

# MONOGRAFÍAS DE LA ASOCIACIÓN CHELONIA

## Volumen XIV



### Biología y sociedad: vínculos entre gestión, educación y manejo. Experiencias en México

*P. Linares-Márquez, A.I. Suárez-Guerrero, L. Pacheco-Cobos,  
C.C. Acosta-Hernández, A. Cortés-Sol y M.A. Cárdenas-Torres*



Universidad Veracruzana



Biología y sociedad: vínculos  
entre gestión, educación y manejo.  
Experiencias en México

Edita: Asociación Chelonia, Madrid (España)

© Red de Investigación en Ciencias Biológicas (RED-CIBIO), Xalapa, Veracruz (México) 2019

© Asociación Chelonia, 2019

## COMITÉ EDITORIAL

### RED-CIBIO:

Dr. Ana Isabel Suárez-Guerrero, *Docente, Universidad Veracruzana, México*

Dr. Luis Pacheco-Cobos, *Docente, Universidad Veracruzana, México*

Dr. Pascual Linares-Márquez, *Docente, Universidad Veracruzana, México*

Dra. Celia Cecilia Acosta-Hernández, *Docente, Universidad Veracruzana, México*

Dra. Albertina Cortés-Sol, *Docente, Universidad Veracruzana, México*

### ASOCIACIÓN CHELONIA:

Dr. Manuel Merchán-Fornelino, *Docente, Universidad Alfonso X El Sabio, España*

Dra. Ana María Fidalgo-de Las Heras, *Docente, Universidad Autónoma de Madrid, España*

Dr. Miguel Andrés Cárdenas-Torres, *Director General en Colombia, Asociación Chelonia*

M.C. Ángela Adriana Cárdenas-Torres, *Docente, Secretaría de Educación de Bogotá, Colombia*

M.C. Luis Enrique Flórez-Pinzón, *Consultor UPRA, Ministerio de Medio Ambiente, Colombia*

© Fotografía de portada: Neonatos de tortuga verde (*Chelonia mydas*). Campamento tortuguero Santander, Estado de Veracruz, México (2017), Manuel Merchán-Fornelino.

© Fotografía de contraportada: *Amanita bassi* entre los hongos recolectados en El Llanillo Redondo, Las Vigas de Ramírez, Veracruz, México (2017), Luis Pacheco-Cobos.

© Maquetación, edición y diseño: Miguel Andrés Cárdenas-Torres.

Cita recomendada: Linares-Márquez, P., A. I. Suárez-Guerrero, L. Pacheco-Cobos, C. C. Acosta-Hernández, A. Cortés-Sol y M. A. Cárdenas-Torres. 2019. Biología y sociedad: vínculos entre gestión, educación y manejo. Experiencias en México. Monografías de la Asociación Chelonia, Volumen XIV. Madrid: Asociación Chelonia. 179 p.

Primera edición, diciembre de 2019

[www.chelonia.es](http://www.chelonia.es)

[chelonia@chelonia.es](mailto:chelonia@chelonia.es)

ISBN: 978-84-09-05581-4

Depósito legal: M-4483-2019

---

**Nota:** la Asociación Chelonia no se hace responsable de las opiniones expresadas por los autores en cada uno de sus artículos contenidos en la presente publicación.

**Biología y sociedad: vínculos  
entre gestión, educación y manejo.  
Experiencias en México**

*P. Linares-Márquez, A. I. Suárez-Guerrero, L. Pacheco-Cobos,  
C. C. Acosta-Hernández, A. Cortés-Sol y M. A. Cárdenas-Torres*



# PRESENTACIÓN



Interior del bosque mesófilo de montaña, Xalapa, Veracruz, México (2017) / © Ana Isabel Suárez-Guerrero



## PRESENTACIÓN

Las causas últimas de la degradación de la naturaleza ya sean ecosistemas, especies, o el mismo cuerpo humano, tienen su base, en decisiones de carácter social y/o económico. En efecto, éstas están basadas en una percepción de que los sistemas naturales pueden mantener sus procesos permanentemente y proveer un abasto ilimitado de satisfactores, lo cual rara vez ocurre. Así, al desgastar las bases materiales de los ecosistemas, por ejemplo, se deteriora su capacidad de mantener procesos fundamentales como el ciclaje de nutrientes y el flujo de energía, afectando la fertilidad de los suelos, la descomposición de la materia orgánica, el secuestro de carbono, la integridad de las poblaciones biológicas, el balance hídrico o el régimen climático, por mencionar algunos. La desaparición de la mayoría de las especies endémicas ha favorecido la homogeneización biótica y la imposibilidad de mantener interacciones obligadas con otras especies, como la polinización, la micotrofia o el control biótico de la proliferación de plagas y enfermedades. El desdén por reconocer que los sistemas biológicos son limitados está basado en la fe irracional que plantea a los avances tecnológicos como medidas seguras que podrán resolver la crisis de la naturaleza.

Ciertamente, la ciencia tiene avances significativos en este aspecto y ha resultado una gran aliada del desarrollo humano, no obstante, dista mucho de resolver las contradicciones involucradas en los procesos de apropiación y mantenimiento de los sistemas, así como del bienestar humano. Situación que vemos de manera aguda en este nuevo siglo.

En este sentido, la educación, la gestión de nuevas formas de relacionarnos con los sistemas biológicos y las propuestas de un manejo más adecuado surgen en la necesidad de abordar seriamente una situación que no puede esperar. Así, las consideraciones bioéticas deben anteponerse desde estas vertientes a cualquier decisión en torno a los sistemas naturales. Si la operación de una mina arroja desechos que impactan irreversiblemente a los ecosistemas y la salud, no debe autorizarse, en tanto no se instalen sistemas depuradores de los desechos resultantes. Si la presión laboral impide mantener los mínimos estándares de bienestar humano, es claro que no debe mantenerse.

Lo anterior solo por mencionar dos situaciones como ejemplo. Si bien los avances científicos que nos sorprenden cotidianamente no son suficientes para resolver la crisis en los sistemas naturales, es necesario seguir trabajando en este campo con una visión educativa con componentes bioéticos que guíen las decisiones económicas y sociales. Particularmente en una universidad pública, como la Universidad Veracruzana, en México, las investigaciones científicas y sociales deben mantener un enfoque pertinente y de largo plazo, para cumplir con las expectativas de la sociedad y contribuir a resolver la crisis actual en los sistemas biológicos.

Con esta idea, la Red de Investigaciones en Ciencias Biológicas (RED CIBIO)\* de la Universidad Veracruzana, con el apoyo de la Asociación Chelonia Internacional, genera este volumen donde se reúne una serie de trabajos con temáticas diversas, que corresponden a líneas de generación y aplicación de conocimiento de las ciencias biológicas, con la idea de mostrar enfoques variados para conocer y procurar soluciones a las crisis desde una visión integral de los sistemas biológicos. Hemos logrado compilar avances puntuales y pertinentes en educación, gestión y manejo de sistemas biológicos. Incluimos resultados del efecto que actividades de aprovechamiento de los recursos han tenido en ecosistemas y especies, tanto en los ámbitos acuáticos, como terrestres.



---

\*Grupo de más de 20 académicos agrupados en los Cuerpos Académicos: Arrecifes coralinos, del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías; Ecología aplicada al manejo de los ecosistemas forestales del Instituto de Investigaciones Forestales; y de la Facultad de Biología: Bioética y conservación de recursos naturales y Ecología del comportamiento. Universidad Veracruzana.

# CONTENIDO



Amanecer en el Puerto de Veracruz, México (2017) / © Ibiza Martínez-Serrano



# CONTENIDO

RESUMEN	21
1. GESTIÓN	23
1.1. Gestión interinstitucional (UV-PEMEX) y participación social para la conservación de recursos naturales. <i>Interinstitutional management (UV-PEMEX) and social participation for natural resources conservation.</i> Ibiza Martínez-Serrano y Emilio Alfonso Suárez-Domínguez	27
1.2. Percepción social y evaluación ambiental y económica del programa de pago por servicios ambientales hidrológicos FIDECOAGUA. <i>Social perception and environmental and economic evaluation of the FIDECOAGUA hydrological environmental service payment program.</i> Celia Cecilia Acosta-Hernández, Diana Maritza Reyes-González, Leonardo Daniel Rodríguez-Hernández y Pascual Linares-Márquez	35
1.3. Mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes 2014. FCEA - CONAFOR. <i>Local mechanisms for environmental service payments in 2014 via the Forest National Commission and the Communication and Environmental Education Foundation.</i> Leonardo Daniel Rodríguez-Hernández y María Teresa Gutiérrez-Mercadillo	57
1.4. El transporte marítimo mundial y las bioinvasiones marinas: propuesta preventiva para México. <i>The world maritime transport and marine bioinvasions: a preventive proposal for Mexico.</i> Héctor García-Escobar y Yuri B. Okolodkov	69
2. EDUCACIÓN	83
2.1. Enseñanza de la biología para la conservación de tortugas marinas en la zona costera central de Veracruz, México. <i>Education in biology for sea turtle conservation in the central coastal zone of Veracruz, Mexico.</i> Pascual Linares-Márquez, Celia Cecilia Acosta-Hernández, Nadia Martínez-Barrientos, Albertina Cortés-Sol y Claudia Juárez-Portilla	87

2.2. Protección de tortugas marinas en playas de la zona central del Estado de Veracruz: una visión comunitaria. <i>Protection of sea turtles on beaches of the central zone of the State of Veracruz: a community vision.</i>	99
<hr/>	
2.3. Experiencias de vinculación para monitorear hongos silvestres comestibles en El Cofre de Perote, México. <i>Collaborative experiences for edible wild mushrooms monitoring at Cofre de Perote, Mexico.</i>	109
<hr/>	
<b>3. MANEJO</b>	<b>135</b>
<hr/>	
3.1. Acercamientos prácticos y teóricos a la degradación forestal. <i>Practical and theoretical approaches to forest degradation.</i>	
<i>Claudia Álvarez-Aquino, Edward A. Ellis, Patricia Gerez-Fernández, Citlalli López-Binnquist, Guillermo Rodríguez-Rivas y Rosa Amelia Pedraza-Pérez</i>	139
<hr/>	
3.2. Restauración agroforestal en el Parque Natura, Xalapa, Veracruz, México. <i>Agroforestry restoration in the Natura Park, the City of Xalapa, Veracruz, Mexico.</i>	
<i>Ana Isabel Suárez-Guerrero, Carlos Cerdán-Cabrera, Pascual Linares-Márquez, Celia Cecilia Acosta-Hernández y Joaquín Jiménez-Huerta</i>	155
<hr/>	
3.3. Visión integral de cuenca en el manejo de los recursos naturales. <i>An integral vision of a watershed for natural resource management.</i>	
<i>Jorge Arnulfo Ortiz-Lozano, María Teresa Castillo-Burguete y Javier Bello-Pineda</i>	167
<hr/>	



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las localidades donde se encuentran los 14 predios verificados en campo	39
Figura 2. Superficie incorporada de 2008 al 2013 al programa FIDECOAGUA	40
Figura 3. Importancia del recurso agua para los usuarios	41
Figura 4. Conocimiento del programa FIDECOAGUA por los usuarios de Coatepec	41
Figura 5. Conformidad de los usuarios con su contribución al programa FIDECOAGUA	42
Figura 6. Motivación de los proveedores para participar en el programa FIDECOAGUA	43
Figura 7. Motivación de los proveedores para conservar las actividades en su predio	44
Figura 8. Percepción de los proveedores de servicios ambientales del pago recibido de FIDECOAGUA: (A) percepción del pago, (B) mejoramiento de economía	45
Figura 9. Uso del pago de FIDECOAGUA por los proveedores	45
Figura 10. Reforestación en el predio verificado en Loma Alta, Coatepec	48
Figura 11. Reforestación en el predio verificado en Mesa de Laurel, Coatepec	48
Figura 12. Acomodo de material muerto, Cuesta del Pino y Loma Alta, Coatepec	49
Figura 13. Tinas Ciegas, Ingenio El Rosario, Coatepec	50
Figura 14. Brechas corta fuego en Mesa de Laurel e Ingenio del Rosario, Coatepec	51
Figura 15. Áreas de interés de las partes	63
Figura 16. Proceso de gestión del mecanismo local de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes desde la publicación de la convocatoria hasta la notificación de la viabilidad del fondo	64
Figura 17. Proceso de gestión del mecanismo local de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes desde los ajustes a la carta de intención hasta el inicio de actividades	65
Figura 18. Movimiento compuesto del buque, desagregado en tres ejes (Mandelli, 1975)	72
Figura 19. Comparación de localización de tanques de lastre en dos tipos de buques (modificado de: Stemming the tide..., 1996)	73
Figura 20. Mapa del Sistema Portuario Nacional (SCT, 2008)	75
Figura 21. Ubicación de las escuelas primarias en las cuales se realizó el estudio	90
Figura 22. Contenidos de acuerdo con el programa oficial que imparten los docentes	92
Figura 23. Técnicas utilizadas por los docentes para impartir clases en las escuelas primarias de la zona costera central de Veracruz	93
Figura 24. Importancia de conservar la tortuga marina	94
Figura 25. Nombres comunes de las especies de tortuga marina que arriban a la zona de estudio	94
Figura 26. Tortugas que arriban a la zona costera central de Veracruz: <i>Chelonia mydas</i> (izquierda) y <i>Lepidochelys kempii</i> (derecha)	95
Figura 27. Nidos protegidos de tortuga lora desde 2006 a 2016	103

