza y el hambre: la función fundamental de la financiación de la alimentación, la agricultura y el desarrollo rural. Informe técnico*. <http://www.fao.org/docrep/003/y6265s/y6265s03.htm-3>
- Gliessman, S.R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba.
- Gómez-Espinoza, J. A. y Gómez-González, G. (2006). Saberes tradicionales agrícolas indígenas y campesino: rescate sistematización e incorporación a las IEAS. *Ra Xim Hai*, 2(1), 97-126.
- Instituto Nacional de Lenguas Indígenas. (2008). *Catálogo de las lenguas indígenas nacionales*. <https://www.inali.gob.mx/clin-inali/>
- Left, E. (2002). *Ecología y capital. Racionalidad ambiental participativa y desarrollo sustentable*. Siglo Veintiuno Editores.
- Left, E. (2005). *La geopolítica de la biodiversidad y desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza*. Red de bibliotecas virtuales de ciencias sociales de América Latina y el Caribe.
- Organización De la Naciones Unidas. (8 de abril de 2023). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Quintana, R. (2013). Del desarrollo al buen vivir a debate. En F. Novelo (ed.). *El retorno al desarrollo* (pp. 501-526). Universidad Autónoma Metropolitana

VIII. Aportes de los huertos frutícolas tradicionales a la conservación de la diversidad biocultural de Coatetelco

- Ruiz-Esparza, H., Cortés, M.A., Martínez, F J. y Monroy, G. S. (2013). *El concepto sistémico de desarrollo de las organizaciones*. En F. Novelo (ed.). *El retorno al desarrollo México* (pp. 527-540). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. (2014). *La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable*. Universidad de la Plata.
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2009). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria
- Toledo, V., Alarcón, P. y Barón, L. (2002). *La modernización rural de México: un análisis socioecológico*, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Toledo, V. M. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económica-Ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista iberoamericana de economía ecológica*, (7), 1-26
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2017). Biological diversity is the foundation of healthy, productive ecosystems, and forest hold most of the world's terrestrial biodiversity. *Forest Brief*, (8), 1-8.
- Villaseñor, J. (2004). Los géneros de las plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 105-135.

IX



EL SISTEMA DE RIEGO DEL EJIDO COATETELCO: AUTOGESTIÓN DEL AGUA PARA RIEGO

THE IRRIGATION SYSTEM OF THE EJIDO COATETELCO: SELF-MANAGEMENT OF IRRIGATION WATER

**Nohora Beatriz Guzmán Ramírez¹, Gwendoline Miranda Miranda², Jairo
Macedonio Flores²*

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, ²Investigadores independientes.

*Autor de correspondencia: nohora.guzman@uaem.mx

Resumen

El sistema de riego del ejido de Coatetelco forma parte de la unidad de riego del Vaso de El Rodeo, que riega las tierras del Ejido de Miacatlán, el ejido de Coatetelco y la pequeña propiedad de Mazatepec, con un sistema de canales que fueron parte de la infraestructura hidráulica de las haciendas de San Salvador Miacatlán y San José Vista Hermosa. Sin embargo, a pesar de compartir una fuente de abastecimiento, el río Tembembe, una infraestructura de riego, de la cual el más importante es



el canal "Perritos" y la laguna de El Rodeo, se identifican en esta unidad dos sistemas de riego que se autogestionan de manera interdependiente. Un sistema que se conforma por el ejido de Miacatlán y la pequeña propiedad de Mazatepec, y el otro por el del ejido de Coatetelco. Es en este último en el que se enfocará el análisis de presente artículo. El sistema de riego del Ejido de Coatetelco ha desarrollado sus propias estrategias para el manejo del agua de riego, las cuales se analizarán en este trabajo como una forma de resistencia a las políticas gubernamentales. Dichas estrategias se construyen con base en principios comunitarios, desde los que se establecen normas y reglas para la administración y operación del sistema. Sin embargo, estos arreglos comunitarios se han transformado, respondiendo a intereses diversos y han comprometido el funcionamiento del sistema de riego. A partir de un trabajo antropológico, en el cual se privilegió el método etnográfico con los respectivos recorridos de campo, registros en diario y fotográfico, además de la realización de entrevistas, se busca comprender los procesos sociopolíticos y económicos generados al interior del grupo de regantes que les permite subsistir, hasta hoy, como grupo independiente en interacción con la unidad de riego de "El Rodeo".

Palabras clave: Autogestión, resistencia, riego, agua.

Abstract

The Coatetelco ejido irrigation system is part of the Vaso de "El Rodeo" Irrigation Unit, which irrigates the lands of the Miacatlán ejido, the Coatetelco ejido and the small property of Mazatepec, with a system of canals that were part of the hydraulic infrastructure of the haciendas of

San Salvador Miacatlán and San José Vista Hermosa. However, in spite of sharing a supply source, the Tembembe River, an irrigation infrastructure, of which the most important is the Perritos canal and the El Rodeo lagoon, two irrigation systems are identified in this unit that are self-managed in an interdependent manner. One system formed by the ejido of Miacatlán and the small property of Mazatepec, and the other, by the ejido of Coatetelco. It is on the latter that the analysis of this article will focus. The Coatetelco ejido irrigation system has developed its own strategies for irrigation water management, which will be analyzed in this paper as a form of resistance to government policies. These strategies are built based on community principles, from which norms and rules are established for the administration and operation of the system. However, these community arrangements transformed, which responds to diverse interests and have compromised the functioning of the irrigation system. As an anthropological work, we privileged the ethnographic method: we did field trips, recorded a diary and photos, in addition to interviews. We seek to understand the socio-political and economic processes generated within the group of irrigators, which allow them to subsist until today as an independent group in interaction with the irrigation unit of "El Rodeo".

Keywords: Self-management, resistance, irrigation, water.

Introducción

El concepto de autogestión, al igual que muchos conceptos en ciencias sociales, es polisémico. En las últimas décadas ha sido muy utilizado en el ámbito del emprendimiento y el desarrollo de proyectos económicos de autoempleo. Dado lo anterior, consideramos importante señalar que



para este artículo nos referiremos a la autogestión como un proceso social complejo, resultado de la autonomía para el manejo de los recursos de una comunidad. Refiriendo al concepto de gestión comunitaria, no por el ejercicio en una comunidad, sino porque se apega a los valores comunitarios.

Lo comunitario hace referencia a una serie de valores y formas de convivencia que permite la articulación entre un grupo que comparte un mismo plan de vida, basado en la reciprocidad, el trabajo colaborativo, es decir, la autogestión comunitaria tiene como soporte la solidaridad, la corresponsabilidad, responsabilidad mutua, bajo los criterios de reciprocidad, comunidad e igualdad. Por ende, esta hace referencia a un proceso colectivo que reafirma un discurso propio y va más allá de la administración, prescinde de un cuadro burocrático y de la democracia formal, puesto que la elección de los cargos se realiza por asamblea y se ejercen ad honorem. La toma de decisiones y ejecución de éstas responden a la racionalidad comunitaria —no a del mercado— y al manejo horizontal de la información (Ávila, 2012; Rodríguez, 2019).

Lo anterior es visto desde la perspectiva de una sociedad dinámica, en continua transformación, y hace que las relaciones comunitarias tomen diferentes tintes, que se ven marcados por los intereses de sus miembros o las expectativas construidas en la interacción con otros grupos sociales. La autogestión comunitaria dista mucho de ser una forma de gestión perfecta. Por el contrario, enfrenta múltiples contradicciones y conflictos que hace de ésta una forma de resistencia cotidiana³ en dos sentidos: uno,

³ Se retoma el concepto de Scott (1989, p. 33) sobre las formas cotidianas de resistencia como una forma de acción colectiva como parte de la política de los grupos subalternos. Usando técnicas de “primer recurso” en aquellas circunstancias históricas comunes en las

frente a los ejercicios gubernamentales que imponen una forma burocrática de organización; el otro, frente al olvido y la pérdida de identidad. Formas de resistencia cotidiana que, como indica Scott (1989), la mayoría de ellas se implementan con el objetivo de impedir o frustrar la apropiación, en este caso, del recurso agua por parte de las autoridades estatales o alguien ajeno a la comunidad. De aquí que sea importante preguntarse: ¿Cuáles son las prácticas en la autogestión comunitaria del ejido de Coatetelco que pueden ser expresiones de resistencia ante la política gubernamental? Cuestionamiento al cual se pretende dar respuesta mediante el análisis de las formas de organización, los arreglos para el acceso y distribución del recurso, además del mantenimiento y operación del sistema de canales. Así, se tiene como objetivo el comprender las prácticas autogestivas comunitarias de los regantes del ejido de Coatetelco, a partir de un acercamiento antropológico, para observar formas de resistencia cotidiana potenciales.

El concepto de lo comunitario, articulado al sistema de riego por canales⁴, permite delimitar la unidad de análisis con la que se trabaja en este artículo. El sistema de riego del ejido de Coatetelco que, por un lado, se identifica como parte del pueblo indígena de Coatetelco, hoy municipio indígena de Coatetelco, pero del otro, son parte del ejido de Coatetelco.

que el desafío abierto es imposible o conlleva un peligro mortal: "(...) se pueden entender sin tener en cuenta los espacios sociales cerrados en los cuales esa resistencia se alimenta y adquiere sentido" (Scott, 2000, p. 45).

⁴ "Un sistema de riego por canales se compone de: a) una bocatoma que desvía el agua de su curso natural cuesta abajo y b) las obras de control subsecuentes (canales, compuertas, campos) que guían el agua a las plantas cultivadas, hasta que esta agua es absorbida por la tierra o fluye fuera del alcance de las obras de control" (Hunt, 2009, p. 54).



En resumen, son los regantes del ejido de Coatetelco quienes riegan con el agua que se distribuye a través de los canales de la unidad de riego El Vaso de El Rodeo, pero que se autogestionan comunitariamente independientes de la unidad de riego. Lo cual lleva a la hipótesis principal, en la cual se plantea que los regantes del sistema de riego por canales del ejido de Coatetelco mantienen ciertas prácticas comunitarias que les permite generar resistencia a las políticas hídricas gubernamentales y a la gestión de la unidad de riego del Vaso de El Rodeo.

Metodología

El Sistema de Riego por Canales del Ejido de Coatetelco

La infraestructura de riego que distribuye el agua al ejido de Coatetelco forma parte de la unidad de riego del Vaso de El Rodeo, la cual comparte la fuente de abastecimiento: el río Tembembe, la presa derivadora que se ubica sobre este mismo río, el canal principal, conocido como canal "Perritos", la presa de almacenamiento que fue construida en la laguna de El Rodeo y la obra de toma que distribuye el agua a toda la unidad. El comité de la unidad de riego, en el cual no participan los regantes de Coatetelco, se encarga de su mantenimiento y operación.

A partir de la obra de toma, lleva un canal que reparte las aguas para el ejido de Miacatlán y otro de mampostería conocido como "La Barranquilla", el cual conduce el agua hasta los campos de cultivo de Coatetelco. En este último canal se tienen dos compuertas. La primera reparte el agua para el campo de "Acatzingo" y termina en la laguna de Coatetelco. La segunda abastece los campos de "Los Vicentes" y "Campo Nuevo" a través de canales secundarios y de parcela. Solo hay

IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego

compuertas en los canales principales; en los ramales o entradas a las parcelas se tapa con costales o piedras.

Además de la infraestructura de canales, el ejido cuenta con cuatro pozos, los cuales cumplen el objetivo de auxiliar el riego, pero de éstos sólo uno sigue en funcionamiento: el pozo 2 de "Acatzingo". Los demás han dejado de operar por falta de mantenimiento y robos de la instalación eléctrica; éstos son: el pozo 1 de "Acatzingo", el pozo 3 "Acatzingo" (segunda parte) y el pozo 4 de "Los Vicentes" y "Campo Nuevo". Además, recurren a un ojo de agua llamado "El Renajito", ubicado en el ejido de Miacatlán.

No se cuenta con un padrón de usuarios oficial, sin embargo, a partir de entrevistas, se estableció el número aproximado de regantes, el cual está cerca de 380 regantes distribuidos de la siguiente manera: 200 pertenecen al campo 2, "Acatzingo", 50 al campo 3 "Acatzingo", y 130 al campo 4, "Los Vicentes". La superficie de riego está en un rango de media tarea hasta cinco tareas⁵ y varía entre un ciclo de cultivo y otro.