Figura 28. Éxito de eclosión de tortuga lora en porcentaje de los huevos protegidos desde 2006 a 2016	103
Figura 29. Nidos protegidos de tortuga verde desde 1996 a 2016	104
Figura 30. Éxito de eclosión de tortuga verde en porcentaje de los huevos protegidos desde 1996 a 2016	104
Figura 31. Localización de la comunidad de estudio (tomado de Flores-García, 2016)	112
Figura 32. Frecuencias con las que los entrevistados mencionaron los hongos comestibles que conocen en los bosques aledaños a su comunidad (tomado de Flores-García, 2016)	115
Figura 33. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: A) de izquierda a derecha los capacitadores y la co-autora; B) colocación del rastrojo de maíz en arpillas antes de ser lavado con agua y sumergido en solución 2:1 de cloro y cal	116
Figura 34. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: A) sacando el rastrojo de maíz de la olla en que se esterilizó; B) colgando las arpillas con rastrojo esterilizado para que se escurran	117
Figura 35. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: micelio de <i>Pleurotus</i> sp. activado	117
Figura 36. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: siembra del micelio alternando una capa de rastrojo esterilizado con tres o cinco pizcas de micelio	118
Figura 37. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: cerrando los paquetes sembrados	118
Figura 38. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: paquete con rastrojo en etapa inicial de colonización por parte del micelio (30%)	119
Figura 39. Degustación de los hongos <i>Pleurotus</i> sp. cultivados: fructificaciones jóvenes	120
Figura 40. Degustación de los hongos <i>Pleurotus</i> sp. cultivados: cosecha de fructificaciones maduras	120
Figura 41. Degustación de los hongos <i>Pleurotus</i> sp. cultivados: hongos deshebrados y en preparación con arroz rojo	121
Figura 42. Degustación de los hongos <i>Pleurotus</i> sp. cultivados: preparación de hongos en salsa verde	121
Figura 43. Degustación de los hongos <i>Pleurotus</i> sp. cultivados: hongos en salsa de chile chipolte	122
Figura 44. Degustación de los hongos <i>Pleurotus</i> sp. cultivados: platillo con cuatro guisados de hongos	122
Figura 45. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: identificación de especies durante la sesión diagnóstica	123
Figura 46. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: mapeo participativo durante la sesión de seguimiento	124
Figura 47. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: uso de teléfonos celulares para registrar trayectorias de búsqueda y encuentro de hongos	124
Figura 48. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: jóvenes registrando coordenadas geográficas a cada encuentro con los hongos en el bosque	125
Figura 49. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: algunos de los hongos comestibles recolectados en las proximidades de la escuela	125
Figura 50. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: hoja de registros diligenciada	126

Figura 51. Representación bidimensional de un recorrido de búsqueda de hongos	128
Figura 52. Variedad de hongos silvestres comestibles recolectados	129
Figura 53. Palma camedor bajo árboles originalmente utilizados para sombra del cafetal	143
Figura 54. Sesiones de capacitación de la S.P.R.R.L. “Productores Agrícolas y Forestales Rancho Nuevo”	143
Figura 55. Fragmento de bosque degradado por la entrada de ganado y por la tala selectiva	145
Figura 56. Vivero rústico para propagar especies nativas destinadas a recuperar fragmentos degradados y reforestación	146
Figura 57. Transporte de leña común en los caminos de la montaña	147
Figura 58. Tala selectiva	149
Figura 59. Parcela de maíz inoculado bajo la sombra tenue de árbol nativo del bmm	160
Figura 60. Parcela de restauración inicial con frijol ejotero en espacios abiertos	162
Figura 61. Ejemplares arbóreos nativos del bmm procedentes de viveros de la región	163
Figura 62. Siembra, etiquetado y medición de individuos arbóreos jóvenes del bmm	164
Figura 63. Ubicación de la cuenca del Jamapa	172
Figura 64. Perfil de la cuenca del Jamapa. a) Modelo tridimensional. b) Perfil de la cuenca	172
Figura 65. Coberturas de vegetación en la cuenca del Jamapa	173
Figura 66. Mapa político de la cuenca del Jamapa en el periodo 2014-2017	174
Figura 67. Red de drenaje de la cuenca del Jamapa y subcuenca del Metlac	174





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Obras realizadas y montos asignados a 14 proveedores del programa FIDECOAGUA-CONAFOR 2013	46
Tabla 2. Beneficiarios, superficie y montos asignados y pagados del programa FIDECOAGUA en el período 2008-2011	52
Tabla 3. Listado de proveedores de servicios ambientales en el fondo concurrente	62
Tabla 4. Listado de escuelas primarias ubicadas en la zona de estudio con direcciones respectivas	90
Tabla 5. Ecosistemas que integran los docentes a la enseñanza de la biología	93
Tabla 6. Factores que generan degradación (a partir de: FAO, 2017; Hosunama <i>et al.</i> , 2012)	141
Tabla 7. Relación del número de corteños, volumen anual de madera cosechado y superficie de bosque estimada para esta producción	147
Tabla 8. Identificación de atributos de tres elementos del ecosistema y prácticas de restauración recomendadas en función de los usos del suelo más comunes	157





## RESUMEN

El reconocimiento de patrones en los fenómenos biológicos ha sido uno de los motores en las ciencias biológicas, que han conducido a un entendimiento notable de los procesos que tienen lugar en los seres vivos y su entorno, en prácticamente todos sus campos.

Lo anterior ha sido posible gracias a la reunión de información generada desde tiempos prehistóricos hasta nuestros días. Esta información resulta no solo de la aplicación del método científico, sino también está basada en un cúmulo de datos obtenidos empíricamente. El reconocimiento de la información existente ha contribuido significativamente a la identificación de tendencias y al entendimiento de cómo funcionan las células, los organismos, las especies, ecosistemas, otros sistemas vivos, y cómo han evolucionado.

Con esta idea común fue creada la Red de Investigaciones en Ciencias Biológicas (REDCIBIO) que reúne entre sus integrantes a profesores e investigadores de la Universidad Veracruzana en México, agrupados en cuerpos académicos o grupos de investigación que cultivamos variados aspectos de la biología. En la red están incluidos numerosos campos de la biología, desde quienes estudian procesos fisiológicos de los seres humanos, los florecimientos algales, la percepción remota, la biodiversidad, el manejo y gestión de recursos acuáticos y terrestres, hasta aspectos de educación científica a varios niveles; precolar, primaria, secundaria, bachillerato, pregrado y posgrado. Lo que incluye, por supuesto, las consideraciones bioéticas implicadas y el tránsito a la sustentabilidad y la transdisciplina, que constituyen las piedras angulares de los propósitos de nuestra universidad pública (Universidad Veracruzana).

El presente volumen fue concebido con el fin de proporcionar una muestra de nuestras investigaciones en los diversos campos de las ciencias biológicas y su relación con la sociedad, a través de los enfoques de gestión, educación científica y el manejo hacia la sustentabilidad, que constituyen sendas secciones del libro. Los trabajos reunidos muestran una variedad de enfoques, escalas y temporalidades.

La sección de gestión incluye cuatro participaciones referentes al papel de programas institucionales de gobierno concernientes a cuestiones ambientales. Los estudios constituyen oportunidades de investigación, análisis y evaluación por parte de académicos de la universidad involucrados en dichos programas. Las primeras refieren la estrategia para investigación marina con fondos gubernamentales, de entidades como Petróleos Mexicanos (PEMEX), así como las propuestas de regulación de la amenaza a la biodiversidad marina que constituye la descarga de agua de lastre de grandes embarcaciones en las costas mexicanas. Los otros dos, incursionan en la puesta en marcha de los mecanismos de pagos por servicios ambientales: El pago por el servicio de recursos hidrológicos por el municipio de Coatepec, Veracruz, se lleva a cabo desde hace 10 años y el primero de estos trabajos realiza una evaluación de la satisfacción de los prestadores de servicios (dueños de terrenos con vocación forestal) encaminada a establecer pautas para la mejora del servicio.

El último trabajo de la sección refiere los mecanismos involucrados en la promoción de la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas mediante el pago por parte de autoridades federales y lo ilustra con un estudio de caso en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz.

Con la orientación hacia la educación científica se incluyen tres investigaciones, dos de ellas dirigidas al conocimiento de tortugas marinas y su difusión, así como la importancia de la organización de varios actores sociales en su manejo, en una playa de la zona costera del litoral veracruzano. El conocimiento de los hongos silvestres y del cultivo de hongos en la zona montañosa del centro del Estado se aborda en esta sección y recoge, de primera mano, los conocimientos de los pobladores, tanto en los sitios del bosque en que se encuentran especies particulares, como los recorridos que hacen para detectarlos y, por otro lado, son capacitados en la ecotecnia del cultivo rústico del hongo *Pleurotus* sp. y formas de preparación para complementar su dieta.

La última sección, referente al manejo hacia la sustentabilidad, ilustra tres situaciones que se realizan a escalas y temporalidades distintas. Por un lado, se presenta la experiencia de diez años en el análisis de la degradación de recursos forestales templados y tropicales. Se exponen los fundamentos teóricos, métodos y aplicaciones a partir de una selección de casos de estudio. La segunda participación se realizó a escala local y de mediano plazo, en el municipio de Xalapa, Veracruz, poniendo en marcha proyectos productivos agroecológicos y de investigación en torno a la rehabilitación del bosque de niebla de esta localidad. Notablemente, en esta última experiencia, participaron más de cien estudiantes de las Facultades de Ciencias Agrícolas y de Biología de nuestra universidad. El último trabajo incluido tiene como escala la cuenca hidrográfica del río Jamapa (casi 4000 km<sup>2</sup>). Este nivel permite entender las interrelaciones entre los ecosistemas que la conforman y la gestión del uso de los recursos por parte de la población que la habita, con el fin de mejorar los procesos productivos.

Así, mostramos avances en la ciencia y en su aplicación para mejorar los procesos de manejo de los recursos naturales en México y particularmente en el Estado de Veracruz.



# GESTIÓN



Tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), México  
(2017) / © Ibiza Martínez-Serrano



# 1. GESTIÓN

Uno de los retos más importantes para la humanidad es la protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. Lograr esto implica resolver el punto de equilibrio de la interrelación del ambiente y dichos recursos naturales con el desarrollo socioeconómico de un país. A nivel internacional se han formulado acuerdos para detener y revertir el deterioro ambiental de tantos años atrás y lograr el uso sostenido de los recursos naturales en concordancia con medidas de conservación para el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y de los servicios ambientales que éstos proporcionan.

México ha suscrito dichos acuerdos internacionales, mismos que enmarcan las actuales políticas públicas ambientales y han marcado la evolución de la gestión ambiental, la cual se puede resumir en tres etapas: la primera enfocada al mejoramiento de las condiciones sanitarias del ambiente natural de la población; la segunda enfocada a la preservación y restauración del equilibrio ecológico; y la tercera tendiente al “Desarrollo Sustentable”, con una perspectiva de gestión integrada en la planeación del manejo de los recursos naturales y las políticas ambientales en nuestro país (Pérez, 2010)<sup>1</sup>.

La institución encargada de la gestión ambiental en México es la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), misma que fue creada en la tercera etapa de evolución de la gestión ambiental en nuestro país. A nivel estatal se cuenta con la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). Ambas tienen la responsabilidad de normar, administrar y procurar las estrategias y mecanismos económicos para la gestión ambiental encaminada a la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

Es entonces que, en nuestro quehacer profesional, la gestión ambiental es una herramienta que nos permite alinear los proyectos que formulamos hacia la protección del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, y orientarlos con un firme compromiso con la sociedad, en busca de ese equilibrio entre la esfera ambiental, económica y social del desarrollo sustentable. También, en nuestra labor de formación de recursos humanos, como docentes o investigadores, es importante vincular a los estudiantes con la gestión ambiental, lo cual significa sumar a la perspectiva de la biología, las políticas ambientales de nuestro país, y quizá tener mejores soluciones a los retos ambientales que enfrentamos.

---

<sup>1</sup> Pérez, C. J. 2010. La política ambiental en México: gestión e instrumentos económicos. El Cotidiano (162): 91-97. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Distrito Federal, México.



## 1.1. GESTIÓN INTERINSTITUCIONAL (UV-PEMEX) Y PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

*Interinstitutional management (UV-PEMEX) and social participation for natural resources conservation*

Ibiza Martínez-Serrano<sup>1\*</sup> y Emilio Alfonso Suárez-Domínguez<sup>1</sup>

### Resumen

PEMEX (Petróleos Mexicanos) cuenta con departamentos o dependencias que atienden distintos aspectos relacionados con la industria del petróleo. En este sentido, está dividido en exploración y producción, refinación, petroquímica, entre otros. Todos ellos trabajan con un departamento dedicado a la buena administración e integración de la seguridad y la protección ambiental en las operaciones de producción (Sistema Integral para la Administración de la Seguridad y la Protección Ambiental -SIASPA-).

La Universidad Veracruzana (UV) ha fungido como Acreditado Ambiental para llevar a cabo la inspección de distintas obras de los departamentos con los que cuenta PEMEX. En esta gestión se encuentran involucradas diversas entidades de la UV, por ejemplo, la Dirección General de Vinculación, el Área Académica de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, y diversos institutos de investigación. Así, se ha logrado atender proyectos que involucran actividades ambientales y la participación social, tales como: “Translocación de fauna en categoría de riesgo en el pantano Santa Alejandrina, Minatitlán, Veracruz”, “Programa de rescate de flora y fauna: proyecto integral cuenca de Veracruz”, “Supervisión de la evaluación de extensión de daños ambientales, derrame de crudo en línea de 30” Nuevo Teapa-Poza Rica, Nanchital, Veracruz”, “Diagnóstico socio-económico y ambiental de la Laguna de Mezcalapa”, “Uso de delfines y tortugas marinas como indicadores del estado de salud del ecosistema marino en la zona norte del Golfo de México”, y “Monitoreo ambiental durante las actividades de exploración sísmológica tridimensional, en el Sistema lagunar de Alvarado, a través de manatíes como indicadores biológicos”.

<sup>1</sup> Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

\* Autor para correspondencia: [ibimartinez@uv.mx](mailto:ibimartinez@uv.mx)

Dichos convenios han servido para formar recursos humanos, dotar de infraestructura y equipamiento a algunos sectores de la universidad y cumplir con lo requerido por la autoridad ambiental y la paraestatal. Sin embargo, el principal beneficio ha sido la conservación de los recursos naturales con la participación de comunidades rurales adyacentes a las obras e instalaciones de la paraestatal.

**Palabras clave:** Acreditado ambiental, manifestación de impacto ambiental, regulación ambiental, sustentabilidad.

## Abstract

The Mexican Company for Oil Exploitation (PEMEX) incorporates several departments related to the oil industry. It is divided into exploration and production, refining and petro-chemistry, among others. All of them work in collaboration with a unique department dedicated to overseeing security practices and environmental protection during production operations (SIASPA, by its Spanish acronym).

The University of Veracruz (UV) has worked in this capacity to develop different kinds of inspections throughout all PEMEX departments. In this interinstitutional management, several UV entities, such as the Linkage Department, the Biological and Agricultural Sciences Area and some Schools and Research Institutes, are involved. Numerous projects have been developed, including both environmental activities and social participation, such as “Translocation of endangered fauna in Santa Alejandrina wetland, Minatitlán, Veracruz”, “Flora and fauna rescue program: integral project in the Veracruz basin”, “Supervision of the environmental damage extension by the oil spill in the 30” pipeline: Nuevo Teapa-Poza Rica, Nanchital, Veracruz”, “Socio-economic and environmental diagnosis of the Mezcalapa Lagoon”, “Use of dolphins and sea turtles as bio-indicators of marine ecosystem off the northern Gulf of Mexico”, and “Environmental monitoring during the tri-dimensional seismologic exploration activities in the Alvarado Lagoon System through manatees as biological indicators”.

All these agreements have served to establish human resources, to provide infrastructure and equipment to some university sectors and to accomplish the requirements proposed by the environmental authority. However, the main benefit has been the conservation of natural resources with the participation of adjacent rural communities in these oil production activities.

**Key words:** Environmental Accredited, environmental impact manifest, environment regulation, sustainability.

## Introducción

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) ha cobrado un papel fundamental en todo el mundo; y en México, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se considera como un instrumento de la política ambiental, con el objetivo de prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y la salud humana (SEMARNAT, 2015). En otras palabras, el objetivo de una evaluación ambiental es la sustentabilidad; pero, además de ser factible económicamente y con beneficio social, un proyecto u obra debe aprovechar razonablemente los recursos naturales. Con base en lo anterior, el impacto ambiental tiene tres tipos: por utilización de recursos naturales (renovables y no renovables), por ocupación del territorio (suelo, agua), y por contaminación (aire, agua, suelo). De acuerdo a ello, las estrategias de evaluación serán diferentes.

De manera general, cuando una empresa o particular requiere realizar una obra o proyecto impactando alguno de los criterios arriba mencionados, debe someter a la autoridad ambiental un Informe Preventivo, una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en modalidad particular, o en modalidad regional. Todos los lineamientos y procedimientos para realizar estos estudios se encuentran referidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, y dicta, entre otros aspectos, quién, cómo y bajo qué circunstancias deben realizarse estos estudios (LGGPA, 2015).

Una vez realizados los estudios, se sigue un proceso de evaluación que según el tipo de impacto y tamaño e influencia de la obra, podrá ser la Federación, el Gobierno estatal, o gobiernos municipales. En el caso de la exploración, explotación y tratamiento de hidrocarburos, al ser de competencia federal se evalúa directamente por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA). Una vez evaluada la MIA, la SEMARNAT emitirá la resolución que puede ser: autorización, autorización condicionada a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas de prevención y mitigación, a fin de que se atenúen o compensen los impactos ambientales adversos. Estos requerimientos que deberán observarse por parte de la empresa, son publicados a través de un resolutivo, en el que, en algunos casos, la autoridad ambiental solicita a la empresa que un Acreditado Ambiental (una institución académica) realice las operaciones de apego y cumplimiento de dicho resolutivo.

En el caso de las empresas paraestatales, y específicamente la dedicada a la exploración, extracción y transformación de hidrocarburos, Petróleos Mexicanos (PEMEX), las MIA son regionales. Para el caso de Veracruz, varias obras han contado con la participación de la Universidad Veracruzana (UV) como acreditado ambiental, aportando capacidades técnico-científicas para el seguimiento de las condicionantes publicadas en los resolutivos, al mismo tiempo de formar recursos humanos, fortalecer la infraestructura universitaria en distintos campos, y ejecutar acciones de conservación de diferentes ecosistemas.

## **Desarrollo del tema**

Como acreditado ambiental, la UV opera de forma autónoma, para supervisar actividades, condicionantes (a través de inspecciones de obra), y programas indicados en el resolutivo de la MIA, y su propósito es validar el cumplimiento de las condicionantes emitidas por la SEMARNAT. Los programas mencionados constituyen proyectos de investigación totalmente independientes de las actividades del acreditado ambiental, y entran dentro de PEMEX como proyectos de compensación ambiental. Para lograr lo anterior, al interior de la UV, se establecen relaciones entre diferentes instancias, empezando por la Rectoría, la Dirección General del Área Académica de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, e involucrando a la Dirección General de Vinculación, de Investigaciones, o de Recursos materiales, y aterrizando los proyectos en los ejecutores que serían los institutos de investigación y facultades.

## Proyectos de supervisión de obra

Dentro de los proyectos de supervisión de obra están incluidas medidas de prevención, que son el conjunto de acciones que deberá ejecutar la empresa para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente; o de mitigación, que son aquellas acciones que deberá ejecutar la empresa para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales antes de la perturbación que se causare con la realización del proyecto en cualquier etapa (SEMARNAT, 2015). Dentro de éstas se incluyen modificaciones a procedimientos o trazos de obra. Las acciones que realiza la Universidad Veracruzana en este rubro son la identificación de fauna en peligro, ejecución de acciones de manejo (registro, toma de medidas morfométricas, peso, estimación de sexo y edad, entre otros), y translocación de los mismos (Morales-Mávila *et al.*, 2005; Morales-Mávila *et al.*, 2007; Morales-Mávila *et al.*, 2009).

## Proyectos paralelos de compensación ambiental

De manera general, los proyectos de compensación ambiental comprenden acciones a través de las cuales se pretende recuperar la funcionalidad ecológica de ambientes dañados por impactos residuales o garantizar la continuidad de aquellos otros que presentan algún grado de conservación, cuando ambos están ubicados en espacios geográficos distintos al afectado directamente por una obra o actividad (SEMARNAT, *op cit.*).

Este último es el caso de algunos proyectos desarrollados por la UV, que han sido realizados en el área de influencia de las obras de PEMEX, pero no están directamente relacionadas con la supervisión de obra. Por ejemplo, en las costas norte-centro del Estado de Veracruz, se han realizado estudios con especies carismáticas e indicadoras (tortugas, delfines, manatíes) de la salud del ecosistema donde se efectúan actividades petroleras. Esto permitió abrir un panorama diferente dentro de la administración petrolera, al realizar estudios de vanguardia evaluando los efectos de los hidrocarburos en fauna silvestre, y no solo confiando en valores de factores físico-químicos sobre calidad del agua, tomados desde plataformas móviles como buques y cruceros oceanográficos (Serrano *et al.*, 2007); o analizando la situación y estado de conservación de poblaciones en peligro como el caso del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) al compartir hábitat con las áreas donde se realizan actividades de exploración sísmológica (Martínez-Serrano *et al.*, 2012).

Es importante destacar que, en todos los proyectos, tanto de supervisión de obra como de compensación ambiental, la participación social es un componente medular para el logro de las metas establecidas de la empresa y del Acreditado Ambiental. En este sentido, se realizaron actividades de capacitación de personal de la empresa en materia de manejo de fauna silvestre, pláticas, conferencias y talleres de sensibilización sobre las especies de fauna registradas, así como del procedimiento y beneficios de los proyectos ejecutados. Todas estas actividades fueron dirigidas a distintos miembros de la sociedad como pescadores, amas de casa, almejeros, campesinos y niños, contribuyendo así a ampliar el impacto positivo de la obra.

## Reflexiones finales

### Logros y obstáculos

Evidentemente, el diseño, ejecución y conclusión de estos proyectos traen consigo aprendizaje, áreas de oportunidad y experiencias personales que fortalecen la formación profesional de los ejecutantes y de los procesos en sí mismos. En un esfuerzo de reflexión, y como experiencias personales, se logran aprendizajes relacionados con la elaboración de las propuestas técnico-económicas (incluyendo el manejo de los costos unitarios y ajustes de costos en formato requerido por PEMEX, entre otros); y al interior de la Universidad, los investigadores involucrados en este tipo de actividades aprenden sobre procesos administrativos para la adquisición de equipo y material, para la elaboración del Programa Operativo Anual del proyecto; y en general, a cómo administrar, distribuir el recurso financiero y cómo reportar ministraciones a la empresa.

En materia legal fue imperativo el cumplimiento del resolutivo y de los proyectos específicos de compensación, con los debidos permisos de observación y colecta, así como llevar a cabo el análisis de muestras en laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA, A.C.), como requisito indispensable referido en el resolutivo. Al término del proyecto se debió elaborar y presentar informe final ante PEMEX y autoridades ambientales, así como dentro de las dependencias internas de la UV arriba descritas.

A lo largo del desarrollo del proyecto se pudo confirmar el mejoramiento de prácticas profesionales incrementando el rigor científico para la obtención de resultados con calidad. Así mismo, aun siendo personal UV, los participantes de los proyectos fueron también personal PEMEX, lo que generó el aprendizaje y práctica de normas, reglamentos y lineamientos de seguridad y de otros rubros, de acuerdo con las distintas instalaciones donde se laboró. Con el tiempo, se hizo más fluido el uso de lenguaje apropiado para explicar el desarrollo de los proyectos al personal de la paraestatal, empresas contratadas y habitantes de las comunidades. Por otro lado, la paraestatal cumpliendo con sus lineamientos de seguridad industrial y protección al ambiente, brindó capacitación suficiente en materia de primeros auxilios, conducción de automóviles y maquinaria con responsabilidad, entre otros temas de interés.

### Importancia y aportes de estos proyectos

A lo largo de este capítulo se han asentado algunas de las oportunidades y beneficios que las universidades públicas obtienen al fungir como acreditados ambientales de obras de gran envergadura como las realizadas por PEMEX. Sin embargo, nos interesa puntualizar en nuestro caso la importancia de estos proyectos y los aportes de la UV para el Estado de Veracruz.

Desde el punto de vista económico, la universidad obtiene recursos financieros tanto para el desarrollo de los proyectos como para el pago de salarios a empleados temporales, becas y para la adquisición de recursos materiales que se destinan al final de los proyectos a facultades o institutos, asegurando su aplicación y uso en la formación de los recursos humanos entrantes. Bajo el enfoque de la relación con la empresa, la universidad participa activamente en el cumplimiento del contrato y prestación de servicios, pero además es libre de emitir recomendaciones de manejo y en algunos casos, la modificación de procesos y operaciones para la conservación de la biodiversidad. En cuanto a la parte legal se involucra la oficina del Abogado General de la UV, la cual revisa y vigila el cumplimiento de la legislación federal, estatal y los resolutivos o demás requisitos emanados de ésta.

En lo académico estos proyectos permiten el fortalecimiento de la formación de recursos humanos a través de tesis y prestadores de servicio social, proveen de insumos vivenciales y de datos para mejorar la docencia y, al mismo tiempo que se realiza el proyecto, se imparten cursos formales y no formales a personal de PEMEX y gente de la comunidad, incrementando y asegurando el aprendizaje y valoración sobre los recursos naturales y/o especies objetivo de cada proyecto. Lo anterior contribuye al aspecto científico, dentro del cual se generan datos nuevos, se realiza ciencia básica y permiten al investigador, tesis y voluntarios incrementar su formación a través de la generación de publicaciones indizadas y reportes técnicos. Finalmente, pero sin menos importancia, el aspecto social involucra la generación de empleos temporales, la participación de las comunidades locales en el proyecto, la realización de asambleas, pláticas y talleres de concienciación ambiental tanto sobre el proyecto como de las especies de estudio o encontradas, y con ello la propuesta entre todos los participantes de estrategias de conservación a través de proyectos productivos, los cuales constituyen fases posteriores a los proyectos realizados.

### Perspectivas o recomendaciones a futuro

Como en toda experiencia se visualizaron fortalezas y debilidades que se deben convertir en áreas de oportunidad o lecciones para aplicar en siguientes experiencias de esta índole. Al respecto y como recomendaciones para mejorar el desarrollo de este tipo de proyectos dentro de la universidad, observamos que es necesario que se cuente con personal específico para atender en tiempo y forma las solicitudes emanadas de los convenios de colaboración, ya que en algunos casos se perdieron oportunidades posteriores por retrasos administrativos no imputables a la empresa. Para reforzar lo anterior, consideramos que sería más eficiente la realización de este tipo de convenios si existiese un departamento especial de proyectos de acreditación ambiental con autonomía financiera, tal como lo tienen otras universidades y centros de investigación, y a través de los cuales se manejan los convenios y proyectos de manera seriada y permanente, asegurando así los beneficios para la comunidad universitaria y para la sociedad en general a través de la resolución de problemas ambientales y la conservación de los recursos naturales.

## Referencias bibliográficas

- Martínez-Serrano, I., D. Lubinsky-Jinich, D. Méndez-Hernández y B. Cortina-Julio. 2012. Monitoreo ambiental durante las actividades de exploración sísmológica tridimensional, en el Sistema Lagunar de Alvarado a través de manatíes como indicadores biológicos. Informe Técnico. Universidad Veracruzana y American Geophysical S. A. de C. V. Xalapa, Veracruz, México. 116 p.
- Morales-Mávil, J.E., E.A. Suárez-Domínguez, E.R. Martínez-Barradas, J. Villa-Cañedo, L.R. Mestizo-Rivera, H.H. Barradas-García, C.R. Corona-López, E.A. Bello-Sánchez y R. Rivera-Guzmán. 2005. Evaluación, manejo y rehabilitación de flora y fauna afectada por derrame de gasóleo del oleoducto de 30" Nuevo Teapa-Salina Cruz km 122+950, en una superficie aproximada de 120 km lineales en las riberas del río Coatzacoalcos, Ver. Propuesta técnica. Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana. 43 p.
- Morales-Mávil, J.E., E.A. Suárez-Domínguez, L. Zavaleta-Lizárraga, E.R. Martínez-Barradas y N. Mendizábal-Beverido. 2009. Diagnóstico socioeconómico y ambiental de la Laguna Mezcalapa "Monitoreo de las Condiciones Ambientales y Seguimiento, Evaluación y Validación del Cumplimiento de Términos y Condicionantes del Proyecto Regional Ogarrio - Magallanes", No. 425108809. Reporte técnico. Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana. México. 52 p.
- Morales-Mávil, J.E., G. Carmona-Díaz, E.A. Suárez-Domínguez, H.H. Barradas-García, E.R. Martínez-Barradas, E.A. Bello-Sánchez, L.R. Mestizo-Rivera, C.R. Corona-López, J.C. Castañeda-Ortega y A. García. 2007. Rescate de fauna durante la construcción del oleoducto de 30"ø y gasoducto de 12"ø x 12 km los Cocodrilos-Refinería General Lázaro Cárdenas, en Minatitlán, Veracruz. Propuesta técnica. Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana. México. 17 p.
- Serrano, A., L. Zavaleta-Lizárraga y I. Martínez-Serrano. 2007. Uso de delfines y tortugas marinas como indicadores del estado de salud del ecosistema marino en la zona norte del Golfo de México. Informe Técnico. Universidad Veracruzana-PEMEX Exploración y Producción. Tuxpan, Veracruz, México. 197 p.