Actualmente, son tres los campos que continúan sembrando con riego: el campo de "Acatzingo", el de "Los Vicentes" y "Campo Nuevo", en los cuales se siembra maíz grano, calabacita italiana, pepino, jitomate, chile verde, frijol, y se complementan, en algunos casos, con plantas de huauzontle o rábano. En estos campos se siembra todo el año (**Figura 1**), una durante el ciclo del temporal, otra con el ciclo de riego y la tercera, con la combinación del temporal y el riego, conocido como medio riego⁶. Ello permite mantener una agricultura de subsistencia y para el mercado

⁵ Una tarea equivale a 1000 m².

⁶ Inicia con el riego y termina con el temporal o bien, inicia con el temporal y termina con el riego.



local, de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (Tabla 1), se ha dado un aumento en las superficies destinadas al cultivo del maíz y sorgo, además de la calabacita, el pepino y el mango.

Por ejemplo, se siembra calabaza y, 15 días después, varios tipos de maíz: “elotero” (de rápido crecimiento), “costeño” (es suave, pero se llena de gorgojo), el “535” y “516” (que son duros como para usarse en la producción de tortilla) y el amarillo (utilizado como forraje). Con este método se logra germinar la semilla de la calabaza, ya que se previene que el brote del maíz le haga sombra y perjudique su crecimiento. Más bien, una vez lograda la siembra de calabaza, se procede a colocar el grano de maíz.

La investigación etnográfica

Este trabajo parte de un enfoque antropológico que permite comprender los procesos sociales desde dentro, contextualizados en espacio y tiempo. Para lo cual resulta de vital importancia el método etnográfico que hace del trabajo de campo la principal estrategia para la recolección de la información. El trabajo de campo permite estar allí, observar de forma directa los procesos sociales y dar cuenta de la acción social sobre el espacio. Asimismo, se constituye en un principio de autoridad en el proceso investigativo. De acuerdo con Guber (2001, p. 16) la etnografía “busca comprender los fenómenos sociales desde la perspectiva de sus miembros (entendidos como actores, agentes o sujetos sociales)”.

El trabajo de campo se desarrolló durante un año, en el cual se realizaron varios recorridos tanto en el ejido como en el pueblo de Coatetelco. Para los recorridos de campo se contó con la colaboración

Figura 1. Ciclos de siembra. Elaboración con trabajo de campo y entrevistas, 2021.

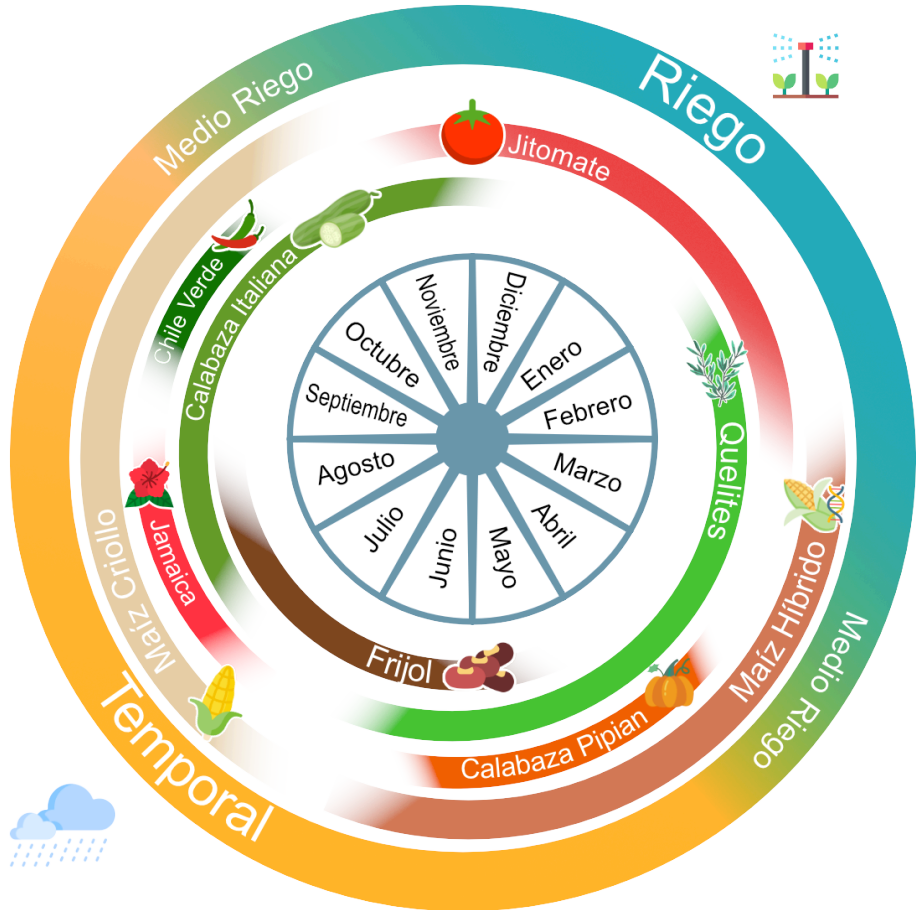




Tabla 1. Cultivos en Coatetelco de 2020 a 2022⁵.

Año	Producto	Ha sembradas	Ha cosechadas	Producción	Rendimiento
(udm/ha)					
2022	Calabacita	2.5	1	14.10	14.10
	Maíz grano	6	0	0	0
	Mango	6	0	0	0
2021	Calabacita	5	5	91.91	16.38
	Maíz grano	216	116	417.20	3.60
	Mango	6	6	87	14.50
	Pepino	1	1	19.40	19.40
	Sorgo grano	150	100	430	4.3
2020	Maíz grano	1	0	0	0

de los señores ejidatarios o de alguno de sus familiares. Se realizaron registros escritos en el diario de campo y visuales con fotografías. Como parte de este proceso también se hicieron registros georreferenciados con los cuales se generaron varios shapefile, que se presentan en la **Figura 2**, el cual es síntesis de la información de los canales, pozos, campos de cultivo, entre otros.

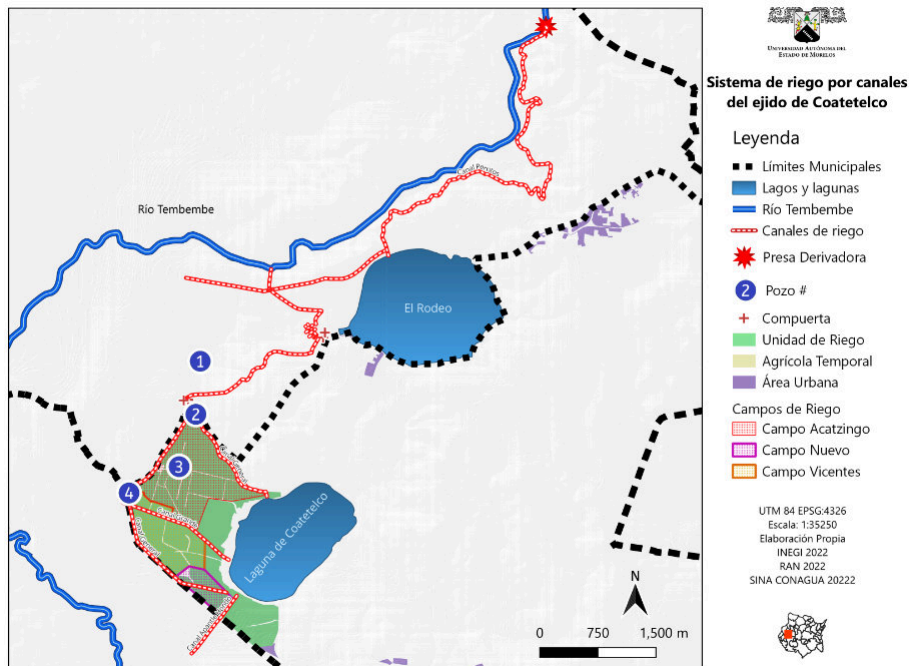
Se complementó la recolección de información con entrevistas, para lo cual se desarrolló un guion con nueve apartados que tenían como

⁵ Los datos presentados en 2022 corresponden al corte del 31 de marzo del mismo año. Para antes de 2020 el SIAP no registra información pública (SIAP, 2022).

IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego

objetivo recoger información socioeconómica, organizativa, problemas y conflictos, infraestructura, percepción sobre la unidad de riego, normas e identidad. En las entrevistas participaron autoridades del ejido, regantes, autoridades de la unidad de riego, autoridades del municipio de

Figura 2. Sistema de riego por canales del ejido de Coatetelco.



Coatetelco. En total se realizaron 19 entrevistas, 13 semiestructuradas y 6 abiertas. Las características generales de los entrevistados fueron: una mujer y 18 hombres, con edades entre los 23 y 77 años, con formación



primaria, secundaria y preparatoria, y con ocupación autodefinida como campesinos.

Como parte del trabajo de gabinete, se consultaron las bases de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el SIAP y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), en los registros actualizados en 2022.

Resultados

La distribución del agua y la infraestructura del sistema de riego por canales del ejido de Coatetelco se rige por reglas consensadas entre el grupo de regantes de Coatetelco. Al igual que es administrado, operado y se da mantenimiento por parte de los regantes de Coatetelco sin injerencia de la unidad de riego del Vaso de El Rodeo. Se mantiene una relación tensa, sin participación en el comité de la unidad —en la que participan los regantes del ejido de Miacatlán y la pequeña propiedad de Mazatepec—, pero que les permite garantizar el abasto de agua.

Organización

El sistema de riego por canales del ejido de Coatetelco se organiza en torno a tres comités que corresponden a los tres campos que actualmente riegan sus tierras. La asamblea de cada uno de los campos constituye la máxima autoridad y ante la cual rinde cuentas el comité. En asamblea del campo y a mano alzada se elige al comité, se definen las responsabilidades del mantenimiento de la infraestructura, se aprueban obras a desarrollar y se establecen cuotas extraordinarias, pago al aguador y sanciones.

IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego

Los comités están integrados por un presidente, un tesorero, un secretario y el aguador. Ellos son elegidos entre los regantes del campo, ya sean propietarios de la tierra o renten —por lo general, se renta entre los mismos ejidatarios de Coatetelco—. Estos cargos se desempeñan ad honorem, como trabajo comunitario que significan un reconocimiento de los demás regantes, pues les consideran unas personas de confianza, a excepción del aguador quien recibe un pago por parte de los regantes mismos. La duración del cargo no es fija, depende de la eficiencia y calidad de trabajo del comité, pero también puede darse el caso que no haya interesados en los cargos y deban continuar por más tiempo.

La autoridad del comité se limita a su respectivo campo y desempeña actividades de ejecución de los acuerdos de asamblea y de representación. Además de ello, organiza las jornadas de mantenimiento de la infraestructura hidráulica, recolecta las cuotas extras necesarias para el mantenimiento de la infraestructura, garantiza el reparto de agua y ser el enlace con la unidad de riego (UR). En general hace cumplir los acuerdos, investiga y aplica sanciones. A su vez al interior deben reparar faltas cometidas desde el incumplimiento de sus responsabilidades.

Las cuotas del agua para riego se asignan una vez al año y por tarea sembrada, además que se establece en asamblea en la UR; actualmente se pagan \$60.00 pesos por tarea. Cada regante debe ir a las oficinas de la comisaria ejidal de Miacatlán a realizar el pago del “agua rodada” —agua del Vaso del Rodeo—. Asimismo, debe cumplir con el pago del aguador, el cual se realiza directamente con el comité de cada campo. De acuerdo con la cantidad de regantes que pagan su cuota, la unidad de riego fija el agua a cada campo. Ahí es donde se presentan irregularidades con el



riego, porque los deudores llegan a quitar el agua a los que van al corriente con sus pagos.

Distribución del agua para riego

Seis días a la semana, la UR entrega el agua al sistema de riego por canales del ejido de Coatetelco y corresponden dos días a la semana por campo. Para la definición de los volúmenes que se repartirá entre los campos, se hace una asamblea donde se integran usuarios y comités de todos los campos.