### Referencias por Internet:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 2015. Diario Oficial de la Federación, 9 de enero 2015. Obtenido de: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_090115.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_090115.pdf). Fecha de consulta: Noviembre 2015.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Gestión Ambiental. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos>. Fecha de consulta: noviembre 2015.

## 1.2. PERCEPCIÓN SOCIAL Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y ECONÓMICA DEL PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS FIDECOAGUA

*Social perception and environmental and economic evaluation of the FIDECOAGUA hydrological environmental service payment program*

Celia Cecilia Acosta-Hernández<sup>1\*</sup>, Diana Maritza Reyes-González<sup>2</sup>, Leonardo Daniel Rodríguez-Hernández<sup>1,3</sup> y Pascual Linares-Márquez<sup>4</sup>

### Resumen

A partir de 2003, mediante un esquema de fondos concurrentes, en el municipio de Coatepec, Veracruz, inició el programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos conocido como FIDECOAGUA. Bajo este esquema los propietarios de terrenos con aptitud forestal, ubicados dentro del polígono montañoso de la cuenca Los Gavilanes de Coatepec, reciben una compensación económica por parte del municipio por las obras de conservación de suelo y fomento de la cobertura forestal que realicen en sus predios. A lo largo de diez años, el programa ha sido modificado tanto en los montos otorgados, el número de beneficiarios directos incluidos en el programa, como en las obras realizadas. En el presente estudio se hace un análisis retrospectivo del programa FIDECOAGUA desde una perspectiva social, ambiental y económica, con base en encuestas a usuarios y proveedores de servicios ambientales hidrológicos, visitas de campo y análisis de documentación oficial del programa. En las encuestas a usuarios se detectó que el 90% de ellos desconocen el programa de pago de servicios ambientales hidrológicos; asimismo la mayoría manifestó no estar de acuerdo con la contribución al fideicomiso, y consideran que es mínima por el beneficio que obtienen en cuanto a la provisión de agua. La percepción de los proveedores de los servicios ambientales hidrológicos sobre el bosque ha cambiado. Han adoptado las prácticas de conservación de suelos y han contribuido de forma importante a la reforestación de la cuenca Los Gavilanes y adoptarán estas prácticas, aunque no estén en el programa. Para la mayoría de ellos, la compensación económica que reciben es insuficiente y no es equiparable con las obras que realizan.

<sup>1</sup> Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Tel. Fax (228) 8421748/8421700, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química, Carrera de Ingeniería Ambiental. Universidad Veracruzana. Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, Zona Universitaria, C.P. 91000, Tel. (228) 8421758/8421700, Xalapa, Veracruz, México. Correo: anaid\_3112@hotmail.com. Tel +5212281088913.

<sup>3</sup> Consultor de Servicios Técnicos en Programas de Pago por Servicios Ambientales. Certificado por la Comisión Nacional Forestal en México. Correo: ldrh85@gmail.com. Tel. Móvil: +52 2282111864.

<sup>4</sup> Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Correo: linaresbiologo@hotmail.com.

\* Autor para correspondencia: ceacosthdez@yahoo.com.mx

En los 14 predios verificados se comprobó que cumplieron con las obras comprometidas, tales como reforestación, construcción de tinas ciegas y brechas cortafuego. En la revisión de la documentación oficial de las tres últimas convocatorias (2008 a 2011) se sumó una inversión de \$7,238,380.00 MXN para la provisión y mantenimiento del recurso agua en 2,627 ha de la cuenca Los Gavilanes. Este aporte económico fue recibido por personas que en su mayoría viven en las comunidades marginadas del municipio.

**Palabras clave:** Cuenca Los Gavilanes, mecanismo local, pago de servicios ambientales hidrológicos.

## Abstract

Since 2003, in the Municipality of Coatepec, State of Veracruz, through concurrent funds, the program for the hydrological environmental services known as FIDECOAGUA (in Spanish) has been developed. Under this program, the owners with forest-sized plots, located inside the mountainous polygon in the Gavilanes watershed, received economic compensation from the municipality for soil conservation and forest cover promotion works on their lands. For ten years the program has been modified in the amount payed, as well as in the number of direct beneficiaries included in the program and the works done. In the present study a retrospective analysis of the FIDECOAGUA program was performed from social, environmental and economical perspectives, based on surveys given to users and hydrological environmental service providers, field visits and the analysis of the official program documentation. The user surveys reported that 90% of them are unaware of the hydrological environmental service payment program and also that most of them disagree with the trust contribution, considering it minimal for the benefits obtained in water provision. The hydrological environmental service provider's perception of the forests has changed. Soil conservation practice has been adopted, and providers also have contributed significantly to the Gavilanes watershed reforestation and adopted this practice, even when it is not considered in the program. For most of them, the economic compensation received is insufficient and disproportionate in relation to the works made. The 14 verified plots demonstrated the compliance with the works performed, such as reforestation, blind tubs and firebreak construction. According to the official documentation from the last three calls (2008 to 2011), an inversion of Mex\$7,238,380.00 for water resource supply and maintenance on 2,627 ha of the Gavilanes watershed has been paid. This economic contribution was received by people living mostly in the marginal communities of the municipality.

**Keywords:** Gavilanes watershed, local mechanism, hydrological environmental service payment.

## Introducción

Los servicios ambientales se definen como todas aquellas funciones prestadas por los bosques y sistemas productivos sostenibles, que favorecen al hombre y al funcionamiento del planeta como un todo (Barrantes y Castro, 1999). El agua es considerada un servicio ambiental que proporcionan los bosques, particularmente las cuencas hidrológicas, y un recurso vital para la vida y el desarrollo de las actividades diarias y económicas el hombre (García *et al.*, 2007).

A nivel mundial, la valoración económica del agua como servicio ambiental surge como una estrategia de conservación y de protección de las cuencas hidrológicas, en respuesta a los procesos de degradación de los ecosistemas forestales. En Latinoamérica varios países han implementado programas de Pago por Servicio Ambiental Hidrológico (PSAH), con el objetivo de proteger las cuencas hidrológicas y asegurar la provisión de agua, por ejemplo, Costa Rica (González y Riasco, 2007); Brasil, Guatemala (Mejías y Segura, 2002); Honduras y Quito (Garay, 2003) y México (CONAFOR y SEMARNAT, 2012).

En México, derivado del intenso cambio de uso del suelo de los ecosistemas forestales, se puso en marcha el pago por servicios ambientales (PSA) en el 2003. En ese mismo año se inició el programa de pago de servicios ambientales hidrológicos (PSAH) denominado FIDECOAGUA en el municipio de Coatepec, Veracruz, con la finalidad de asegurar en cantidad y calidad el caudal del agua del municipio y la región, además de procurar la recarga de los mantos acuíferos de la cuenca del río Los Gavilanes y disminuir los procesos de erosión y reducción del bosque mesófilo de montaña (BMM) (CONAFOR y SEMARNAT, 2012).

El programa FIDECOAGUA fue el primer pago de servicios ambientales que se impulsó mediante un mecanismo local de fondos concurrentes de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y del municipio en un esquema de aportación 1 a 1. En la primera convocatoria el fondo concurrente se integró con la aportación tripartita de 500 mil pesos por el municipio, 100 mil pesos por la Comisión Municipal del Agua de Coatepec y 400 mil pesos por parte de la CONAFOR, para constituir una bolsa de un millón de pesos. La aportación de la Comisión Municipal del Agua de Coatepec, se constituyó con la aportación de los usuarios, a razón de un peso mensual, cobrado en el recibo del agua potable, a las personas físicas y dos pesos a los comercios. Esta aportación se estableció buscando no afectar la economía del consumidor, sin tener en cuenta los volúmenes de consumo de agua (Contreras, 2008).

Los beneficiarios del programa son los propietarios de terrenos con superficie forestal de la zona de bosque mesófilo de montaña de la cuenca del río Los Gavilanes, a quienes se les otorgó, en la primera convocatoria de pago por servicios ambientales hidrológicos, una compensación económica de 1000 pesos por hectárea por las diversas obras de conservación en su propiedad (Ruíz, 2013).

Para obtener esta compensación los beneficiarios firmaron una carta de adhesión y se comprometieron a realizar las actividades que se les asignaron, para mejorar y mantener los servicios ambientales; asimismo, se les previno que en caso de que realizaran aprovechamiento forestal, el pago por servicios ambientales se terminaría (Contreras, 2008).

En cuatro convocatorias (2008, 2009, 2011 y 2013) se incorporaron más proveedores de servicios ambientales al programa, mayor superficie sujeta a conservación, así como un incremento en el fondo concurrente, el cual alcanzó la cantidad de \$7,238,380.00 para la provisión y mantenimiento del recurso agua en 2,627 ha de la cuenca Los Gavilanes.

Como parte del proceso de administración del PSAH es necesario contemplar la supervisión, la revisión y evaluación periódica del mismo. Estas evaluaciones deben integrar la valoración por parte de la sociedad, para tener una imagen real de la trascendencia de estos programas en apoyo al sector forestal y del desempeño que tienen las instituciones en el desarrollo de los mismos, así como generar una base de información objetiva y sistemática y un mecanismo de verificación del buen uso de los recursos, que reflejen las mejoras en la calidad de los ecosistemas y el incremento de la superficie forestal. Los resultados de estas evaluaciones pueden ser tomados en cuenta para redireccionar las estrategias aplicadas en el logro de los objetivos planteados desde el inicio del programa de pago por servicios ambientales (Garay, 2003; Aldrete *et al.*, 2004).

Con base en lo anterior, en el presente trabajo se planteó la evaluación del programa FIDECOAGUA desde una perspectiva social, ambiental y económica.

## Desarrollo del tema

Para la valoración social del FIDECOAGUA se encuestaron a 85 usuarios del servicio de agua de Coatepec y a 15 “proveedores de servicios ambientales hidrológicos”, quienes son beneficiarios del programa en la convocatoria 2013, cuyos predios fueron incluidos en la valoración ambiental. Todos los encuestados fueron seleccionados de forma aleatoria. El grupo de usuarios estuvo formado por: a) 25 habitantes de la ciudad de Coatepec, Veracruz, quienes participaban en “La Feria del Agua” del parque Hidalgo, organizada por el municipio de Coatepec y, b) dos empleados de 15 restaurantes y 15 autolavados. La encuesta de 11 preguntas aplicada a usuarios fue elaborada a partir de las preguntas presentadas en el trabajo de Brunette *et al.* (2010).

La encuesta aplicada a proveedores se estructuró en dos apartados; en el primero se recabaron los datos generales de los encuestados y el segundo se enfocó sobre el beneficio económico recibido, la forma de pago, la regularidad del pago, y el impacto en su calidad de vida.

Para la valoración ambiental se estableció contacto con el técnico de la CONAFOR, responsable de realizar la verificación en campo de las actividades comprometidas en el 2004 por los proveedores de servicios ambientales. Se le acompañó a la visita de 14 predios ubicados en nueve localidades: Ingenio del Rosario, Tapachapan, Cinco Palos, Carrizal, Dos Caminos, Las Lajas, Loma Alta, Cuesta del Pino y Mesa de Laurel. Para efectos de este trabajo, se realizó registro fotográfico de las actividades verificadas y se georreferenciaron los predios. Con el componente ArcMap 10.1 del programa Arcgis 10.1 de ESRI Inc (Environmental Systems Research Institute) (2011) se elaboró el mapa de los predios visitados (Figura 1).

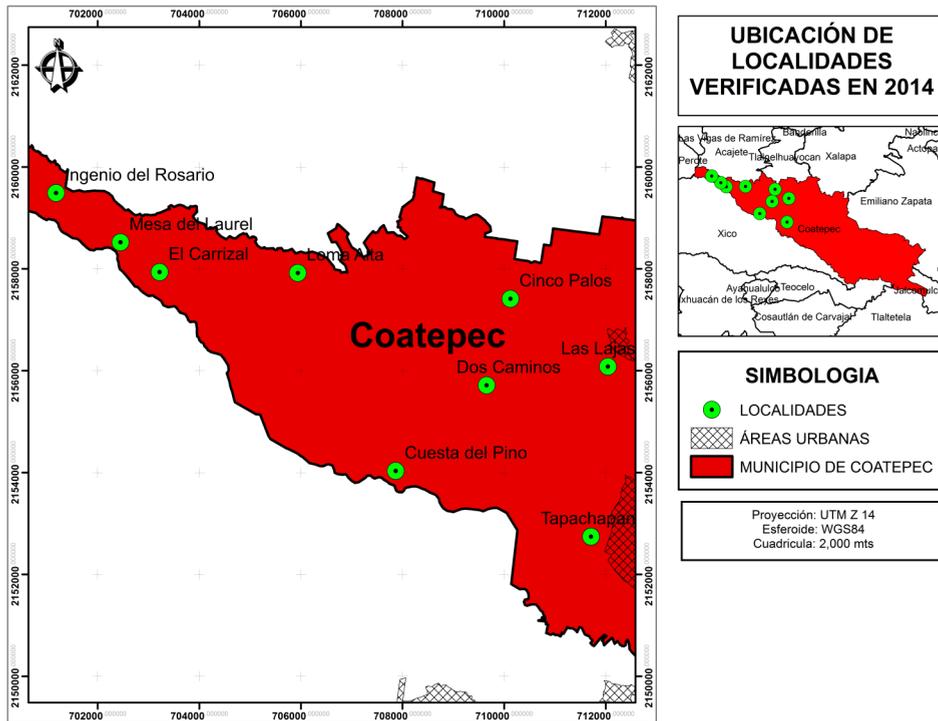


Figura 1. Ubicación de las localidades donde se encuentran los 14 predios verificados en campo

Fuente: Elaboración propia

La valoración económica se realizó a partir del análisis de la documentación relacionada con el programa FIDECOAGUA correspondiente al período de 2008 a 2011 proporcionada por el departamento de Servicios Ambientales de la CONAFOR Región X. La información se organizó en una base de datos en el software Microsoft Excel por cada año con los siguientes datos: Nombre de los beneficiarios, superficie comprometida en el programa, obras de restauración, superficie ocupada por estas obras, ubicación geográfica de las obras y ubicación geográfica del predio.

## Resultados

### Percepción social

A lo largo de diez años, el programa FIDECOAGUA se ha modificado tanto en el número de beneficiarios como en la superficie. Durante el periodo 2008-2011, la convocatoria para participar en el programa FIDECOAGUA se abrió tres veces y en cada una de ellas se incrementó el número de beneficiarios y la superficie incorporada al programa. En el convenio más reciente firmado en el 2013 se registró la incorporación de 4,649.3 hectáreas al programa, mismas que corresponden a 406 predios pertenecientes a los municipios de Coatepec, Acajete, Xico y Perote (Figura 2).

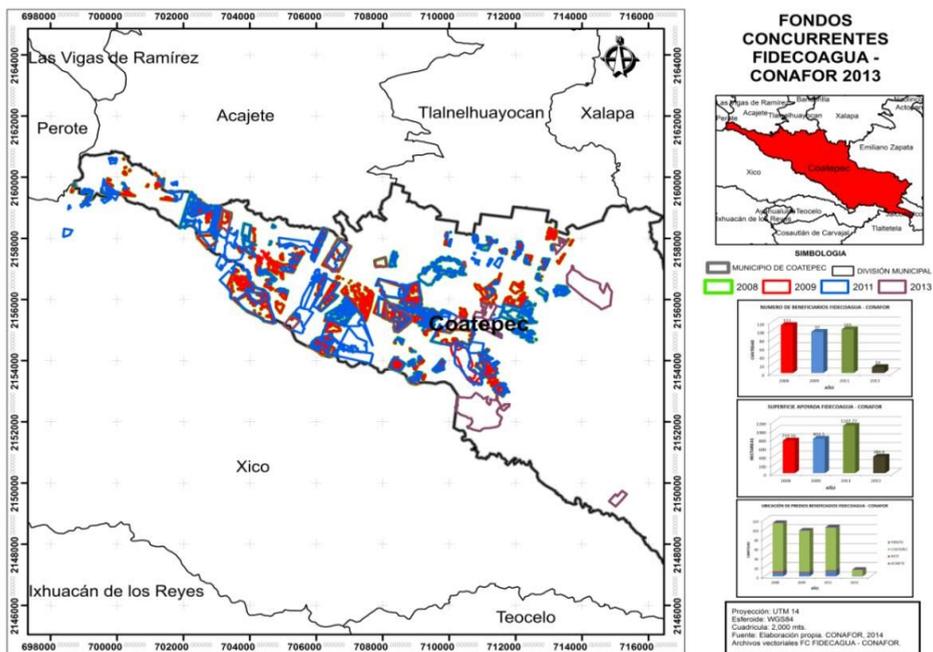


Figura 2. Superficie incorporada de 2008 al 2013 al programa FIDECOAGUA

Fuente: Elaboración propia

La encuesta a usuarios reveló que para ellos el medio ambiente es importante porque les proporciona aire limpio y agua. Consideran que el agua es un recurso prioritario para llevar a cabo sus actividades diarias y, para quienes tienen comercios, el servicio de agua potable es indispensable para el buen funcionamiento de sus negocios y poder dar un buen servicio a sus clientes (Figura 3). Así mismo, opinaron que deben llevarse a cabo programas para conservar el medio ambiente y el agua.

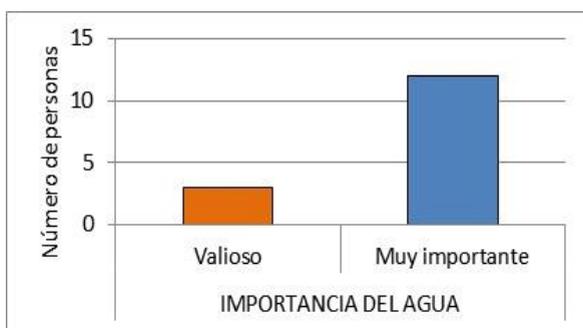


Figura 3. Importancia del recurso agua para los usuarios

Al preguntarles si conocían el programa FIDECOAGUA, la encuesta mostró que el 90% de los usuarios no tenían conocimiento del mismo, ni de su aportación al fideicomiso que CMAS destina a dicho programa, tampoco de las actividades que se realizan en la cuenca Los Gavilanes para conservar el agua y los bosques (Figura 4).

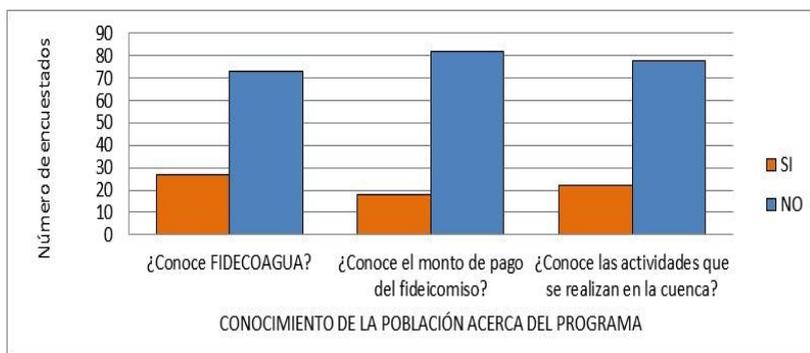


Figura 4. Conocimiento del programa FIDECOAGUA por los usuarios de Coatepec

Algunos de los usuarios comentaron que el ayuntamiento no les había informado sobre el pago y, cuando se les informó que esta aportación está especificada en el recibo mensual de CMAS, en el cual el concepto para las personas físicas se denomina “Aportación Reforestación”, y para el sector comercial se le denomina “Programa FIDECOAGUA”, esta respuesta les causó desconcierto al percatarse que la información estaba en el recibo y no la habían advertido.

Previo a la pregunta de “¿Está de acuerdo con la contribución al fideicomiso?”, se les explicó en qué consiste el FIDECOAGUA y las obras. Los usuarios que expresaron no estar de acuerdo con el monto de pago a los proveedores de servicios ambientales hidrológicos, manifestaron que la aportación es mínima en razón del beneficio que reciben por la provisión de agua. Los usuarios que expresaron estar de acuerdo con la contribución que hacen al fideicomiso, manifestaron que era porque los beneficios se reflejan en la conservación de los bosques y el agua, lo que consideran de vital importancia para el ser humano. Los usuarios que se abstuvieron, dijeron que era porque desconocían el programa (Figura 5).

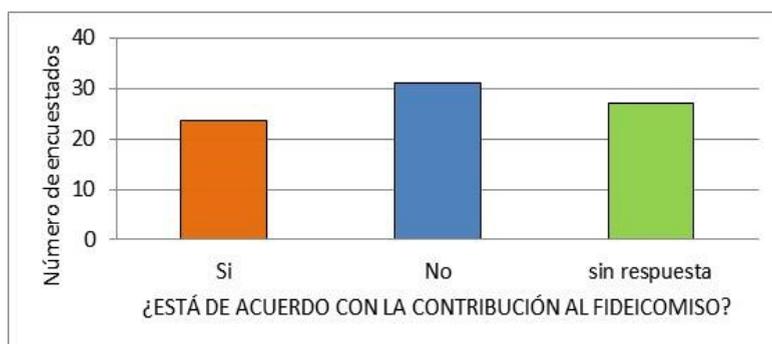


Figura 5. Conformidad de los usuarios con su contribución al programa FIDECOAGUA

A la pregunta de ¿Quién cree usted que son los beneficiados por el Programa FIDECOAGUA?, el 5% respondió que “toda la sociedad en general se ve directamente beneficiada por los servicios ambientales que sus bosques generan”; el 69% manifestó que los beneficiados son los habitantes de la región, el 23% que solo las comunidades que participan en el programa y 3% no lo saben.

Los resultados de la encuesta a usuarios indican que es necesario hacer de conocimiento a la sociedad sobre el impacto ambiental y económico, así como de los avances que ha tenido el Programa FIDECOAGUA en la cuenca Los Gavilanes. Aún cuando en Internet se pueden encontrar noticias sobre el programa FIDECOAGUA, éstas solo son relativas a eventos de otorgamiento de recursos y cambios en la administración del programa. Por tanto, para conseguir la mejora y la equidad en el programa, se coincide con la propuesta de Guzmán (2006), en la cual plantea la importancia de asegurar que los usuarios y beneficiarios reciban información periódica sobre los avances, logros, problemas, resultados y finanzas del programa. Una sociedad informada sobre los programas ambientales genera confianza y respaldo a los mismos, y a la vez permite fomentar el desarrollo local y regional de los servicios ambientales (Brunette *et al.*, 2010).

En la encuesta a proveedores de Servicios Ambientales participaron personas cuya edad osciló entre los 31 y 60 años. Los entrevistados de la tercera edad manifestaron que algunas veces se ven incapacitados para trabajar la tierra, por tanto, sus ingresos se ven reducidos, por lo que participar en el programa de Pago por Servicios Ambientales representa una oportunidad de ingreso, aunque el pago sea mínimo. Respecto a su escolaridad, uno de ellos cuenta con educación básica, dos con educación media superior, y uno con superior; los demás dijeron no haber terminado la educación básica o no haber estudiado (sin escolaridad), lo cual puede representar un obstáculo para ellos, con relación al conocimiento del programa y su incorporación al mismo al no saber leer y/o escribir.

Para dar a conocer a los proveedores los objetivos del programa y el proceso administrativo a seguir para su incorporación, la CONAFOR realiza talleres; al final de éstos aplica una pequeña evaluación para corroborar que los proveedores tienen la información. En el caso de los proveedores entrevistados, afirmaron (70%) que el técnico fue quien les dio a conocer el programa y los invitó a participar. También fue quien les apoyó a realizar los trámites para integrarse al fondo concurrente y para la gestión del pago.

Los proveedores reconocen que es una ventaja obtener un pago por los servicios ambientales que sus predios brindan, ya que les representa un ingreso. No obstante, su motivación para ingresar al FIDECOAGUA fue principalmente económica (Figura 6). La percepción que ahora tienen del bosque y del agua ha cambiado, ellos mencionan que ambos recursos son de gran valor y, la mayoría de ellos trabajan con dedicación en sus predios porque están convencidos de que las actividades que realizan sirven para conservar el bosque y proveer agua (Figura 7).

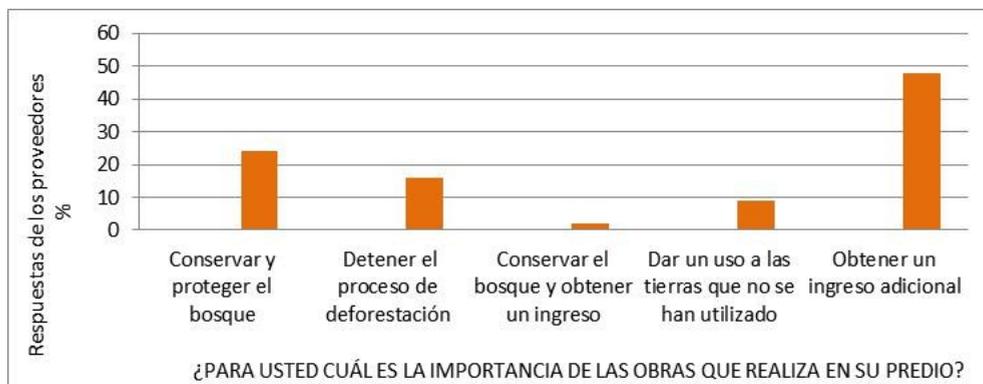


Figura 6. Motivación de los proveedores para participar en el programa FIDECOAGUA

Asimismo, expresan su idea de continuar conservando las actividades realizadas en su predio, aunque ya no estén dentro del FIDECOAGUA, porque las consideran benéficas para el bosque, ya que realizan obras de conservación y vigilancia que repercuten en la disminución de la deforestación y tala clandestina y en una mejor calidad del ambiente (Figura 7).

Este tipo de programas son útiles porque es posible para los dueños o poseedores de los predios allegarse de recursos, también es una oportunidad para revalorar su propiedad; asimismo, permite a las autoridades locales y a la sociedad reconocer dicho valor y esfuerzo por el servicio ambiental que presta (Aldrete *et al.*, 2003).

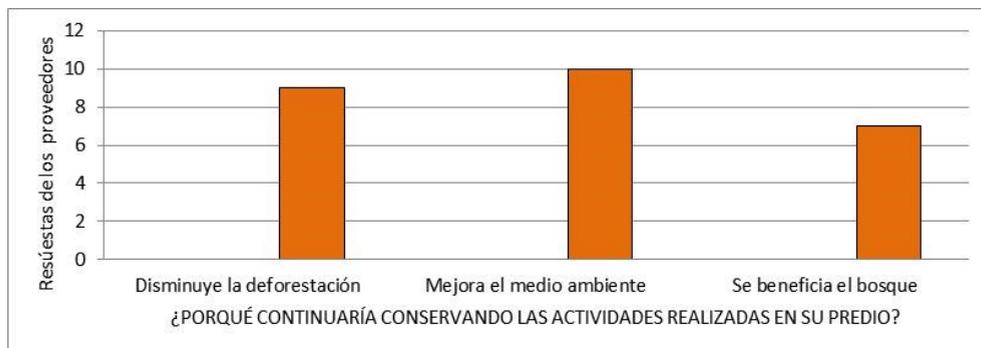


Figura 7. Motivación de los proveedores para conservar las actividades en su predio

Respecto a los derechos y obligaciones que los proveedores adquieren al incorporarse al FIDECOAGUA, la CONAFOR los hace de su conocimiento mediante talleres o material didáctico. En la entrevista, nueve proveedores afirmaron conocer sus derechos y obligaciones dentro del programa y que el técnico encargado del FIDECOAGUA les proporcionó dicha información, lo cual les permite un mejor desempeño en el programa y transparencia del proceso. En la evaluación fiscal al PSH a nivel nacional, una tercera parte del personal de la CONAFOR encargado de la atención y operación de los Programas de Pago por Servicios Hidrológicos, mencionó que el 70% de los proveedores cumplen con las obligaciones comprometidas y el resto cumplen con el 50% de éstas (Aldrete *et al.*, 2004).

Para los proveedores de los servicios, los talleres o cursos impartidos por los prestadores de servicios técnicos, junto con otros programas de educación, pueden mejorar la adopción de técnicas que contribuyan a la producción de los servicios ambientales. Sin embargo, la concientización de los proveedores no siempre es prerequisite para el funcionamiento de los PSA. Si los incentivos propiciados por el PSA son adecuados, los productores cambiarán sus prácticas de uso de tierra, con o sin educación (Ruíz, 2013).

En el aspecto económico, la compensación que reciben los proveedores es anual, y está a cargo de la CONAFOR. Para recibirla deben realizar el trámite bancario cada año. Para la mayoría de los encuestados el pago recibido es insuficiente por ser anual (Figura 8a). La mitad de ellos dijeron que el pago (Figura 8b) ha mejorado su economía, ya que además de utilizarlo para realizar las obras que demanda el cuidado del predio, por ejemplo, chapeo y alambrado, entre otras actividades. También han utilizado el dinero para comprar ropa y comida, mientras otros de los entrevistados manifestaron que lo han invertido en compra de bienes (Figura 9).