Internamente, en los tres campos cada uno de los aguadores se encarga del reparto. Para establecer el orden, los regantes se inscriben con el aguador y se establece uno de entrega del agua de acuerdo con las necesidades de cada parcela. Así, el aguador constituye el primer nivel de autoridad frente a los regantes, pues tiene el control de las compuertas, establece los turnos de tandeos, vigila la distribución, atiende y soluciona los conflictos por distribución del agua. Como en otros sistemas que se han estudiado (Alemán, 2015; Ávila, 2001; Gadea, 2019; Guzmán, 2011; Scott, 2009), el trabajo del aguador es determinante para el buen funcionamiento de este, pues es quien está regularmente en los campos y en contacto directo con los regantes. De ello da testimonio uno de los regantes:

Todo se ve con el aguador, él te dice qué día te toca. Ya nos conoce y sabe en qué orden conviene el reparto para quien lo necesite y de paso se aproveche que le siga el de al lado. Ya nos acostumbramos y se respeta. Pero a veces uno necesita y es cosa de ponerse de acuerdo; se le pide. (Regante, comunicación personal, octubre de 2020).

IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego

Cuando los regantes de Coatetelco requieren de más agua para sus cultivos, la solicitan a la UR a través de los comités de campo. Debido a que el agua se les entrega por la noche, a este requerimiento se le denomina “pedir una velada”. El aguador de cada campo es el responsable de solicitar el agua a la UR dependiendo de las necesidades de los regantes. Pide, así, una “velada” para poder regularizar las necesidades de riego, misma que en ocasiones se le niega por la falta de pago. No obstante, los regantes en tiempos de escasez del agua, en el caso del campo de “Los Vicentes”, aprovechan “los achololes”⁶ agua sobrante de riego del cultivo de caña de azúcar del municipio vecino de Mazatepec.

Sin embargo, los pedidos de los riegos adicionales son uno de los puntos de diferencia con la UR por cuanto ésta establece sus planes de riego que muchas veces no coinciden con las necesidades de los regantes de Coatetelco. El tratar por parte de la UR que se cumplan con sus acuerdos y no ceder a los pedidos de los regantes de Coatetelco lleva a que estos ejerzan presión con plantones frente a las oficinas de la UR en Miacatlán. Esta es una clara forma de resistencia cotidiana de los regantes de Coatetelco, en la cual ellos demandan que les permitan realizar sus siembras de acuerdo con sus ciclos productivos. Lo anterior ocasiona que el comité de la UR considere la existencia de una amenaza latente ante el incumplimiento de la demanda. Es decir, la UR ya no niega los riegos adicionales, por lo cual no se ejerce presión por parte de los regantes de Coatetelco.

⁶ El diccionario de la Real Academia Española (2022) define ‘acholole’ como un vocablo de uso rural que significa: “agua sobrante que rebosa del surco”.



Operación y mantenimiento

Dado que la UR del Vaso de El Rodeo es una unidad de riego desincorporada⁷, no está sujeta a programas de apoyo para el mantenimiento de infraestructura. Ahora bien, no se observa mucho la diferencia en este rubro con las que aceptaron la transferencia, pues éstas también deben autogenerar sus recursos para el mantenimiento de la infraestructura. Se ha propagado la idea de que sólo las UR desincorporadas no tienen apoyo y tienden a considerarse abandonadas, lo cual está unido a un proceso de minimización del Estado como proyecto neoliberal y, por lo tanto, a una disminución de apoyos en todos los sectores y niveles. De hecho, el cambio de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a CONAGUA, actual dependencia federal responsable de la gestión del agua, es un cambio drástico en la política hídrica que disminuyó la participación del Estado en el apoyo económico a los regantes tanto para obras de infraestructura hidráulica como para su mantenimiento.

Ante este proceso de transferencia se han generado otras formas de agencia para acceso a los recursos. Muchos de ellos se hacen a través de relaciones políticas u organizaciones campesinas. En este sentido, la capacidad de agencia de los regantes de Coatetelco es menor que la de los de UR, quienes tienen como prioridad el canal principal "Perritos" que

⁷ En la década de los noventa, en México, se inició un proceso de entrega de los distritos de riego a los usuarios, a lo cual se le conoció como proceso de transferencia. En el caso distrito de riego 016 del estado de Morelos, éste fue dividido en siete módulos de riego, que corresponden a unidades administrativas del distrito. De ellas, tres no aceptaron la transferencia: El Rodeo, Yautepec Alto y Bajo y por ello pasó a considerarse unidades de riego desincorporadas del distrito de riego.

IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego

abastece la laguna de El Rodeo⁸ y de la cual se distribuye el agua para toda la unidad. Igualmente, en esta laguna es prioridad en el mantenimiento, pues es el vaso de almacenamiento de toda la UR y tiene múltiples problemas de fugas.

Dado lo anterior para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica de los canales del ejido de Coatetelco, son los regantes quienes tienen que hacerse cargo. En su mayoría son pequeños agricultores y el mantenimiento se realiza sólo por tramos, de acuerdo con las necesidades y los recursos económicos disponibles. La búsqueda de recursos gubernamentales pasa por las acciones que pueda desarrollar el comisariado ejidal y el ahora municipio Indígena de Coatetelco.

La toma de decisiones para realizar el mantenimiento y cobro de cuotas extraordinarias por obra se realiza en asamblea de los regantes por campo. Hay un sitio de reunión que se comparte denominado “La Tranca”. Un ejemplo es el arreglo del camino zaca del campo 2, “Acatzingo”: el presidente del campo y el aguador citaron a los usuarios para informarles de las reparaciones que se necesitaban, el apoyo con el que contarían de parte del municipio y las aportaciones en especie que cada uno debería dar. Es así como el municipio aportó la maquinaria para la nivelación del terreno y el transporte de los materiales, mientras que los usuarios aportaron los materiales y, de esa manera, se financió la obra. Los materiales tuvieron diferente procedencia. Unos eran sobrantes de obras realizadas en sus casas, otros, recolectados directamente de las

⁸ La laguna de El Rodeo es una laguna de origen pluvial, pero en que en la década de los treinta se adecuó como vaso de almacenamiento para el entonces distrito de riego 016, el cual luego se convertiría en la UR de El Rodeo y el número sería reasignado al distrito de todo el estado de Morelos.



minas de arenas. La supervisión de la obra estuvo a cargo del presidente del campo (Miranda, 2022).

El mantenimiento del canal general se realiza en faenas anuales y se ejecuta antes de iniciar el envío del agua a finales del mes de noviembre. El presidente del comité y el aguador convocan una semana antes, “casi siempre la primera semana de noviembre” para limpiar toda la hierba generada por el temporal. A esta faena suele asistir un 70% de los regantes. Quienes falten son sancionados con una cuota de \$200.00 pesos, equivalente a un jornal de trabajo o más. Dependiendo de las tareas que tenga cada regante será la extensión para limpiar o de pagar la sanción. Este dinero se usa para mantenimiento. Si se niegan a pagar, se les advierte sobre la suspensión del agua durante el ciclo. Entre quienes asisten se organizan y cooperan para la comida y bebida que promoverá la convivencia una vez terminada la jornada. Así relata uno de los entrevistados:

Si vas a sembrar te toca el tramo frente a tu parcela. Si el vecino o algún tramo de paso no se limpió, nos ponemos entre los cercanos a limpiarlo. Si fue porque no se sembró, y si fue porque el usuario no limpió a conciencia, se sanciona cobrando el jornal (\$150.00 a 200.00 pesos) para que alguien lo haga por él; pero si no paga, se le sanciona cortando el agua. (Comunicación personal, julio de 2021).

Para la limpieza del canal “Perritos” se convoca y organiza por parte del comité de la UR y se comunica a los regantes de Coatetelco por medio de los comités de campo. Corresponde a los mismos comités locales supervisar la asistencia de sus usuarios a cargo. Sin embargo, un problema permanente es que se ha dejado de sembrar algunas parcelas

y no se limpian esos tramos de canal, lo cual ocasiona que se dificulte la distribución del agua.

Conclusiones

El sistema de riego por canales del ejido de Coatetelco se gestiona como tres subsistemas que corresponden a cada uno de los campos de riego, pero lo hacen bajo la misma lógica de la autogestión comunitaria, la cual les permite unirse y establecer demandas conjuntas cuando lo requieren, como en el caso de los riegos adicionales. De otra parte, la urbanización en campos de cultivo, el abandono de parcelas y el desarrollo de otras actividades más productivas que la agricultura, hace que el número de regantes se reduzca, quedando la carga del mantenimiento del sistema en manos de pocos usuarios. El sistema de canales de riego del ejido de Coatetelco aún constituye un recurso importante para el desarrollo de la agricultura, en especial, el cultivo de maíz en la región. Además, han desarrollado una estrategia que les permite combinar el riego y el temporal para la producción con el ciclo de medio riego. La creación del municipio Indígena de Coatetelco en noviembre de 2017 (Gobierno del Estado de Morelos, 2017) marcó un cambio a nivel de la administración municipal y se generaron muchas expectativas de cambio socioeconómico. Sin embargo, como la gestión del agua para riego no está en el ámbito de la autoridad municipal, el impacto observado está más relacionado con el apoyo para la producción agrícola del municipio y sólo de manera tangencial toca la infraestructura de riego.



Agradecimientos

Al comité del comisariado ejidal de Coatetelco. A los regantes que accedieron a dar las entrevistas.

Referencias

- Alemán, C. T. (2015). *Coatetelco. Pueblo indígena de pescadores*. Fondo Editorial del Estado de Morelos.
- Ávila, M. A. y Javier, E. (coords.). (9 de noviembre de 2023). *Autogestión; Colectivo de ilusionistas sociales; Coodita UNILCO nómada de Sevilla, Andalucía*. https://anarkobiblioteca3.files.wordpress.com/2016/08/autogestic393n_-_vari40s.pdf.
- Ávila, S. H. (2001). *La agricultura y la industria en la estructuración territorial de Morelos*. UNAM-CRIM.
- Gadea, R. (2019). *La gestión social del agua para uso de riego en el río Yautepec* [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. Link del repositorio.
- Gobierno de México. (octubre de 2022). CONAGUA. *Registro Público de Derechos de Agua (REPDA)* <https://www.gob.mx/conagua/documentos/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-2019#:~:text=El%20Registro%20P%C3%BAblico%20de%20Derechos,obtener%20%20de%20los%20mismos>.
- Gobierno del Estado de Morelos. (14 de diciembre de 2017). *Periódico Oficial "Tierra y Libertad"*. N° 5559. Gobierno de Morelos [Archivo PDF] <https://periodico.morelos.gob.mx/periodicos/2017/5559.pdf>
- Guber, R. (2001). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Siglo XXI.

IX. El sistema de riego del ejido Coatetelco: autogestión del agua para riego

- Guzmán, R. N. B. (2011). El agua para la agricultura de riego en el estado de Morelos, una historia de conflictos e intereses. *Desarrollo, Ambiente y Cultura*, 1(0).
- https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4939069&fecha=30/11/2006#gsc.tab=0
- Hunt, R. C. (2009). Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad. En J. Palerm-Viqueira y T. Martínez-Saldaña (eds.). *Aventuras con el agua. La administración del agua de riego: historia y teoría* (pp. 47-77). Colegio de Postgraduados.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI]. (2020). *Subsistema de Información Demográfica y Social*. <https://www.inegi.org.mx/>
- Miranda, G. (2021). *Gestión comunitaria del agua para riego en Coatetelco* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. Link del repositorio.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes: La evolución de las instituciones de acción colectiva*. Fondo de Cultura Económica de México.
- Registro Agrario Nacional. Padrón e Historia de Núcleos Agrarios. <https://phina.ran.gob.mx/consultaPhinaGeo.php>
- Rodríguez, N. A. (2019). La autogestión como resistencia, dos ejemplos en América Latina. *Revista Kavilando*, 11(1), 119-139.
- Scott, J. C. (1989). Every Forms of Resistance. *The Copenhagenjournal of Asian studies*, 4, 4-89.
- Scott, J. C. (2000). *Los dominados y el arte de la resistencia*. Ediciones ERA.
- Scott, J. C. (2009). *The Art if not Being Governed. An Anarchist History of Upland Southeast Asia*. Yale University Press.



Secretaría de Gobernación. (2006). *Reglamento Interior de la Comisión Nacional de Agua*. Diario Oficial de la Federación de 30 de noviembre de 2006.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (octubre de 2022). *Avance de Siembras y Cosechas*. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/.

X



**CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS
PROVENIENTES DE LA MINERÍA METÁLICA: UNA
AMENAZA PARA LA SALUD HUMANA Y AMBIENTAL**

**POLLUTION BY HEAVY METALS FROM METALLIC MINING:
A THREAT TO HUMAN AND ENVIRONMENTAL HEALTH**

**Efraín Tovar-Sánchez¹, Patricia Mussali-Galante², Alexis Joavany Rodríguez-Solís², María Luisa Castrejón Godínez³ y Leticia Valencia-Cuevas³*

¹Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, ²Centro de Investigación en Biotecnología, ³Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: efrain_tovar@uaem.mx

Resumen

En las últimas décadas, se ha incrementado considerablemente el deterioro del planeta por actividades antropogénicas a través de la liberación de sustancias tóxicas al ambiente. Uno de los contaminantes de interés ambiental son los desechos producidos por la actividad



minera, principalmente porque produce el 65% del total de los residuos industriales que existen en México. Sin embargo, no existe suficiente información para apreciar el costo derivado de estos impactos ambientales. Particularmente, en el estado de Morelos las actividades mineras se realizan principalmente de la extracción de minerales no metálicos, sin embargo, exploraciones recientes han revelado la presencia de minerales metálicos ricos en Oro (Au) y Plata (Ag) en municipios del Estado como Xochitepec, Miacatlán y Coatetelco. Por lo que, se han propuesto proyectos mineros para extraer estos minerales a través de Minería a Tajo Abierto. Derivado de la inconformidad por parte de las comunidades de estos municipios, actualmente estos proyectos se encuentran detenidos, las comunidades consideran que las actividades mineras son perjudiciales tanto para los recursos naturales como para las personas. En sitios mineros, los residuos derivados de la extracción metálica (jales) frecuentemente han sido depositados en los alrededores sin tratamiento alguno, incluso cerca de poblaciones humanas, por lo que representan un riesgo potencial para el ambiente y la salud humana. Los impactos negativos que son consecuencia de la disposición inadecuada de los jales, se deben a que éstos pueden contener elementos potencialmente tóxicos (EPT) como son metales pesados, los cuales quedan disponibles para ser absorbidos por las plantas y de esta forma incorporarse a las redes tróficas incrementando su potencial tóxico. Por lo anterior, es importante realizar estudios integrativos y multidisciplinarios que permita la caracterización de metales en suelo, sedimento y agua, así como sus efectos sobre los diferentes niveles de organización biológica —de los genes a los ecosistemas—, con el fin de

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

generar estrategias eficientes de biorremediación de ambientes contaminados por metales pesados.

Palabras clave: contaminación ambiental, metales pesados, minería, residuos mineros, riesgo ecológico, salud humana.

Abstract

In recent decades, the deterioration of the planet by anthropogenic activities through the release of toxic substances into the environment has increased considerably. One of the pollutants of environmental interest is the waste produced by mining activity, mainly because they produce 65% of the total industrial waste in Mexico. However, there is insufficient information to appreciate the cost derived from these environmental impacts. Particularly, in Morelos, mining activities are carried out mainly to extract non-metallic minerals. However, recent explorations have revealed the presence of metallic minerals rich in gold (Au) and silver (Ag) in state municipalities such as Xochitepec, Miacatlán, and Coatetelco. Therefore, mining projects have been proposed to extract these minerals through open-pit mining. Derived from the dissatisfaction on the part of the communities of these municipalities, these projects are currently stopped. The communities consider mining activities harmful to both natural resources and people. In mining sites, the residues derived from metal extraction (mine tailings) have frequently been deposited in the surroundings without any treatment, even near human populations; therefore, they represent a potential risk to the environment and human health. The negative impacts of inadequate disposal of tailings are mainly due to their heavy metal content, which may be available to be absorbed



by plants and animals and thus be incorporated into food webs, increasing their toxic potential. Therefore, it is essential to carry out integrative and multidisciplinary studies to evaluate heavy metals in soil, sediment, and water, and their effects on the different levels of biological organization from genes to ecosystems, to generate efficient strategies for bioremediation of heavy metal pollution.

Keywords: environmental pollution, heavy metals, mining, mining waste, ecological risk, human health.

Introducción

La minería

La minería es una actividad primaria que se encarga de la búsqueda, extracción y aprovechamiento de diferentes minerales de interés económico que sirven como combustibles o materias primas para diferentes actividades productivas, incluidas la construcción, industria eléctrica y electrónica, entre otras. A nivel mundial, la minería es una importante impulsora para el desarrollo económico de diferentes países, dado su papel como generadora de riqueza, empleos, ingresos gubernamentales, inversión extranjera y el desarrollo de infraestructura en las regiones mineras. Se estima que esta actividad genera a nivel mundial alrededor de 300 millones de empleos directos e indirectos (Gabarrón *et al.*, 2019). La producción minera global para el 2019 fue de alrededor de 17,900 millones de toneladas métricas, y se situó principalmente en regiones mineras de Asia (59%) y Norteamérica (16%), siendo los cinco principales países mineros China, Estados Unidos, Rusia,

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

Australia e India, mientras que México se ubicó en la posición número 18 (Reichl y Schatz, 2021).

La minería metálica




La minería metálica se refiere a la extracción de diferentes minerales que incluyen en su composición diferentes elementos metálicos de interés económico e industrial, entre ellos los más conocidos son los metales preciosos: Oro (Au), Plata (Ag), Platino (Pt), Paladio (Pd) y Rodio (Rh), así como metales utilizados como materias primas para la industria; Aluminio (Al), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Zinc (Zn) como los más importantes (Reichl & Schatz, 2021). Para el establecimiento, desarrollo y aprovechamiento de un distrito minero es necesario desarrollar las siguientes actividades: exploración para la identificación de yacimientos, estudios de impacto ambiental, estudios de factibilidad económica, trámite de concesiones y permisos de explotación, financiamiento, construcción y desarrollo de minas, procesos de extracción, producción, y operación de las minas, así como su cierre, monitoreo y rehabilitación (Ramani, 2012). Por otro lado, de acuerdo con la tecnología utilizada para la extracción y producción de los minerales metálicos, la minería puede dividirse en: minería de superficie, minería subterránea, minería de placer y minería in situ (**Tabla 1**).

Importancia de la minería en México y Morelos

La Minería en México. La minería ha sido una actividad de gran tradición en México, dado que se practica desde la época prehispánica, sin embargo, su desarrollo como industria inició en la época colonial, en los primeros años posteriores a la conquista se desarrollaron los primeros



Tabla 1. Estrategias de extracción de minerales metálicos.

Tipo de minería	Descripción
Minería de superficie 	La extracción de los minerales metálicos se realiza mediante excavaciones a cielo abierto en yacimientos minerales localizados a profundidades menores de 160 m.
Minería subterránea 	La extracción de los minerales metálicos que se localizan en el subsuelo se realiza mediante excavaciones, las minas subterráneas pueden tener una profundidad desde los 300 metros hasta los tre kilómetros.
Minería de placer 	La extracción de los minerales metálicos se realiza mediante la concentración de minerales pesados a partir de materiales detríticos, a través del empleo de bateas y canalones o de técnicas de dragado, comúnmente aplicada en ríos.
Minería in-situ 	Los minerales metálicos se recuperan del suelo sin extraer la mezcla de rocas y minerales de la superficie para su procesamiento. Para este fin se inyectan soluciones para disolver a los metales y se realiza el bombeo de la solución hacia la superficie.

Elaborado con información de Cummins Inc. (2022), López-Aburto (1994) y Servicio Geológico Mexicano (SGM 202a).

distritos mineros del país (Robles-Berumen y Foladori, 2019). Durante los siguientes 500 años, la minería en México se desarrolló y tecnificó (Coll-Hurtado *et al.*, 2002), actualmente la industria minero-metalúrgica

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

representa un importante sector (minero-metalúrgico) para el desarrollo económico, generando un 8.3% del Producto Interno Bruto (PIB) industrial y el 2.3% del PIB nacional, con la generación de 417,380 empleos directos y más de dos millones de empleos indirectos (Servicio Geológico Mexicano [SGM], 2023a).

De acuerdo con los datos más actuales (SGM, 2023b), las actividades mineras se realizan en las 32 entidades federativas del país, destacando en orden de importancia por sus niveles y el valor de su producción los distritos mineros situados en los estados de Michoacán de Ocampo, Sonora, Colima, Sinaloa y Zacatecas, agrupando el 70% del valor total de la producción minera nacional. México destaca a nivel mundial como uno de los 10 principales productores de 16 minerales: plata (Ag, 1°, 26.53%), fluorita (CaF_2 , 2°, 20.30%), wollastonita (CaSiO_3 , 2°, 13.29%), plomo (Pb, 3°, 9.16%), celestita (SrSO_4 , 4°, 13.51%), zinc (Zn, 4°, 6.82%), diatomita (SiO_2 , 4°, 6.82%), molibdeno (Mo, 5°, 7.56%), barita (BaSO_4 , 5°, 6.19%), cadmio (Cd, 6°, 4.81%), oro (Au, 6°, 4.74%), selenio (Se, 6°, 4.20%), yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 8°, 5.29%), sal (NaCl , 8°, 2.94%), Cobre (Cu, 9°, 3.76%) y feldespato (XAlSi_3O_8 , 10°, 1.75%).

La Minería en Morelos. De acuerdo con la información del Panorama Minero del estado de Morelos, publicado por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2019), el estado presenta actividades mineras principalmente relacionada con la producción de minerales no metálicos, entre ellos, arcillas, arenas, basalto, caliza, grava, tezontle, y yeso, representando el 0.03% del valor total de la producción nacional del sector minero. De acuerdo con los datos de 2019, en Morelos existen



concesiones por 27,423 hectáreas para la realización de actividades mineras (5.54% del territorio).

Las actividades de minería metálica se realizaron en el distrito minero de Huautla, actualmente se encuentra abandonado y al interior de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. En los años recientes, no se reportan actividades de minería metálica a gran escala, sin embargo, existen en el estado zonas aisladas con explotación de oro, plata, plomo y hierro. Actualmente, existen tres minas en operación para la extracción de hematita (Fe_2O_3) en los municipios de Puente de Ixtla y Tlaquiltenango, así como oro (Au) y plata (Ag) en la comunidad de Huaxtla en Puente de Ixtla. Además, se reportan exploraciones para la extracción de Hematita, Ag y Au, en los municipios de Yautepec, Puente de Ixtla y Tetlama. Morelos ocupa el lugar 19 a nivel nacional en la producción de Ag y Au (SGM, 2021).

Actualmente las actividades extractivas para minerales metálicos en el estado de Morelos son de baja escala, solamente se reportan tres minas que están en operación; dos dedicadas a la explotación de hematita (Fe_2O_3) para la fabricación de pigmentos y una para Au y Ag en pequeña escala. A partir del año 2000 se inició una expansión significativa de las actividades mineras en todo México, no sólo en los estados tradicionalmente reconocidos por sus actividades minero-metalúrgicas, sino también en entidades en las que las actividades de minería metálica habían sido incipientes como el caso del Estado de Morelos (Télliz-Ramírez y Sánchez-Salazar, 2018). Las concesiones mineras otorgadas en el estado de Morelos se dividen en seis zonas mineras: 1) Tlayca, 2) Tehuixtla-Tequesquitengo, 3) Tilzapotla-Jojutla, 4) Tilzapotla, 5) Yautepec y

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

6) Cuernavaca. El otorgamiento de estas concesiones mineras ha generado diferentes conflictos sociales en contra de las actividades mineras, en específico contra la empresa canadiense Esperanza Resources Corp. y su filial mexicana Esperanza Silver de México S.A. de C.V., y su proyecto de mina para la extracción de Ag en el cerro El Jumil en Tetlama, Temixco, Morelos, las concesiones mineras operadas por la empresa Esperanza Silver de México S.A. de C.V. fueron vendidas en el año 2013 a la también empresa canadiense Alamos Gold Inc., quien intentó continuar con el proyecto, sin embargo, debido a la presión de actores sociales, éste no se ha consolidado. Municipios de Morelos con territorios concesionados para actividades mineras se han declarado como libres de minería a tajo abierto, tal es el caso del Municipio de Xochitepec y de Miacatlán en 2015 (Hipólito-Esteban & Azamar-Alonso, 2024).

Coatetelco es un municipio indígena del estado Morelos, reconocido como tal a partir del año 2019, anteriormente pertenecía al municipio de Miacatlán, geográficamente se ubica entre los paralelos 18°43'45" latitud norte y los 99°19'30" longitud oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 980 m. Las comunidades nahuas establecidas en este municipio se dedican principalmente a la pesca y a la agricultura. En la comunidad de Coatetelco se ha documentado la percepción del riesgo socioambiental asociado a la minería a tajo abierto, refiriendo afectaciones ambientales y a la salud por las actividades mineras, y manifestando su rechazo al proyecto (González-Chávez y Barreto-Pavón, 2021). Debido a los innegables impactos ambientales y sociales es



importante analizar los impactos de las actividades mineras (Monroy-Ortiz y Monroy-Martínez, 2015).