Igualmente, comentaron que al inicio del programa el pago que recibían sería mayor, y que ahora cuando preguntan a los encargados del programa por qué se ha reducido, la respuesta recibida es que al inicio del programa el número de beneficiarios era menor y que el presupuesto disponible para el FIDECOAGUA no se ha incrementado.

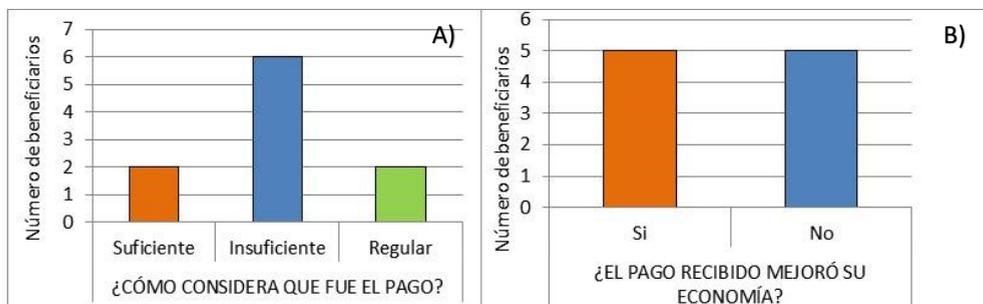


Figura 8. Percepción de los proveedores de servicios ambientales del pago recibido de FIDECOAGUA: (A) percepción del pago y (B) mejoramiento de economía

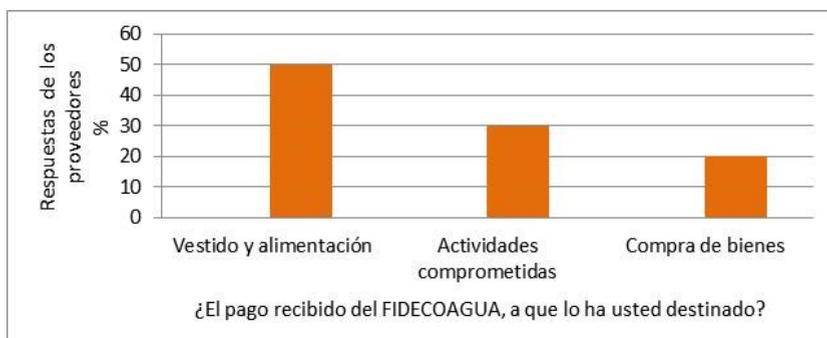


Figura 9. Uso del pago de FIDECOAGUA por los proveedores

De acuerdo con la CONAFOR (2009) una de las estrategias del PSAH nacional es llegar a las zonas rurales que otros programas sociales no han llegado, atendiendo a productores de grupos marginados (pobres y/o indígenas, principalmente); por ejemplo, en el 2003 y 2004 el 72% y 83% respectivamente de las hectáreas inscritas al FIDECOAGUA se encontraban en áreas de alta marginalidad.

Según la evaluación al PSAH en México 2003, se reporta que el ingreso extra que adquieren los beneficiarios por concepto de pagos de servicios ambientales proporcionados, es utilizado para completar el gasto familiar en bienes de consumo básico y, que éstos se localizan en ejidos y comunidades cuyo principal ingreso proviene de actividades agrícolas, por lo que los resultados se traducen en beneficios directos para toda la comunidad en el corto plazo. Adicionalmente, en muchos de los casos en la República Mexicana se dio utilidad económica a terrenos, los cuales no tenían un fin de explotación ni un claro plan de manejo (Aldrete *et al.*, 2003).

En contraparte Alix *et al.* (2010) ponen de relieve que el pago por servicios ambientales no ha sido una estrategia de alivio de la pobreza intencional, sino una consecuencia del hecho de que el 80% de los bosques en México está en manos de ejidos y comunidades indígenas, y que el 86% de los bosques se encuentra en las comunidades con marginalidad alta o muy alta.

En la evaluación de los programas de servicios ambientales se ha diferenciado eficiencia y equidad económica, sugiriendo que los esquemas de PSA deben ser considerados instrumentos para aumentar la eficiencia en el manejo de los recursos naturales y no para mitigar la pobreza (Guzmán, 2006).

## Valoración ambiental

Respecto a las obras realizadas, éstas van desde la reforestación, acomodo de material muerto y brechas corta fuego, hasta la delimitación de terrenos con cercado y letreros alusivos al programa FIDECOAGUA. Durante el recorrido, el técnico responsable de la CONAFOR verificó el cumplimiento de las actividades comprometidas en el programa, quien emite el reporte correspondiente a la institución. Los resultados de la verificación y los montos asignados a cada beneficiario se presentan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Obras realizadas y montos asignados a 14 proveedores del programa FIDECOAGUA-CONAFOR 2013

N°	Obras	Superficie (ha)	Monto anual recibido (\$)	Monto asignado 2011-2016 (\$)
1	Protección y conservación	1.9	2,217.0	11,085.2
2	Acomodo de material muerto	26.8	29,982.6	149,912.9
3	Reforestación, brecha cortafuego	34.6	38,761.2	193,805.8
4	Acomodo material muerto	44.6	49,959.4	249,797.1
5	Reforestación, letrero	4.2	4,763.3	23,816.3
6	Letrero	5.0	5,598.6	27,992.9
7	Brecha cortafuego, reforestación, tinas ciegas, cercado	1.0	1,119.7	5,598.6
8	Letrero	14.9	16,773.3	83,866.6
9	Reforestación, brecha cortafuego, tina ciega	1.2	1,298.9	6,494.3
10	Letrero, reforestación	10.0	11,197.1	55,985.7
11	Protección y conservación	1.3	1,451.1	7,255.7
12	Cercado, Letrero	9.8	10,984.4	54,922.0
13	Letrero	46.8	52,369.1	261,845.3
14	Letrero	32.3	36,144.4	180,721.9

Fuente: Elaboración propia. Datos: CONAFOR, Gerencias Estatales

El reporte no considera datos cuantitativos que evidencien los beneficios, por ejemplo, la cantidad de suelo retenido, volúmenes de agua infiltrada, porcentajes de sobrevivencia, o si las obras están hechas conforme a los manuales y adaptadas a la topografía y al tipo de suelo (p.e. tinas ciegas), o si las especies corresponden a los ecosistemas (p.e. reforestaciones). De manera similar en el programa de Pago de Servicios Ambientales del Ecuador no se tiene datos sobre los beneficios ambientales que ha proporcionado, lo cual puede ocasionar reacciones negativas en la población que paga por el servicio ambiental, al no tener información de los resultados ofrecidos en el mediano y largo plazo (Cordero-Camacho, 2008).

El criterio para definir el monto de la compensación otorgada a cada beneficiario por los Servicios Ambientales Hidrológicos que provee su terreno, no es por tipo de obra realizada, sino por hectárea comprometida en el programa, lo que lleva a que quienes más hectáreas tienen, más reciben en términos económicos. *A priori* se deducen diferencias importantes en los montos que se otorgan a los beneficiarios del programa, ya que la superficie mínima para participar es una hectárea y probablemente para los beneficiarios con menor superficie y bajos recursos económicos, dicho programa no representa una alternativa para mejorar sus condiciones socioeconómicas, por lo que la conversión de sus terrenos forestales a terrenos agropecuarios sigue siendo una alternativa. Así, el cambio de uso de suelo continúa siendo una amenaza latente para la conservación de los fragmentos remanentes del Bosque Mesófilo de Montaña, aún presentes en la cuenca.

Esta circunstancia se vislumbró desde los inicios del programa, ya que para los propietarios cuyos ingresos no provienen de actividades silvoagropecuarias, y sus propiedades son un patrimonio, este pago representa, exclusivamente una renta, un pago por tener un predio con cubierta forestal y, en última instancia, un pago por no hacer nada. Sin embargo, para quienes viven en el área comprendida por el programa, y la superficie con que cuentan además de ser pequeña, no es solo un patrimonio, sino su principal medio de producción, es decir, destinan sus tierras a actividades agropecuarias para su subsistencia; por tanto el PSAH no es una alternativa para ellos, ya que representa dejar de tener ingresos por esta superficie y la compensación económica por servicios ambientales es solo un complemento del ingreso para su sobrevivencia (Guzmán, 2006).

En el recorrido se observó que en 12 de los predios se pusieron letreros alusivos al programa. Otras obras de mayor impacto al medio ambiente registradas durante la verificación se presentan a continuación:

Se registraron reforestaciones en cuatro predios, en un pastizal (Figura 10) y en áreas abiertas de un bosque de pino-encino (Figura 11).



Figura 10. Reforestación en el predio verificado en Loma Alta, Coatepec  
Fuente: Memoria fotográfica de la verificación 2013, FIDECOAGUA-CONAFOR



Figura 11. Reforestación en el predio verificado en Mesa de Laurel, Coatepec  
Fuente: Memoria fotográfica de la verificación 2013, FIDECOAGUA-CONAFOR

Los proveedores de Mesa de Laurel comentaron que el material vegetal proporcionado para la reforestación fue donado por el municipio de Coatepec (Figura 11), lo cual representó cierto problema, porque la mayoría de ellos no cuenta con vehículo para el transporte de dicho material hasta los predios donde fue plantado.

De acuerdo con los datos proporcionados por la CONAFOR para marzo de 2013, se reforestaron 18 hectáreas en Loma Alta, 0.25 ha en Cinco Palos y 1.50 ha en Carrizal. Los beneficios de la reforestación son la conservación de suelo, incremento de la cobertura forestal y retención de agua, lo cual representa un impacto positivo para el medio ambiente.



Figura 12. Acomodo de material muerto, Cuesta del Pino y Loma Alta, Coatepec  
Fuente: Memoria fotográfica de la verificación 2013, FIDECOAGUA-CONAFOR

La reforestación es un aspecto importante para la salud de la cuenca Los Gavilanes y los esfuerzos por reforestar tendrán un impacto directo en el mediano y largo plazo en el volumen del agua que capta la misma, así como en la conservación y recuperación de los bosques y de los servicios ambientales que éstos generan.

El acomodo de material muerto (Figura 12) de forma perpendicular a la pendiente, proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, retiene azolves, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa la infiltración del agua de lluvia y el contenido de humedad en el suelo, lo cual favorece la regeneración natural y evita la propagación acelerada de los incendios forestales (CONAFOR, 2011).

Las obras de restauración, como las “tinas ciegas” y “acomodo de material muerto” realizadas en cuatro de los predios verificados, tienen un impacto directo en los terrenos, ya que retienen el suelo y ayudan a la infiltración de agua, mejorando las condiciones de éstos para una posterior reforestación (Figura 13).

Las tinas ciegas tienen como objetivo principal la recarga de mantos acuíferos para mantener la humedad en el suelo y fomentar el desarrollo de la vegetación nativa, así como reducir la velocidad del escurrimiento superficial (SAGARPA, 2005).



Figura 13. Tinas Ciegas, Ingenio El Rosario, Coatepec  
Fuente: Memoria fotográfica de la verificación 2013 FIDECOAGUA-CONAFOR

Las “brechas corta fuego” se verificaron en tres predios (Figura 14). Éstas consisten en remover el material vegetativo, hasta el suelo mineral, en franjas de un ancho determinado de acuerdo al tipo de vegetación existente en el área. El propósito de estas obras es aislar el fuego en caso de presentarse un incendio forestal. Este tipo de obras es importante realizarlas de manera anual y darles mantenimiento constante para que cumplan correctamente su función.



Figura 14. Brechas corta fuego en Mesa de Laurel e Ingenio del Rosario, Coatepec  
Fuente: Memoria fotográfica de la verificación 2013, FIDECOAGUA-CONAFOR

La mayoría de los predios visitados se encuentran en zonas con alto y muy alto riesgo de deforestación, rodeados de ecosistemas alterados por la actividad humana. Por lo anterior resulta importante su monitoreo, además de la implementación de un programa de educación ambiental dirigido a los beneficiarios del FIDECOAGUA, con el objetivo de revalorizar su participación trascendental en la conservación y mantenimiento de los servicios ambientales que el bosque proporciona.

Las obras realizadas por los proveedores son consideradas buenas prácticas ambientales para la conservación y protección de los recursos naturales, mismas que se encuentran plasmadas en la legislación y en las normas oficiales mexicanas en materia forestal, así como en los lineamientos y en las reglas de operación (CONAFOR, 2011). Por otra parte, el proyecto de Pago por Servicios Ambientales busca cambiar la cultura que se tiene en cuanto a las prácticas agrícolas por la de conservación y aprovechamiento sustentable, y desde luego integrando la parte económica para incentivar el esquema de participación comunitaria (Contreras, 2008).

Es importante mencionar que el mantenimiento de los bosques no es una actividad sencilla y muchas veces tiene un alto costo, por lo que la compensación que se les da a los beneficiarios por las obras que realizan es una manera de reconocimiento por el rol fundamental que ellos tienen en la conservación y uso sustentable de sus predios (Pagiola *et al.*, 2006; Forest Trends, 2011).

## Valoración económica

La duración del contrato de pago por servicios ambientales hidrológicos también ha variado. En el año 2008 fue por un período de un año y en las siguientes convocatorias (2009 y 2011) el contrato fue por 5 años. Para el 2011 el monto del fondo concurrente aumentó considerablemente, así como las compensaciones a los beneficiarios y el número de beneficiarios incluidos en el programa (Tabla 2).

Tabla 2. Beneficiarios, superficie y montos asignados y pagados del programa FIDECOAGUA en el periodo 2008-2011

Año	Núm. de proveedores	Superficie comprometida (ha)	Monto total del programa (\$)	Monto anual pagado a proveedores (\$)		
				Mínimo	Promedio	Máximo
2008	87	762.7	707,412.00	61.53	3,425.39+488.04	22,516.00
2009	94	808.7	763,429.00	18.08	1,575.41+219.59	9,729.47
2011	112	1,105.0	6,199,928.00	134.37	11,071.30+1491.78	75,156.03
<b>Total</b>	<b>293</b>	<b>2,627.0</b>	<b>7,238,380.00</b>	_____	_____	_____

Las compensaciones mínimas otorgadas a los beneficiarios (62%) en el 2008 oscilaron entre \$61.52 y \$2061.52 anuales. En ese año el salario mínimo fue de \$52.59, lo que indica que para algunos de los beneficiarios el pago anual recibido apenas rebasó un salario mínimo diario. Para el 2009, el 38% de los beneficiarios recibieron menos de \$2,000.00, y para el 2011 el 8% recibió la cantidad mínima de \$670, lo que equivale aproximadamente a 10 salarios mínimos (\$59.82) de ese mismo año.