Residuos mineros

La importancia de las actividades mineras para el desarrollo económico y social de los países, han sido bien documentada. Sin embargo, la minería se reconoce como una de las actividades que genera graves impactos sobre el ambiente, a través de sus diferentes etapas, tales como: cambio de uso de suelo, deforestación, erosión, contaminación del suelo y cuerpos de agua, ruido, la liberación de polvos, residuos sólidos, aguas residuales y la emisión de gases (Haddaway *et al.*, 2019). Como resultado de la extracción de minerales, la minería genera una gran cantidad de residuos reconocidos como peligrosos, dado que incluyen en su composición diferentes metales pesados tóxicos, que debido a que no son degradables, se acumulan en el ambiente, provocando la contaminación del suelo y el agua amenazando la vida silvestre y la salud humana.

Uno de los principales residuos derivados de los procesos de trituración de rocas en la recuperación de los metales de valor económico son los relaves mineros, conocidos en México como “jales mineros”. Estos residuos son generalmente depositados como montículos en la periferia de las minas o se sumergen como lodos en represas de relaves (Rodríguez-Solís *et al.*, 2021). La presencia de jales mineros sin ningún tipo de tratamiento o medida de contención para evitar su dispersión ambiental es común en distritos mineros abandonados y operaciones mineras artesanales o de pequeña escala. Estos residuos presentan en su composición concentraciones considerables de diferentes EPTs, como

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

son los metales pesados y metaloides, tales como As, Cd, Hg y Pb, entre otros (Kan *et al.*, 2021). Factores ambientales como la lluvia y los vientos, favorecen la dispersión de estos contaminantes en los alrededores de los distritos mineros (Cleaver *et al.*, 2021), por lo que, los jales mineros son reconocidos como una de las principales fuentes de contaminación por elementos potencialmente tóxicos (EPT) en zonas cercanas a las minas (Del Rio-Salas *et al.*, 2019). Debido a lo anterior, se han generado diferentes leyes e instrumentos para regular y mitigar los impactos ambientales derivados de la generación y gestión inadecuada de los residuos mineros.

Marco legislativo de la minería

En México existen varios instrumentos legales relacionados con la minería, entre ellos se encuentran la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2022), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR, 2021; LGPGIR, 2024), la Ley Minera (Ley Minera, 2023), la NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosque de coníferas o encinos (NOM-120-SEMARNAT-2011, 2012a). Así como la NOM-141-SEMARNAT-2003, la cual establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales (DOF, 2004). Por otro lado, también se encuentra la NOM.147-SEMARNAT-2004, que



establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio (NOM-147-SEMARNAT-2004, 2007). Asimismo, se encuentra la NOM-155-SEMARNAT-2007, que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata (NOM-155-SEMARNAT-2007, 2010), así como la NOM-157-SEMARNAT-2009, la cual establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, cuyo objetivo es promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos, métodos y tecnologías que sean económicas, técnicas y ambientalmente factibles (NOM-157-SEMARNAT-2009, 2011), y la NOM-159-SEMARNAT-2011, la cual establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre (NOM-159-SEMARNAT-2011).

La existencia de esta legislación permite regular la liberación de contaminantes relacionados a las actividades mineras con la finalidad de proteger y conservar el ambiente. En general, los contaminantes que más se producen son: drenaje ácido, descarga de lixiviados con presencia de iones metálicos y reactivos tóxicos, generación de jales, aceites, llantas, disolventes, polímeros, ruido, emisiones (gases y polvos), residuos sólidos urbanos y lodos (Haddaway *et al.*, 2019). La actividad minera genera Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos, los cuales requieren de un manejo adecuado para prevenir la contaminación y los impactos asociados sobre la salud de la población. Una de las alternativas para reducir el impacto de esta problemática es la

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

implementación de planes de manejo, los cuales son instrumentos que se basan en el manejo integral de residuos, promoviendo la prevención de la generación de residuos, la minimización de la generación, la maximización de la valorización y limitación de la disposición final. Asimismo, el plan de manejo debe contemplar mecanismos de evaluación, indicadores de desempeño y caracterización de los residuos generados (NOM-157-SEMARNAT-2009, 2011; LGPGIR, 2021). De acuerdo con el Artículo 17 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), los residuos de la industria minera-metalúrgica son de regulación y competencia federal, por lo que está obligada a presentar planes de manejo para su registro ante la SEMARNAT (LGPGIR, 2021). La industria minera debe contemplar los principios de la Economía Circular para la gestión integral de residuos, y contribuir con el cumplimiento de la agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (Figura 1).

Efecto de los metales pesados en la salud humana

A pesar de los grandes beneficios económicos que genera la actividad minera metálica, ésta es considerada como una de las amenazas más peligrosas para la salud humana y ambiental. Las principales fuentes de contaminación son el proceso primario de tratamiento de metales y la generación de residuos mineros. Desde 1993 se consideró que la minería genera el 65% de los residuos en México y las principales rutas de exposición son a través del aire (contenido de metales en las partículas inhaladas); el suelo por el polvo generado desde la mina, por el material proveniente de los jales o por la deposición del material particulado del aire); y el agua (contaminado por las escorrentías de los jales y los suelos



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la industria minera.



Elaborado con información de Cummins Inc. (2022), López-Aburto (1994) y Servicio Geológico Mexicano (SGM 202a).

con altos contenidos de metales). Por lo anterior, las zonas mineras y sus alrededores se consideran lugares potencialmente peligrosos. Las personas que habitan en o cerca de estas zonas podrían estar expuestas a estos residuos, cuyos niveles de agentes químicos tóxicos es muy alto,

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

principalmente por el contenido de metales. En este contexto, la relación entre la exposición a los metales y los efectos a la salud humana es bien conocida.

Algunos de los efectos a la salud por la exposición a metales se conocen desde hace más de 2,000 años, como es el caso de los síntomas asociados a la exposición al Pb, As y mercurio (Hg). A pesar de ello, aún existen una gran cantidad de sitios contaminados a lo largo de todo el país, lo que provoca que el ser humano se exponga a ellos y se promueva la aparición de diversas enfermedades. Es necesario señalar, que algunos de los metales como el Mg, cromo (Cr), cobalto (Co), Zn, Fe y manganeso (Mn) también son elementos esenciales para llevar a cabo las funciones vitales de los organismos. Pero deben encontrarse en los niveles adecuados dentro del organismo, es decir; si rebasan o disminuyen estos niveles, se producen efectos adversos a la salud. Por esta razón es que es necesario monitorear los niveles de estos elementos en el organismo y atender cualquier deficiencia o exceso de ellos para evitar alguna enfermedad (Fu & Xi, 2019).

La exposición a metales puede provocar daños en las células del cuerpo, promoviendo su envejecimiento o su muerte, a nivel de órganos, afectando principalmente hígado, riñón, huesos, pulmones, cerebro, entre otros. Al nivel de los sistemas, los más afectados pueden ser el circulatorio, el óseo y el nervioso central, siendo estas alteraciones, la causa de diversas enfermedades en el ser humano.

Todos los seres humanos somos vulnerables a los efectos negativos de la exposición a metales, no obstante, los niveles de susceptibilidad a los efectos y enfermedades varían entre personas. La respuesta



individual puede estar influenciada por parámetros como desnutrición, nivel de marginación o pobreza, factores hereditarios, ocupación, estilo de vida, entre otros, que suelen causar efectos tóxicos relacionados con la contaminación ambiental (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017). Algunos ejemplos interesantes que demuestran la relación entre la exposición a los metales y la aparición de ciertas enfermedades son los siguientes.

El plomo es tóxico para todos los órganos y especialmente en etapas tempranas de la vida. Produce daño de tipo gastrointestinal, anemia, neurológico, osteoporosis, y posiblemente puede causar cáncer pulmonar. El saturnismo o plumbosis es la enfermedad que es conocida por la acumulación de plomo en el cuerpo, generalmente en el transcurso de meses o años. Esta enfermedad ha sido asociada con los trabajadores de las minas donde se explota el plomo y otros metales, así como en actividades de explotación y tratamiento de jales. También se asocia a personas que habitan en las cercanías de zonas mineras o personas que ingieren alimentos contaminados por este metal (Flora *et al.*, 2012).

El manganismo es un desorden neurológico causado por exposición crónica al manganeso, y la ruta más peligrosa de exposición es por inhalación de partículas que pueden entrar en el cuerpo a través de los pulmones y llegar directamente al cerebro por medio del olfato, es reconocido por sus síntomas que son parecidos a la enfermedad de Parkinson. La mayoría de los reportes acerca de los efectos del manganeso en la salud han reconocido un efecto negativo sobre el sistema nervioso, sobre todo en desórdenes cognitivos, en el desarrollo intelectual, especialmente en niños. También se ha asociado a los

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

mineros que explotan el manganeso y en los procesos de las soldaduras de ferromanganeso (Vollet *et al.*, 2016).

La enfermedad del Itai-itai es una afección causada por la exposición a cadmio a largo plazo, el cual puede estar en los alimentos y el agua, que causa ablandamiento de los huesos, provocando intensos dolores en las articulaciones y en la espalda. El Itai-itai también puede causar problemas pulmonares y renales, así como cáncer. Además de que los mineros expuestos presentan diversas alteraciones a la salud por la exposición a este metal, la población en general puede exponerse a él mediante alimentos contaminados, consumo de tabaco e inhalación de partículas de aire con contenido de cadmio. Los niños son particularmente vulnerables a la toxicidad por cadmio, presentando alteraciones en el sistema nervioso y sistema óseo (Flannery *et al.*, 2022).

La exposición a arsénico derivado de la minería se da principalmente por la extracción de oro, por medio de las aguas residuales de arsénico y por fundición de minerales que contienen oro. La concentración de arsénico en las inmediaciones de las minas de oro puede ser muy alta, lo que puede afectar a las personas que habitan en estas zonas. La arsenicosis es una enfermedad crónica que resulta de beber agua con altos niveles de arsénico durante un largo periodo de tiempo (entre 5 y 20 años). Este padecimiento también está relacionado con la aparición de cáncer de piel y otros tipos de cáncer. El arsénico también está relacionado con bronquitis, enfermedades del sistema circulatorio, daños en el hígado y cáncer de esófago, laringe, pulmón y vejiga (Fernández-Macias *et al.*, 2020).



La exposición a berilio causa la beriliosis, que es una inflamación pulmonar originada por inhalación de polvo o vapores con alto contenido de berilio. Las personas con beriliosis presentan irritación de las membranas mucosas y de la piel, tos, dificultad para respirar, fatiga y sudoración nocturna. Además, el berilio está relacionado con la aparición de cáncer de pulmón. Las personas pueden estar expuestas a este metal a través del aire y del agua contaminada, por aguas residuales provenientes de las industrias acereras, entre otras.

Efecto de los metales pesados en el ambiente

Los metales pesados liberados al ambiente por actividad minera pueden ser depositados en suelo, sedimentos, y agua, teniendo impactos negativos en microorganismos, plantas, animales, incluso, en la salud humana (Ali & Khan, 2019). La exposición ambiental a estos tóxicos ejerce efectos a través de diferentes mecanismos, siendo la exposición a bajas dosis por largos períodos de tiempo lo que desencadena efectos negativos a nivel individual, poblacional y comunidad, lo que puede tener alteraciones en la salud del ecosistema (Mussali-Galante *et al.*, 2013ab). Por ejemplo, los metales contenidos en los jales que son depositados en los alrededores de las minas alteran diversos procesos bioquímicos que comprometen el desarrollo de los microorganismos del suelo como bacterias, hongos y nematodos, lo que genera cambios en la estructura y diversidad de especies en sus comunidades (Smejkalova *et al.*, 2003), alterando el proceso de descomposición de la materia orgánica reduciendo la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Abdousalam, 2010). A su vez, los metales que son absorbidos por las plantas a través de las raíces y que pueden acumularse en sus tejidos alteran los procesos

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

bioquímicos y fisiológicos que comprometen la sobrevivencia, crecimiento y reproducción de los individuos (Ghori *et al.*, 2019). Dado que las plantas son la base de las cadenas tróficas, la acumulación de metales en sus tejidos constituye la puerta de entrada y transferencia de estos elementos a las cadenas tróficas (Ali *et al.*, 2019; Ali & Khan, 2019). En algunos casos, la movilización de los metales a través de los diferentes niveles tróficos lleva a un incremento en su concentración en los niveles tróficos superiores, proceso conocido como biomagnificación. Esta información es particularmente relevante considerando que el humano ocupa el nivel superior de diversas cadenas tróficas, como en el caso de los agroecosistemas (Tovar-Sánchez *et al.*, 2018).

Los cuerpos de agua y su biota pueden ser impactados por escorrentía derivada de la minería metálica, quedando disueltos en el agua o acumulados en el suelo o sedimentos. En este compartimento ambiental, los organismos expuestos pueden absorber los contaminantes directamente del agua e indirectamente a través de las cadenas tróficas. Por ejemplo, los peces pueden estar en contacto con los metales a través de la superficie corporal, las branquias o por consumir alimento contaminado. Algunos de los efectos tóxicos de los metales en peces e invertebrados acuáticos son la reducción del crecimiento, aumento de anomalías durante el desarrollo, reducción de la sobrevivencia de los organismos, incluso, pueden causar la extinción de las poblaciones en los embalses contaminados y el cambio en la estructura de las comunidades (Ali *et al.*, 2019). Asimismo, los metales pueden entrar en las cadenas tróficas a través de su acumulación en especies acuáticas como microorganismos que son el alimento de peces,



que luego pueden afectar a sus depredadores, especies de peces carnívoros, aves o mamíferos, incluidos los humanos, que pueden transportar estos contaminantes a diferentes ecosistemas (Szynkowska *et al.*, 2018).

Lo anterior sugiere que, una vez que los metales son depositados en el ambiente, estos se pueden transportar, dispersar y acumular en plantas y animales, con el riesgo de entrar a las cadenas alimentarias y biomagnificarse, proceso que pueden incluir al ser humano como consumidor final. Esta situación se agrava debido a que en el ambiente son depositados diferentes metales, lo que promueve que los organismos estén expuestos a mezclas de metales generando una mayor toxicidad y efectos adversos (Mussali-Galante *et al.*, 2013b). Por lo anterior, la exposición a metales representa una amenaza para la biodiversidad.

Perspectivas y consideraciones finales

A pesar de que el estado de Morelos no presenta una tradición de minería metálica, estas actividades se realizaron en la comunidad de Huautla en Tlaquiltenango, Morelos hasta la década de los 80, dejando un grave problema de contaminación asociado a la disposición inadecuada de residuos mineros conocidos como jales, mismos que construyen una amenaza para la salud del ecosistema y las comunidades humanas cercanas. Actualmente, en Morelos las actividades mineras se concentran en la extracción de minerales no metálicos. Sin embargo, municipios como Temixco, Xochitepec, Miacatlán y Coatetelco presentan en su territorio minerales metálicos ricos en Oro (Au) y Plata (Ag), por lo que se han otorgado concesiones y propuesto proyectos de Minería a Tajo

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

Abierto. Las comunidades consideran a la minería como una amenaza de salud ambiental y humana, por lo que se han organizado para impedir estos proyectos.

Existe evidencia que las actividades mineras liberan al ambiente grandes cantidades de residuos que contienen metales pesados, por lo que es imperativo entender los procesos de movilidad y transporte de metales pesados, ya que involucra a los organismos no sólo como elementos afectados sino también como vectores del contaminante. En sitios contaminados por metales, las plantas tienden a absorber y acumular metales en sus tejidos, transfiriéndolos y bioamplificándolos a través de la cadena trófica. Por lo anterior, es necesario fortalecer investigaciones que permitan la caracterización de metales en suelo, sedimento, agua, y en los diferentes eslabones de la cadena trófica, para evaluar los daños que promueven estos elementos en la morfología, fisiología y conducta de los individuos, la distribución y abundancia de las poblaciones, en la estructura y funcionamiento de las comunidades y en la dinámica de los ecosistemas.

Una vez caracterizada el área contaminada, es necesaria la implementación de técnicas de remediación que permitan el saneamiento, recuperación y disminución de las concentraciones de los contaminantes que se encuentran disponibles. En particular, las plantas tienen la capacidad de absorber metales pesados y acumularlos en sus órganos, lo que es aprovechado como una alternativa para la remediación de ambientes contaminados. Por lo que, la identificación de especies nativas no comestibles que puedan establecerse en ambientes contaminados y absorber metales en sus órganos provocando mínimas



afectaciones son indispensables para una adecuada biorremediación de áreas contaminadas. Por otro lado, debido a que los suelos contaminados por metales pesados son pobres en nutrientes, se busca el uso de microorganismos (por ejemplo, bacterias y hongos) que puedan aportar los elementos necesarios para el establecimiento y crecimiento de las plantas. Por lo que, los estudios encaminados en determinar los microorganismos que promuevan a la planta mayor tolerancia y capacidad para bioacumular una mayor cantidad de metales pesados es importante para una técnica más eficiente de fitorremediación.

Por último, es indispensable evaluar la percepción de riesgo que las comunidades asociadas a las zonas mineras tienen sobre la contaminación por metales pesados, pues existe una falsa idea de que viven en un sitio seguro y limpio. Si se considera, por un lado, que los riesgos se ponderan dando prioridad a los que provocan un incremento en el estatus marginal y el incremento de desigualdad y, por otro, el posible efecto de la contaminación en la disminución de la productividad y rendimiento agrícola es necesario indagar si la percepción puede ser modificada y abonar a la comprensión sobre la forma en que se elaboran los constructos sociales en torno a la contaminación. No debe olvidarse, que el comportamiento que las comunidades humanas tengan con el ambiente está en virtud de la percepción que se tiene de éste; además, se ha documentado que los agricultores se preocupan por transformar positivamente sus procesos productivos cuando logran percibir conscientemente los elementos causantes de la disminución del rendimiento, lo que puede traducirse en que sean proactivos en promover estrategias de remediación de las zonas perturbadas.

Referencias

- Abdousalam, A. (2010). Effect of heavy metals on soil microbial processes and population. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 2, 9-14.
- Ali, H. y Khan, E. (2019). Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of non-essential hazardous heavy metals and metalloids in food chains/webs-Concepts and implications for wildlife and human health. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25(6), 1353-1376.
- Ali, H., Khan, E. y Ilahi, I. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of chemistry*,
- Cleaver, A. E., Jamieson, H. E., Rickwood, C. J. y Huntsman, P. (2021). Tailings dust characterization and impacts on surface water chemistry at an abandoned Zn-Pb-Cu-Au-Ag deposit. *Applied Geochemistry*, 128, 104927.
- Coll-Hurtado, A., Sánchez-Salazar, M.T., & Morales, J. (2002). *La minería en México, geografía, historia, economía y medio ambiente*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cummins Inc. (octubre de 2022). *Tipos de métodos de minería*. <https://www.cummins.com/es/engines/mining/types-of-mining>
- Del Río-Salas, D., Ayala-Ramírez, Y., Loredó-Portales, R., Romero, F., Molina-Freaner, F., Minjarez-Osorio, C., Pi-Puig, T., Ochoa-Landín, L. y Moreno-Rodríguez, V. (2019). Mineralogy and geochemistry of rural road dust and nearby mine tailings: a case of ignored pollution hazard from an abandoned mining site in semi-arid zone. *Natural Resources Research*, 28(4), 1485-1503.



- Fernández-Macias, J. C., González-Mille, D. J., García-Arreola, M. E., Cruz-Santiago, O., Rivero-Pérez, N. E., Pérez-Vázquez, F. y Ilizaliturri-Hernández, C. A. (2020). Integrated probabilistic risk assessment in sites contaminated with arsenic and lead by long-term mining liabilities in San Luis Potosi, Mexico. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 197, 110568.
- Flannery, B. M., Schaefer, H. R. y Middleton, K. B. (2022) A scoping review of infant and children health effects associated with cadmium exposure. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 131.
- Flora, G., Gupta, D. y Tiwari, A. (2012). Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdisciplinary toxicology*, 5(2), 47-58.
- Fu, Z. y Xi, S. (2019). The effects of heavy metals on human metabolism. *Toxicological Mechanisms and Methods*, 30(3), 167-76.
- Gabarrón, M., Zornoza, R., Acosta, J. A., Faz, Á. y Martínez-Martínez, S. (2019). Mining environments. En P. Pereira (ed). *Advances in chemical pollution, environmental management and protection* (pp. 157-205). Elsevier.
- Ghori, N. H., Ghori, T., Hayat, M. Q., Imadi, S. R., Gul, A., Altay, V. y Ozturk, M. (2019). Heavy metal stress and responses in plants. *International journal of environmental science and technology*, 16(3), 1807-1828.
- González-Chávez, L. y Barreto-Pavón, Y. (2021). *Diagnóstico participativo comunitario. Municipio indígena de Coatetelco, Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/1368>
- Haddaway, N. R., Cooke, S. J., Lesser, P., Macura, B., Nilsson, A. E., Taylor, J. J. y Raito, K. (2019). Evidence of the impacts of metal mining and the effectiveness of mining mitigation measures on social-ecological

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

- systems in Arctic and boreal regions: a systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 8(1), 1-11.
- Hipólito Esteban, J., y Azamar Alonso, A. (2022). Proyecto Mina Esperanza, México: un proceso conflictivo. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 482-495.
- Jiang, Z. F., Huang, S. Z., Han, Y. L., Zhao, J. Z. y Fu, J. J. (2012). Physiological response of Cu and Cu mine tailing remediation of Paulownia fortunei (Seem) Hemsl. *Ecotoxicology*, 21(3), 759-767.
- Kan, X., Dong, Y., Feng, L., Zhou, M. y Hou, H. (2021). Contamination and health risk assessment of heavy metals in China's lead-zinc mine tailings: A meta-analysis. *Chemosphere*, 267, 128909.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). México. D.O. 01-04-2024
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México. D.O. 22-05-2015.
- Ley minera [Ley de Minería]. México. D.O. 08-05-2023 https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/151_110814.pdf
- López-Aburto, V. M. (1994). *Manual para la Selección de Métodos de Explotación de Minas*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Monroy Ortiz, R. y Monroy Martínez, R. (2015). Costos económicos y sociales de los emplazamientos mineros en Morelos, México. *Observatorio del Desarrollo*, 4(13), 19-27. <https://estudiosdeldesarrollo.mx/observatoriodeldesarrollo/wp-content/uploads/2019/05/OD13-3.pdf>
- Mussali-Galante, P., Tovar-Sánchez, E., Valverde, M. y Del Castillo, E. R. (2013a). Biomarkers of exposure for assessing environmental metal



pollution: from molecules to ecosystems. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(1), 117-140.

Mussali-Galante, P., Tovar-Sánchez, E., Valverde, M., Valencia-Cuevas, L. y Rojas, E. (2013b). Evidence of population genetic effects in *Peromyscus melanophrys* chronically exposed to mine tailings in Morelos, Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(11), 7666-7679.

NOM-120-SEMARNAT-2011. Especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos. D.O. 13-03-2012.

NOM-141-SEMARNAT-2003 Procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. D.O. 13-09-2004.

NOM.147-SEMARNAT-2004. Criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. D.O. 02-03-2007.

NOM-155-SEMARNAT-2007 Requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata. D.O. 15-01-2010

NOM-157-SEMARNAT-2009. Elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, cuyo objetivo es promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos

X. Contaminación por metales pesados provenientes de la minería metálica: una amenaza para la salud humana y ambiental

procesos, métodos y tecnologías que sean económicas, técnicas y ambientalmente factibles. D.O. 30-10-2011

NOM-159-SEMARNAT-2011. Requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre. D.O. 13-02-2012

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Organización Mundial de la Salud. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment* [Archivo PDF]. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254677/1/9789241511773-eng.pdf>

Ramani, R. V. (2012). Surface mining technology: progress and prospects. *Procedia Engineering*, 46, 9-21.

Reichl, C. y Schatz, M. (2021). World mining data 2021. *Minerals Production International Organizing Committee for the World Mining Congresses* [Archivo PDF]. <https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2021.pdf>

Robles-Berumen, R. y Foladori, G. (2019). Una revisión histórica de la automatización de la minería en México. *Problemas del desarrollo*, 50(197), 157-180.