En México, cuando se planteó el PSAH por primera vez, uno de los objetivos fue incentivar económicamente a los dueños de los terrenos, donde se generan los servicios hidrológicos, a la conservación de los ecosistemas forestales y la realización de prácticas de buen manejo forestal, a fin de disminuir las tasas de deforestación. El impacto del Programa del 2000 al 2007 ha sido la reducción de la deforestación entre el 0.6% y el 1.6%. Lo anterior se atribuye a que el 64% de los terrenos inscritos en el programa se encontraban en zonas de bajo riesgo o muy bajo de deforestación, por ejemplo, en el PSAH de 2004 el 90% de las tierras elegidas correspondió a acuíferos que aún no estaban en condición de sobreexplotados; y en el PSAH 2005, gran parte del presupuesto se invirtió en áreas naturales protegidas o montañas prioritarias, que no eran necesariamente áreas en crisis (Muñoz *et al.*, 2006; Alix *et al.*, 2010). De igual forma, los primeros terrenos forestales inscritos al programa se encontraban en zonas con pendientes pronunciadas o suelos poco productivos, por lo que los dueños aceptaban entrar al programa, pero cambiaban sus actividades de tala a otras áreas sin ninguna restricción por el programa; a este fenómeno lo denominaron fuga o "traslación", la cual se dio de forma pronunciada en las comunidades más pobres, disminuyendo aún más la estimación global de la reducción de la deforestación (Alix *et al.*, 2010).

Aun cuando los pagos por servicios ambientales no están diseñados para reducir la pobreza, sí ofrecen incentivos económicos que permiten fomentar usos más eficientes y sostenibles de los recursos naturales. Al respecto, el análisis crítico y reflexivo de los PSA en México por Merino *et al.* (2005); Guzmán (2006); Madrid (2011); Perevochtchikova y Ochoa (2012) entre otros, arroja propuestas de mejora a los esquemas de PSA actuales en México, que necesariamente deben ser impulsadas y gestionadas para llegar a esquemas justos y novedosos que promuevan el manejo sostenible y la conservación a largo plazo de los recursos naturales y, al mismo tiempo, representen una oportunidad de crecimiento e ingreso económico significativo para quienes se adhieran a los programas de PSA.

## Conclusiones

El programa FIDECOAGUA es una estrategia importante de conservación de la microcuenca Los Gavilanes y de los servicios ambientales hidrológicos que ésta proporciona al municipio de Coatepec. Como política ambiental pública aplicada desde hace 10 años, el impacto social y ambiental que ha tenido es evidenciado principalmente en los proveedores, las obras de conservación de suelos y la reforestación, que han llevado a cabo los proveedores en sus predios. Particularmente, los proveedores han adquirido un sentido del cuidado del bosque y de los servicios ambientales al adoptar las prácticas de conservación y estar dispuestos a continuar realizándolas a pesar de que consideran insuficiente el pago, o aún sin estar dentro del programa.

Por otra parte, es necesaria una mayor difusión del programa FIDECOAGUA y sus avances entre los usuarios para que tengan una participación activa en el cuidado del agua y adquieran un sentido de corresponsabilidad con los proveedores. En el aspecto económico, el impacto del programa no es sustancial para los proveedores, y los criterios en la asignación del monto a pagar o compensación por los servicios ambientales deben ser revisados, ya que representa un punto crítico y un riesgo para la cuenca Los Gavilanes, por una posible reconversión del uso de suelo a agrícola o pecuario.

## Referencias bibliográficas

- Aldrete, A., A. Gómez, H. De los Santos, J. Solorio, J. Vargas, R. Valdez, P. Hernández, y S. Fernández. 2004. Evaluación del programa de pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH) ejercicio fiscal 2004. México.
- Aldrete, A., A. Gómez, H. De los Santos, R. Velasco, S. Romero, R. Valdez, P. Hernández y S. Fernández. 2003. Valuación del programa de pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH) ejercicio fiscal 2003. México.
- Alix, G., J. Alain, E. Saduolet, M. Torres, B. Varela, y R. Zorrilla. 2010. Mexico's Payment for Environmental Services Program, 163-164.

- Barrantes, G. y E. Castro. 1999. Estructura tarifa hídrica ambientalmente ajustada: internalización del valor de variables ambientales. Costa Rica.
- Brunette, E., E. Baró-José, E. Cadena, y V.M. Esteller. 2010. Pago por servicios ambientales hidrológicos: Caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 288 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Servicios ambientales. 7a Expo Forestal Siglo XXI, Del 24 al 26 de septiembre del 2009. Centro Banamex de la Ciudad de México.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Manual de obras y prácticas. Protección restauración y conservación de suelos forestales. México.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012. Logros y perspectivas del desarrollo forestal en México 2007-2012. Coordinación General de Producción y Productividad. Jalisco, México. 58 p.
- Contreras, L.I. 2008. FIDECOAGUA. En: L. Paré, D. Robison y M. A. González (coord.). Gestión de cuencas y servicios ambientales: perspectivas comunitarias y ciudadanas. (pp. 123-138). SEMARNAT. México.
- Cordero-Camacho, D. 2008. Esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación de cuencas hidrográficas en el Ecuador. INIA. Programa GESOREN. GTZ. Ecuador. 54-66.
- Forest Trends. 2011. Aprendiendo sobre Pagos por Servicios Ambientales: Fundamentos para la elaboración de proyectos de carbono forestal. 18-28.
- Garay, M., L. Bruno y B. Louman. 2003. Impacto socioeconómico del Pago de Servicios Ambientales y la certificación forestal voluntaria como mecanismos que promueven la sostenibilidad del manejo forestal en Costa Rica. *Costa Rica*. 104-108.
- García-Coll, I., A. Martínez, A. Ramírez, A. Niño, A.J. Rivas y L. Domínguez. 2007. La relación agua bosque: delimitación de zonas prioritarias para pago de servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Gavilanes, Coatepec, En: H. Cotler (Comp.). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. (pp. 100-115). Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, México.
- González, T.Á. y A.E. Riasco. 2007. Panorama Latinoamericano del Pago por Servicios Ambientales. Medellín, Colombia. *Gestión y Ambiente*, 10(2): 129-144.

- Guzmán G.G. 2006. El FIDECOAGUA. Una experiencia que puede potenciarse. *El Jarocho Verde*, 38-41.
- Mejías, E. y B. Segura. 2002. El Pago de Servicios Ambientales en Centroamérica. Costa Rica. 74 p.
- Merino, L., A. González, S. Anta, S. Graf, S. Madrid, Y. Lara, F. Ruiz, F. Chapela y J. Navia. 2005. El Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos: Revisión crítica y propuestas de modificación. Estudio financiado por la Iniciativa "Cuencas" (NEEM). Consejo Civil Mexicano Para La Silvicultura Sostenible A.C. (editorial). México. 1-28 pp.
- Muñoz, P., M. Rivera, A. Cisneros y H. García. 2006. Retos de la focalización del Programa pago por Servicios Ambientales en México. *España*. 87-109 pp.
- Pagiola, S., J. Bishop y M.M. Landell. 2006. Mecanismo basado en el mercado para la conservación y el desarrollo. En: S. Pagiola, J. Bishop y N. Landell-Mills (comp). *La venta de Servicios Ambientales Forestales* (pp. 29-46). INE-SEMARNAT. México.
- Perevochtchikova, M.y A.M.T. Ochoa. 2012. Avances y limitantes del programa de pago por servicios ambientales hidrológicos en México, 2003 – 2009. *Revista Mexicana Ciencias Forestales*, 3(10):89-112 pp.
- Ruíz, J.M. 2013. Impacto de los servicios ambientales hidrológicos en tres ejidos de Texcoco, México. (Trabajo de Tesis de grado, Socio economía, estadística e informática-desarrollo rural). Colegio de postgraduados. Campus Montecillos. 39-40 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Catálogo de prácticas para la conservación de suelo y agua. México. 10 p.





### **1.3. MECANISMOS LOCALES DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES A TRAVÉS DE FONDOS CONCURRENTES 2014. FCEA-CONAFOR**

*Local mechanisms for environmental service payments in 2014 via the Forest National Commission and the Communication and Environmental Education Foundation*

Leonardo Daniel Rodríguez-Hernández<sup>1\*</sup> y María Teresa Gutiérrez-Mercadillo<sup>2</sup>

#### **Resumen**

El Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. (FCEA) tiene por objeto promover y fomentar actividades encaminadas a la comunicación y educación ambiental y a la protección al ambiente. Por ello, a través de la convocatoria 2014 del Programa para Promover Mecanismos Locales de Pagos por Servicios Ambientales a Través de Fondos Concurrentes (MLPSA) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), mediante la presentación de una Carta de Intención el FCEA participa para beneficiar a tres comunidades del municipio de Alvarado, Veracruz, poseedoras del ecosistema de manglar por una superficie total de 500 ha. Los fondos concurrentes buscan reunir recursos entre la CONAFOR y los usuarios de los servicios ambientales (FCEA) para ofrecer una compensación a los dueños de terrenos forestales para que adopten prácticas de manejo sustentable que permitan mantener o mejorar la provisión de estos servicios. Con dicho mecanismo el FCEA lleva a cabo actividades de conservación, desarrollo de capacidades locales y beneficios económicos de las comunidades de Costa de San Juan, Moral y Mosquitero y El Nanchal. El fondo concurrente tiene una vigencia de 5 años que cubren el periodo 2014-2018. En cada una de las comunidades beneficiadas los primeros avances se han logrado en materia de educación ambiental a través del uso de la guía "Agua y educación: Guía general para docentes de las Américas y el Caribe", así como obras de mantenimiento y mejoramiento de la provisión de servicios ambientales en el ecosistema de manglar y de beneficio social.

**Palabras clave:** Biodiversidad, conservación, ecosistema de manglar, sistema lagunar de Alvarado.

<sup>1</sup> Prestador de servicios técnicos forestales. Correo: ldrh85@gmail.com

<sup>2</sup> Directora del Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. Correo: teregutierrez@eambiental.org www.agua.org.mx, www.eambiental.org / Tel. y Fax 55 5680 3731.

\* Autor para correspondencia: ldrh85@gmail.com

## Abstract

The Communication and Environmental Education Foundation (FCEA in Spanish) attempts to promote and encourage activities related to environmental education and environmental protection. Based on these objectives, this Foundation participated in the 2014 Announcement of the Program for Promoting Local Mechanisms for Environment Service Payments (MLPSA in Spanish). This program was supported by matching funds from the Forest National Commission (CONAFOR in Spanish) and FCEA. The FCEA, through the submission of a letter of intention, benefited three communities belonging to the municipality of Alvarado, Veracruz. These communities own a mangrove ecosystem covering 500 ha. The matching funds sought to obtain financing between the CONAFOR and the users of the environmental services (FCEA). These funds were offered to the forest land owners as compensation for their adoption of a sustainable management practice. This practice allows the maintenance or improvement of the services supplied. With this mechanism, FCEA carried out conservation activities, developed local capacities and provided economic benefits to the communities of Costa de San Juan, Moral y Mosquitero and El Nanchal. The matching fund lasted five years (2014 to 2018). Progress was first achieved in the area of environmental education through implementation of the “Water and education guide: General guide for the American and Caribbean teachers” in each community, as well as in the maintenance and improvement of activities for environmental services supplied by the mangrove ecosystem that also provided social benefits.

**Keywords:** Biodiversity, conservation, mangrove ecosystem, Alvarado Lagoon System.

## Introducción

El Sistema Lagunar de Alvarado es uno de los más importantes del país, pues presenta ecosistemas representativos de la planicie costera del Golfo de México que no solo embellecen el paisaje, sino que en él abundan importantes recursos naturales tanto de flora como de fauna, fuente de riqueza para la región e importantes para su conservación. De este gran sistema sobresale la vegetación de dunas costeras, espadinal (*Cyperus* spp.), tular (*Typha* spp.), apompal (*Pachira acuatica*), diferentes tipos de palmas (*Sabal mexicana*, *Scheelea liebmannii*, *Acrocomia mexicana*), encinar de *Quercus oleoides*, selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria, selva baja caducifolia, acahuals, pastizales (naturales, cultivados e inducidos), vegetación acuática y subacuática, y manglares; estos últimos cubren aproximadamente 19,000 hectáreas, donde se puede encontrar *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, especies sujetas a protección especial de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana: NOM-059-ECOL-2001.

Los manglares ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan como corredores biológicos. Esta franja de vegetación se convierte en una estrategia para la gestión del paisaje, simbolizando un enfoque alternativo a las formas convencionales de la conservación de la diversidad biológica.

Estos ecosistemas albergan y proveen áreas de anidación a un número considerable de especies de aves residentes y migratorias vulnerables o en peligro de extinción, protegen las costas contra la erosión y las marejadas ocasionadas por los huracanes, atrapan sedimento y hojarasca entre sus raíces y ayudan a rellenar y recobrar terreno, por lo que se les ha considerado como los “riñones” del planeta, además de representar un gran potencial económico y alimenticio para las poblaciones humanas que habitan en los alrededores de estos ecosistemas lagunares (Tovilla, 1998; Linares *et al.*, 2004; Carmona-Díaz *et al.*, 2004; Portilla-Ochoa *et al.*, 2003).



Aspecto de un ecosistema de manglar con presencia de *Rhizophora mangle*.  
2017 / © Miguel Andrés Cárdenas-Torres

Dada la importancia del Sistema Lagunar de Alvarado, el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (FCEA) mediante la convocatoria 2014 del Programa para Promover Mecanismos Locales de Pagos por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes (MLPSA) hecha por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) por medio de la Gerencia de Servicios Ambientales (GSAB), decidió participar en la convocatoria mediante la presentación de una Carta de Intención con fecha 30 de abril del año 2014, para beneficiar a las comunidades de Costa de San Juan, Moral y Mosquitero y El Nanchal, poseedoras del ecosistema de manglar, ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Papaloapan, dentro del Sistema Lagunar de Alvarado, por una superficie total de 500 hectáreas.

El esquema de fondos concurrentes planteado por la CONAFOR y el FCEA tiene una vigencia de 5 años, mismos que cubren el periodo 2014-2018, el cual busca reunir recursos para ofrecer una compensación a los dueños de terrenos forestales para que adopten prácticas de manejo sustentable que permitan mantener o mejorar la provisión de estos servicios.