Rodríguez-Solís, A. J., de la Cruz-Guarneros, N., Castrejón-Godínez, M.L., Tovar-Sánchez, E. y Mussali-Galante, P. (2021). Distribution and composition of metallic mining solid wastes in the Central Mexico region, and the need for adequate environmental management. En M. Fisher (ed.), *Environmental management. Ecosystems, competitiveness and waste management* (pp. 91-129). Nova Science Publishers, Inc.

Servicio Geológico Mexicano .(2019). *Panorama minero del estado de Morelos. Servicio Geológico Mexicano* [Archivo PDF]. https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/panoramas/MORELOS_dic2019.pdf



- Servicio Geológico Mexicano. (2021). *Anuario estadístico de la minería 2020. Servicio Geológico Mexicano* [Archivo PDF]. https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf
- Servicio Geológico Mexicano. (diciembre de 2022). *Servicio Geológico Mexicano. Explotación minera*. https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Explotacion-minera.html
- Smejkalova, M., Mikanova, O. y Boruvka, L. J. P. S. (2003). Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant Soil and Environment*, 49(7), 321-326.
- Szynkowska, M. I., Pawlaczyk, A. y Maćkiewicz, E. (2018). Bioaccumulation and biomagnification of trace elements in the environment. *Recent advances in trace elements*, 251-276.
- Tamayo, L. (2014). La minería de tajo a cielo abierto en México: una nueva forma de colonialismo. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 44(4). <https://revistas.ucm.es/index.php/NOMA/article/view/49291>
- Téllez-Ramírez, I., y Sánchez-Salazar, M. T. (2018). La expansión territorial de la minería mexicana durante el periodo 2000-2017. Una lectura desde el caso del estado de Morelos. *Investigaciones Geográficas*, 96. <https://doi.org/10.14350/rig.59607>
- Tovar-Sánchez, E., Hernández-Plata, I., Martínez, S. M., Valencia-Cuevas, L. y Galante, P. M. (2018). Heavy metal pollution as a biodiversity threat. *Heavy Metals*, 383.
- Vollet, K., Haynes, E. N. y Dietrich, K. N. (2016). Manganese Exposure and Cognition Across the Lifespan: Contemporary Review and Argument for Biphasic Dose-Response Health Effects. *Current environmental health reports*, 3(4), 392-404.



PERSPECTIVAS Y COMENTARIOS FINALES

*Alejandro García-Flores¹, Hortensia Colín-Bahena¹ y Juan Manuel Rivas
González²*

¹Centro de Investigaciones Biológicas, ²Escuela de Estudios Superiores del
Jicarero, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor de correspondencia: alejandro.garcia@uaem.mx

En México, cuyo desarrollo histórico se encuentra asociado con su enorme riqueza biológica y cultural, es imperante la adopción de una política ambiental que tenga presente la profunda relación que existe entre naturaleza y las culturas que históricamente se han distribuido en su territorio. El vínculo indisoluble sociedad-naturaleza, sugiere comprender que la conservación de la diversidad biológica está estrechamente relacionada con la defensa de la diversidad cultural, representada por los pueblos originarios y equiparables. Buscar la conservación del patrimonio natural de la república mexicana, sin considerar el defender y proteger a las culturas que le han dado forma y sentido, significa reducir a la naturaleza a un ente exánime, estático,



ajeno y distante. En el mismo sentido, no es posible preservar a las culturas, mientras no se detenga la destrucción y el despojo de la biota presente en sus territorios, la cual es la base que da sentido a su existencia material y simbólica (Toledo *et al.*, 2019).

Coatetelco es uno de los municipios indígenas de Morelos que aún conserva características mesoamericanas, relacionadas profundamente con su pasado prehispánico en un presente dinámico. En un contexto de alteración del hábitat, de contaminación, de la introducción de especie exóticas, la sobreexplotación de los recursos naturales, así como de las presiones del modelo de desarrollo hegemónico mediante la implementación de megaproyectos, como la minería a cielo abierto, los capítulos incluidos en la presente obra, organizados desde perspectivas biológicas hasta las sociales, representan un avance significativo para sistematizar y difundir el conocimiento sobre el patrimonio natural y biocultural de esta región de Morelos.

La obra es una fuente de información para las autoridades gubernamentales, académicos y principalmente la población local, quienes podrán consultar y utilizar para la toma de decisiones y planeación, generar investigaciones que coadyuven a lograr los objetivos planteados; así como parte del proceso de defensa del territorio ante la vorágine del extractivismo en la región. Se presentan perspectivas susceptibles a ser integradas para el manejo de diferentes unidades del territorio de Coatetelco, concepto que no sólo debe ser entendido con un significado meramente físico-geográfico (Contreras y Mariaca, 2016), sino como una construcción dinámica que representa la apropiación de un espacio determinado por un grupo social, con carácter funcional al ser

base de su reproducción material, pero también con un papel simbólico, en el que los colectivos proyectan su cosmovisión (Arreola y Saldívar, 2017; Giménez, 2001). Es decir; la conservación y/o recuperación del territorio es determinante porque funciona como la unidad metabólica de la relación de los diferentes grupos sociales con sus recursos naturales, lo que junto con la diversificación productiva ha permitido, a través de la economía de subsistencia campesina, su reproducción social.

Hasta este punto, en el corpus de las investigaciones contenidas en el libro, han quedado plasmados y descritos los tipos de vegetación presentes en el territorio, la diversidad de peces, de avifauna, y la mastofauna, así como las expresiones concretas de la diversidad biocultural como la gestión de sistemas productivos en la figura de los huertos familiares o la agrobiodiversidad y su dinámica de mercadeo en el tianguis, de lo que respecta a Coatetelco, no obstante, también es importante indicar lo que falta y se debería realizar en términos de investigación y acciones concretas a implementar.

El lago de Coatetelco es un espacio multidimensional al formar parte de la identidad de los pobladores de la comunidad, pero también a su alrededor gira la vida social, cultural y económica. Es un sistema acuático importante para la prestación de servicios ecosistémicos y ser reservorio de biodiversidad de diferentes grupos biológicos, como ha sido reportado en los capítulos de Jairo Macedonio, Juan Manuel Rivas y colaboradores, así como Urbina y Contreras MacBeath. Sin embargo, este cuerpo de agua presenta problemáticas socioambientales complejas, las cuales se han traducido en su deterioro paulatino, resultado de las actividades antropocéntricas, tal como concluye el capítulo de Díaz-Vargas y



colaboradores. En dicho contexto, la investigación que se tiene que realizar a posteriori tiene que estar enfocada a la elaboración de un plan de manejo sostenible que considere medidas para mantener las características productivas del lago, pero también su papel en términos de la prestación de servicios ambientales y la conservación. Ante dicho objetivo, se tiene que ponderar el trabajo colaborativo y participativo para el monitorio continuo de la calidad del agua, acciones dirigidas a gestionar las fuentes que aportan materia orgánica en exceso, como las descargas de aguas residuales y las sobrepoblaciones de hidrofitas, ordenamiento y organización de las actividades comerciales realizadas alrededor, mejorar la organización para la siembra de peces de interés comercial, reintroducción de especies nativas, una pesquería más sostenible, así como actividades de desazolve.

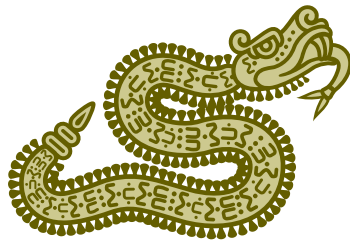
Uno de los resultados del presente diagnóstico fue registrar que, durante los últimos 27 años, Coatetelco ha sufrido modificaciones territoriales importantes en términos de uso de suelo, aspecto donde se ha reducido la superficie agrícola y forestal de selva baja caducifolia, dando paso al crecimiento de la vegetación secundaria y de los asentamientos humanos. En este escenario de pérdida de superficie de selva baja caducifolia, es necesario un mayor esfuerzo en realizar inventarios biológicos de forma sistematizada de otros grupos que no se integraron a la presente obra como reptiles, anfibios, insectos, hongos y la flora. En el presente trabajo se realizó una breve aproximación sobre la flora distribuida en la región, sin embargo, requiere un trabajo de muestreo más amplio y con mayor representatividad temporal y espacial. En el contexto de esta problemática de pérdida de hábitat por cambio de

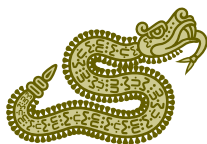
uso de suelo, es importante que se desarrollen y ejecuten programas que apoyen la reforestación y restauración de sitios perturbados y degradados, con especies nativas que no sólo sean importantes desde el punto de vista ecológico, también relevantes en términos culturales y económicos.

El conocimiento integrado y aportado por cada uno de los capítulos, aunque dista de estar completo y es necesario incrementarlo, representa una propuesta base para iniciar un proceso participativo en la toma de decisiones para visualizar las líneas de acción y encontrar las mejores estrategias en la ardua labor de conservar el patrimonio natural y la diversidad biocultural en esta región del poniente de Morelos, particularmente del pueblo nahua de Coatetelco.

Referencias

- Arreola, A. y Saldívar, A. (2017). De Reclus a Harvey, la resignificación del territorio en la construcción de la sustentabilidad. *Región y sociedad*, 68: 223-257.
- Contreras, U. y Mariaca, R. (2016). *Manejo de los recursos naturales entre los mayas lacandones de Naha*. Ecosur-red temática sobre el patrimonio biocultural.
- Giménez, G. (2001). Cultura, territorio y migraciones. Aproximaciones teóricas. *Alteridades*, 11(22), 5-14.
- Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N., y Boege, E. (2019). *¿Qué es la diversidad biocultural?* Universidad Nacional Autónoma de México.





SEMBLANZAS DE AUTORES

ALEJANDRO GARCÍA FLORES. Profesor-Investigador TC Titular B del Centro de Investigaciones Biológicas, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 y Perfil Deseable en el Programa de Mejoramiento al Profesorado otorgado por la SEP. Director del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEMor (2022-2025). Profesor en la Maestría en Manejo de Recursos Naturales y en la Lic. En Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas. Integrante del Cuerpo Académico Estudios de los procesos del desarrollo rural y manejo de los recursos bioculturales. Línea de investigación “Manejo y conservación de recursos bioculturales”.

ALEJANDRO MELÉNDEZ HERRERA. Profesor e investigador titular de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Miembro del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre. Las líneas de investigación en que se desempeña convergen en la ecología y conservación de aves silvestres, con particular interés en ecoturismo y educación ambiental. Ha desarrollado y participado en proyectos



relacionados con las aves silvestres en el centro y sur de México. Ha publicado diversas obras científicas y de difusión.

ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ SOLÍS. Profesor Investigador en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales del Centro de Investigación en Biotecnología-UAEM. Su investigación se centra en la biotecnología ambiental para la biodegradación de plaguicidas, la biorremediación de sitios contaminados con xenobióticos y la gestión integral de residuos. Ha publicado diferentes artículos, libros y capítulos de libros a nivel nacional e internacional. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1503-5156>

ANA LUISA ORTIZ VILLASEÑOR. Egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en el año 1987, obtuvo su maestría en el año 2000 en parasitología animal en la Facultad de Agropecuarias de la UAEM interesada en estudios ecológicos y de salud animal. ingresó al Centro de Investigaciones Biológicas en el año 1990 al Laboratorio de Mastozoología. Sus investigaciones están relacionadas con estudios sobre parasitología animal en mamíferos silvestres. Actualmente es responsable del Laboratorio de Mastozoología del CIB-UAEM.

CARLOS BELTRÁN COLÍN. Estudiante de la Facultad de Ciencias Biológicas. Colabora en el Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEMor en una investigación sobre recursos vegetales útiles de los paisajes culturales de la comunidad nahua de San Sebastián Cuentepec. Línea de interés etnobiología.

COLUMBA MONROY ORTIZ. Profesora-investigadora por más de 25 años en la UAEM, doctora en Botánica por el Colegio de Postgraduados. Docente, directora y revisora de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Integrante del cuerpo académico “Unidades productivas tradicionales”. Área de interés “La importancia de la diversidad biocultural para el bienestar social, sus características y amenazas en el estado de Morelos”.

EFRAÍN TOVAR SÁNCHEZ. Profesor-Investigador del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, UAEMor. Licenciado en Biología, Maestro en Ciencias Ambientales y Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Intereses de investigación en Ecotoxicología y Ciencias Ambientales. Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos y de la Sociedad Botánica de México. Responsable del cuerpo académico Ecotoxicología: de las moléculas a los ecosistemas y de la cátedra UNESCO Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en América Latina.

EINAR TOPILTZIN CONTRERAS MACBEATH. Doctorado por la Manchester Metropolitan University del Reino Unido. Desde hace 39 años Investigador del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la UAEMor, líder del Cuerpo Académico en Conservación Biológica. Autor de artículos científicos, libros y colaborador en otros. Es responsable del Comité Global de Especies Dulceacuícolas y miembro de la Mesa Directiva de la Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Fue Presidente de la Sociedad Mexicana de Zoología. Director del (CIB), Director General de



Investigación y Progreso, así como Secretario Académico de la UAEM. Fungió como Secretario de Desarrollo sustentable del Estado de Morelos del 2012 al 2018.

ELSAH ARCE URIBE. Profesora Investigadora del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB). Doctora en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Responsable del Laboratorio de Acuicultura-CIB. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores. Línea de investigación: Ecología y cultivo de organismos acuáticos.

FERNANDO URBINA TORRES. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, responsable del Laboratorio de Ornitología del Departamento de Biología Animal del Centro de Investigaciones Biológicas por 35 años, actualmente jubilado. Las líneas de investigación que desarrollo tratan de la distribución, biología y ecología de aves. Desarrollo un proyecto de divulgación de la importancia de las aves y fomento a su estudio mediante la publicación de guías de identificación.

GWENDOLINE MIRANDA MIRANDA. Licenciada en ciencias ambientales, Maestra en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural por la UAEMor. Actualmente trabaja en CUVI Laboratorio de sistemas de información geográfica como tallerista y parte vinculante con la comunidad de estudio. Línea de investigación en la autogestión comunitaria del agua, tema en el cual desarrolló su trabajo de tesis de maestría en la comunidad de Coatetelco. Mantiene su labor en la búsqueda de soluciones y la

preservación del medio ambiente de las comunidades, a través del manejo sostenible de sus recursos naturales.

HORTENSIA COLÍN BAHENA. Profesor-Investigador TC por más de 30 años en el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la UAEMor. Ha dirigido tesis de licenciatura y maestría. Autora de artículos científicos, libros y capítulos de libros. Perfil Deseable en el Programa de Mejoramiento al Profesorado otorgado por la SEP. Profesora en la Maestría en Manejo de Recursos Naturales y en la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas. Integrante del Cuerpo Académico “Unidades Productivas Tradicionales”. Línea de Investigación “Ecología y Etnobiología aplicadas al manejo, uso y conservación de la diversidad biocultural”

HUMBERTO MEJÍA MOJICA. Biólogo Egresado de la UAEM con estudios de posgrado en Manejo de Recursos Naturales. Candidato a investigador Nacional y Explorador de la National Geographic Society. Mi interés de investigación atiende, principalmente, a reconocer las causas y los factores que intervienen en la ecología de las especies Invasoras y su efecto sobre los ecosistemas acuáticos.

JAIRO MACEDONIO FLORES. investigador de Coatetelco, Morelos, licenciado en Antropología Social por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Desarrollo su tesis sobre el tema de las fiestas y danzas tradicionales de Coatetelco. Difunde su investigación sobre el patrimonio cultural de Coatetelco mediante seminarios, conferencias y talleres. Participa en las actividades tradiciones del municipio. Actualmente,



trabaja en la Dirección de Educación, Cultura y Turismo del Ayuntamiento de Coatetelco (2022-2024), promoviendo la historia y cultura del municipio y representándolo en encuentros de crónica en Morelos.

JOSÉ HUMBERTO CAMBRANIS MIÑÓN. Licenciado en Biología y Medio Ambiente, egresado de la Universidad Guizhar y Valencia en 2017. Profesor en la misma universidad entre 2018-2019. Ha participado en diversas publicaciones académicas como coautor en artículos de ictiología y microbiología. Actualmente forma parte del consejo administrativo de la consultoría en desarrollo de Software DOMO, fungiendo como líder de proyectos. Ávido consumidor de literatura, principalmente del género fantástico y ciencia ficción.

JORGE ALBERTO VIANA LASES. licenciado en Biología por la UAEM y Maestro en Ciencias por la UNAM. Fue Profesor Investigador en el Laboratorio de Hidrobotánica del CIB. Ha impartido clases en diversas Facultades de la UAEM y participado en comités evaluadores de tesis. Fue Director de la Escuela Preparatoria Comunitaria de Tres Marías y ha contribuido en la restructuración de planes de estudio y programas educativos.

JUAN MANUEL RIVAS GONZÁLEZ. Biólogo por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Maestro en Gestión Integrada de Cuencas en la Universidad Autónoma de Querétaro y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por la UAEMex. Realizó una Estancia de Investigación en el Zoológico de Chester, Inglaterra. En la UAEM es Profesor Investigador de TC, fue Director de la Escuela de Estudios

Superiores del Jicarero (EESJ) de 2017 al 2024, de 2016 al 2017, Jefe de las carreras en Biología y Ciencias Ambientales en la EESJ, docente de las licenciaturas de Ciencias Ambientales, Biología y Arquitectura. Actualmente es Coordinador General de Planeación y Desarrollo Sustentable.

JUDITH GARCÍA RODRÍGUEZ. Profesora Investigadora del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM. Maestra en ciencias en Biología de sistemas y recursos acuáticos por la Universidad Nacional Autónoma de México. Integrante del Laboratorio de Hidrobiología. Línea de investigación: Estudio de los componentes fitoplanctónicos en ambientes lenticos y lóticos.

LILIANA GONZÁLEZ FLORES. Bióloga, Maestra en Gestión Integrada de Cuencas, Diplomada en Restauración de Ecosistemas y Servicios Ambientales, así como Comunicación de la Ciencia y Periodismo Científico. Estancias de investigación en el Instituto de Ecología, A. C. en Xalapa y en Water Campws de la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, EUA. Capacitada para la integración de los servicios ecosistémicos en la planeación gubernamental, en Eschborn, Alemania. Directora de biodiversidad en la SDS del gobierno de Morelos (2012-2018). Profesora de la Escuela de Turismo. Líneas de trabajo: sistemas socioecológicos, turismo de naturaleza, divulgación y comunicación de la diversidad biológica.

MARÍA LUISA CASTREJÓN GODÍNEZ. Profesora Investigadora de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de



Morelos. Desarrolla investigación, docencia, formación de recursos humanos, divulgación y difusión científica, en la línea de investigación de gestión ambiental y biorremediación de sitios contaminados con xenobióticos. Cuenta con la distinción del Sistema Nacional de Investigadores y con el reconocimiento como Profesora con Perfil Deseable.

MARCELINO SERVÍN JIMÉNEZ. Biólogo mexicano con una trayectoria en la investigación y manejo de recursos naturales. Obtuvo su licenciatura en Biología por parte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) en el año 2011. Posteriormente, en el 2014, alcanzó el grado de Maestro en Manejo de Recursos Naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM, consolidando su formación académica en el ámbito de la conservación y el estudio de la biodiversidad. Actualmente funge como Técnico Académico del CIB-UAEM.

MARCO ANTONIO LOZANO GARCÍA. Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en 1981, Ingresó en el año de 1985 al Centro de investigaciones Biológicas, su experiencia profesional fue en el área de la zoología particularmente en la mastozoología. Fungió como responsable del Laboratorio de Mastozoología del CIB realizando trabajos de investigación en grupos taxonómicos principalmente con quirópteros en el área de ecología, taxonomía, biogeografía y educación ambiental.

MARÍA EUGENIA BAHENA GALINDO. Bióloga de formación con una Maestría en Desarrollo Rural, ambas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Su experiencia incluye la publicación de capítulos de libros y artículos en revistas especializadas, así como conferencias en congresos nacionales e internacionales sobre suelos. En el ámbito académico, ha desempeñado roles administrativos, impartido clases en diversas carreras y a dirigido tesis de licenciatura y maestría.

MIGDALIA DÍAZ VARGAS. Profesora Investigadora del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM. Maestra en ciencias con rama terminal en Desarrollo Rural por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UAEM. Responsable del Laboratorio de Hidrobiología-CIB. Línea de investigación: Ecología de comunidades acuáticas.

MIREYA SOTELO BARRERA. bióloga de la UAEM con maestría y doctorado en Botánica del Colegio de Postgraduados. Especialista en plantas y su uso por comunidades campesinas e indígenas, ha trabajado huertos tradicionales en Xoxocotla y Coatetelco, comunidades indígenas de Morelos, sí como distribución espacial, requerimientos ambientales y aspectos moleculares. Del cuachalalate. Diplomada en agricultura ecológica y liderazgo social. Autora de artículos científicos.

NOHORA BEATRIZ GUZMÁN RAMÍREZ. Profesora-investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Dra. en antropología. Mtra. en Historia, Mtra. en Ciencias Sociales y Licenciada en Docencia. Línea de investigación Manejo y conflicto por recursos naturales. Autora y coautora de diversas publicaciones sobre su línea de investigación. Ha



dirigido tesis a nivel licenciatura, maestría y doctorado. Cuenta con el reconocimiento del SNII del CONAHCYT, Perfil Deseable de la SEP. Hace parte de la Academia de Ciencias Sociales y Humanidades del Estado de Morelos, de la Asociación Mexicana de Estudios Rurales.

PATRICIA MUSSALI GALANTE. Investigadora titular de tiempo completo y responsable del laboratorio de investigaciones ambientales del CEIB, UAEM. Miembro del SNI nivel II, cuenta con 70 artículos científicos y 19 capítulos de libro. Línea de investigación en ecotoxicología y biotecnología ambiental. Tiene 16 años de experiencia docente a nivel licenciatura y 12 en nivel posgrado. Miembro del cuerpo académico Ecotoxicología: de las moléculas a los ecosistemas y fue Directora de Investigación y Posgrado de la UAEM 2018-2023.

RAFAEL MONROY MARTÍNEZ (†). Profesor-investigador por más de 45 años en la UAEM. Docente, autor de diversos artículos científicos y de divulgación, así como de libros y capítulos, director y revisor de tesis de licenciatura y maestría. Investigador pionero, coordinador de proyectos de investigación. Fundador del Centro de Investigaciones Biológicas, miembro del núcleo académico básico en posgrado. Estudió la relación de la sociedad-naturaleza y la problemática socio-ambiental, acompañando solidariamente la lucha por la defensa del territorio.

RAMÓN CARLOS BUSTAMANTE RAMÍREZ. Biólogo de formación por la UAEM, con Maestría en Enseñanza Superior por el Colegio de Morelos. Docente de Educación Media Superior y Superior, ponente en congresos

y reuniones nacionales. Preparador académico en el área de Biología y Química. Colector botánico.

YAKIN ACOSTA GARCÍA. Biólogo con Maestría en Manejo de Recursos Naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM, con experiencia en propagación de especies nativas y la restauración ecológica en climas templados. Es asistente técnico en el CIB-UAEM y docente en la Escuela Preparatoria Comunitaria de Tres Marías y colaborador en consultorías desarrollando programas municipales y estatales de ordenamiento territorial como responsable del diagnóstico del medio natural.

Conocer para conservar: Estudios de la diversidad biocultural en Coatetelco, Morelos, de Alejandro García-Flores, Hortensia Colín-Bahena y Juan Manuel Rivas González (coordinadores) se terminó en octubre de 2024.

La obra *Conocer para conservar: estudios de la diversidad biocultural en Coatetelco, Morelos* reúne algunos de los trabajos realizados en la zona, tanto con el enfoque de las ciencias naturales como de las sociales, para contribuir a la documentación de los recursos naturales y los saberes asociados a su manejo y aprovechamiento. Los aportes del libro pueden ser la base de un programa de manejo de la biodiversidad local y regional.

El análisis cualitativo y cuantitativo que da cuerpo a cada uno de los capítulos se realizó en diferentes momentos de los últimos cinco años, de 2019 a 2024, y se trata de investigaciones participantes y participativas, en este último caso, se ha avanzado en la revaloración tanto de los recursos naturales como del conocimiento que se conserva en la memoria individual y colectiva.

Por lo anterior, los aportes de cada uno de los capítulos del libro se ponen a consideración del pueblo náhuatl del sur poniente de Morelos, incluyendo a la comunidad de Coatetelco, como un argumento más para la defensa de su territorio que alberga la diversidad biocultural, la cual debe conservarse para la permanencia de este importante grupo social.