## Descripción del proyecto

El proyecto se llevó a cabo en el municipio de Alvarado, Veracruz, el cual debe su nombre al conquistador español Pedro de Alvarado. Sin embargo, antes de la llegada de los españoles el poblado era llamado "Atlizintla", que quiere decir "junto al agua abundante" por formar parte de la desembocadura del río Papaloapan y el sistema de lagunas del Golfo de México; se encuentra ubicado en la región denominada del Sotavento, entre las coordenadas 18° 46' de latitud norte y 95° 46' de longitud oeste; a una altura promedio de 10 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Boca del Río, al sur con los municipios de Acula, Tlacotalpan y Lerdo de Tejada, al este con el Golfo de México y al oeste con Ignacio de la Llave, Tlalixcoyan y Medellín de Bravo, todos en el Estado de Veracruz.

Desde el punto de vista fisiográfico, el área del proyecto se encuentra inmersa en la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur y a su vez las áreas propuestas se encuentran dentro de la subprovincia Llanura Costera Veracruzana. Se caracteriza por ser una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país (incluyendo el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta) donde además es común encontrar extensas superficies bajas sujetas a inundación (Medina-Chena *et al.*, 2010).

Se ubica dentro de la Región Hidrológica número 28 Cuenca del Papaloapan, la segunda más importante del país por su caudal, después del sistema Grijalva - Usumacinta. El municipio se encuentra regado por los ríos Papaloapan y Blanco, siendo ambos tributarios del complejo lagunar de Alvarado con un promedio de 47,000 millones de m<sup>3</sup> anuales, con fluctuaciones entre 25,000 y 67,000 millones de m<sup>3</sup>; dicho valor promedio equivale al 12% del volumen escurrido anualmente a nivel nacional.

El Sistema Lagunar de Alvarado es un sistema lagunar - estuarino; es uno de los más importantes y productivos del Estado de Veracruz; está integrado por un conjunto de lagunas costeras: Laguna Camaronera, Buen País, Alvarado, Tlalixcoyan y más de 100 lagunas interiores (CCRP, s/a). Se presentan dos tipos de clima: Cálido subhúmedo con lluvias de verano (Aw2) y cálido húmedo (Am). Para ambos casos, se presenta un índice P/T mayor de 55.3 y un porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual. La temperatura media anual es de 26.4°C y la temperatura del mes más frío es 18°C; presenta poca oscilación térmica, ocurriendo la canícula (época de calor). La precipitación media anual es de 2077.9 mm.

Además de las áreas agrícolas, pastizales y cuerpos de agua, destaca la presencia de áreas cubiertas con vegetación primaria y secundaria de manglar (27%), Sabanoide (3.77%), Tular (4%) y Dunas Costeras (15%) (INEGI, 2010a).

El municipio de Alvarado tiene una población total de 51,955 habitantes distribuidos en 237 localidades, teniendo como principales a la cabecera municipal Alvarado (23,128 hab.), seguido de Antón Lizardo (6003 hab.), Paso Nacional (1,884 hab.), Las Escolleras (1,449 hab.) Mandinga y Matoza (1,254 hab.) y Arbolillo (1,082 hab.) (INEGI, 2010b).

Parte de la diversidad biótica está representada por 26 familias de crustáceos, 45 géneros de fitoplancton, 9 especies de zooplancton, 38 especies de moluscos, 44 especies de peces, 5 especies de anfibios y 24 de reptiles, así como 15 especies de mamíferos (Montejo, 2003).

En el ecosistema de manglar presente en el área del proyecto se destaca la presencia principalmente de aves con 346 especies registradas como *Pelecanus erythrorhynchos*, *Pandion haliaetus*, *Actitis macularia*, *Hirundo rustica*, *Dumetella carolinensis*, *Dendroica petechia*, *D. magnolia*, *Mniotilta varia*, *Wilsonia citrina*, *W. pusilla*, *Icteria virens*, solo por mencionar algunas. De dichas especies destacan algunas con poblaciones mayores a los 20,000 individuos, además de una especie, la *Cairina moschata* (pato real) que se encuentra en peligro de extinción (Benítez *et al.*, 1999).

El área del proyecto tiene una enorme importancia económica basada en las pesquerías; los pescadores extraen camarón, ostión, mojarra, róbalo, chucumite, jaiba, lisa, lenguado, cangrejo, pargo y jurel, entre otros; así mismo, la pesca se completa con tiburón, tonina, guachinango, sardina y sierra. La pesca constituye un componente socioeconómico importante, ya que aporta alimento a la población (directamente, mediante el autoconsumo derivado de la pesca artesanal e indirectamente, por medio del comercio nacional como internacional) y el suministro de insumos a la industria (productos enlatados, harinas de pescado, etc.).

Además de las pesquerías, el sector agropecuario cumple un papel fundamental en el desarrollo económico del municipio, pues la siembra y cosecha de la caña de azúcar, maíz, piña, sandía, mango, frijol y coco, y la ganadería de doble propósito, benefician al sector productivo primario de la región.

En la actualidad gran parte de la distribución original de manglar en el municipio de Alvarado se ha perdido debido principalmente a actividades antropogénicas y por la venta de las tierras, la tala, el desarrollo de centros urbanos, las quemas agrícolas y ganaderas, la erosión y el arrastre de sedimentos, entre otros (CONABIO *et al.*, s/a).

A pesar de la importancia de los manglares, su deterioro y reducción ha derivado en la alteración de los regímenes naturales que afectan la estructura funcional de este ecosistema, en la reducción de especies de importancia económica para las pesquerías locales ocasionada por el incremento del esfuerzo pesquero, uso de artes de pesca prohibidas y cambios en la calidad de agua debido a diferentes tipos de contaminación acompañados con problemas asociados al azolvamiento de los cuerpos de agua.

Por lo anterior, el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (FCEA) promueve y fomenta actividades encaminadas a la comunicación, educación ambiental, protección al ambiente y prevención ecológica en el Sitio Ramsar Sistema Lagunar Alvarado. Para lograrlo, firmó un Convenio de Colaboración para establecer mecanismos locales de pago por servicios ambientales, a través de fondos concurrentes con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). El objetivo de este convenio fue proteger, conservar, restaurar y manejar la riqueza natural de las áreas beneficiadas, promoviendo el desarrollo social y económico de las comunidades involucradas.

Con la participación de actores y saberes locales al proceso de planeación y manejo del capital natural existente, se establecieron 3 ejes de acción: 1) la protección, conservación y mantenimiento de 500 hectáreas de manglar; 2) la restauración o mejoramiento de este ecosistema y 3) la capacitación, formación ambiental y desarrollo de capacidades locales. Este último eje busca dotar a las comunidades de herramientas didácticas completas que promuevan el aprendizaje, a través del uso de la Guía de Agua y Educación para las Américas y el Caribe.

El Fondo Concurrente abarca un total de tres (3) Proveedores del Servicio Ambiental que cubren una superficie de 500 hectáreas de manglar (Tabla 3) ubicadas dentro de los límites del municipio de Alvarado, en el Estado de Veracruz y particularmente dentro del Sitio RAMSAR Sistema Lagunar Alvarado (Figura 15).

Tabla 3. Listado de proveedores de servicios ambientales en el fondo concurrente

Proveedor	Superficie beneficiada (ha)
Ejido Costa de San Juan	300 ha
Ejido El Nanchal	100 ha
Ejido Moral y Mosquitero	100 ha

Fuente: Convenio de colaboración para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes CONAFOR - FCEA.

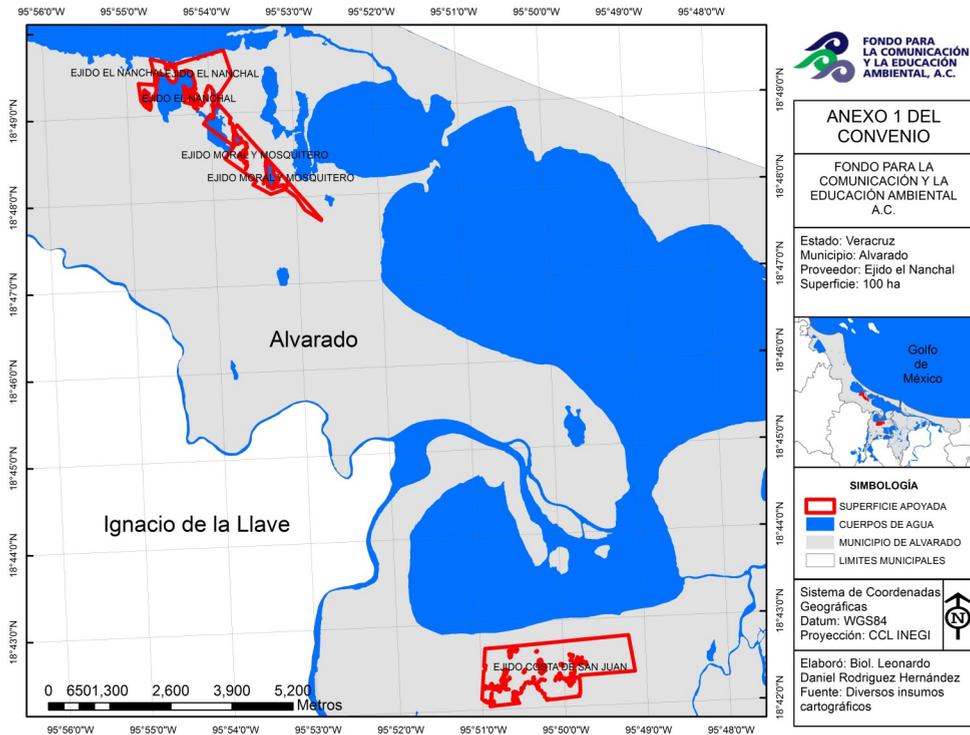


Figura 15. Áreas de interés de las partes

Fuente: Anexo 2 del Convenio de colaboración para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes CONAFOR – FCEA.

## Proceso de gestión

Con el propósito de incentivar y fortalecer la creación de mecanismos locales de pago por servicios ambientales (PSA) y fortalecer los ya existentes, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) emitió el día 30 de abril de 2014 la Convocatoria 2014 y los “Lineamientos para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes”.

Mediante esta convocatoria, la CONAFOR a través de la Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque convocó a instituciones de los tres órdenes de gobierno, organizaciones del sector privado o de la sociedad civil, personas físicas y morales, interesadas en aportar recursos financieros y operativos, para establecer convenios de colaboración bajo el esquema de fondos concurrentes para el otorgamiento de pagos a proveedores de servicios ambientales, a través de la presentación de una carta de intención bajo la modalidad de nuevos convenios de colaboración o fortalecimiento de los ya existentes.

De acuerdo con los lineamientos para promover estos mecanismos locales (MLPSA) y las fechas de su convocatoria, mediante carta de intención con fecha 30 de mayo de 2014 recibida en la Gerencia Estatal de la CONAFOR en el Estado de Veracruz, el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (FCEA), a través de la Lic. María Teresa Gutiérrez Mercadillo, Directora del FCEA, expresó la intención de establecer un Convenio de colaboración por un periodo de 5 años con la CONAFOR, conforme a los “Lineamientos para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes” del año 2014 proponiendo establecer convenios de concertación con 3 proveedores de Servicios Ambientales de la parte baja de la cuenca del río Papaloapan, ubicados en el Sistema Lagunar de Alvarado (Figura 16).

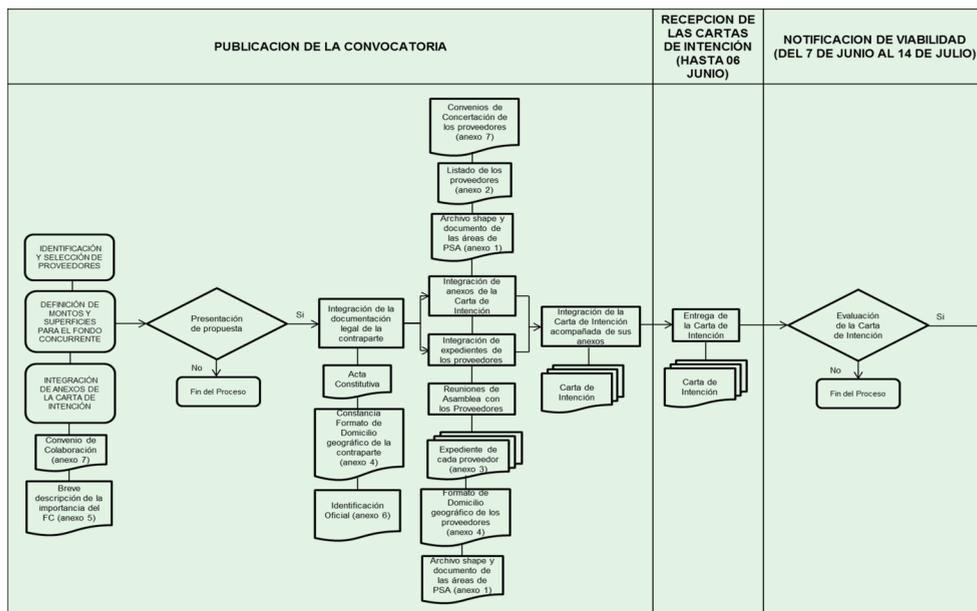


Figura 16. Proceso de gestión del mecanismo local de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes desde la publicación de la convocatoria hasta la notificación de la viabilidad del fondo

Fuente: Elaboración propia

En seguimiento al proceso de la convocatoria, mediante Oficio No. CGPP-GSAB-398/2014 con fecha 26 de agosto de 2014, la Coordinación General de Producción y Productividad de la CONAFOR, a través de la Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque, notificó a la Lic. María Teresa Gutiérrez Mercadillo, Directora del FCEA, que la carta de intención presentada por su conducto fue determinada como “viable técnicamente” durante la Sexta Sesión Ordinaria del Comité Técnico Nacional y registrada en el Acuerdo N° 20220814, para una superficie de 500 hectáreas, sin que ello implicase un compromiso legal de aportación de recursos por parte de la CONAFOR y del FCEA, en tanto no se llevase a cabo la firma de los convenios de colaboración y de concertación con los proveedores de servicios ambientales.

En este sentido, los días 30 de octubre y 28 de noviembre de 2014, se llevó a cabo la firma del Convenio de Colaboración y Convenios de Concertación, respectivamente, para promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes entre la administración pública federal, por medio de la Comisión Nacional Forestal y el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C., representado por la Lic. María Teresa Gutiérrez Mercadillo (Figura 17).

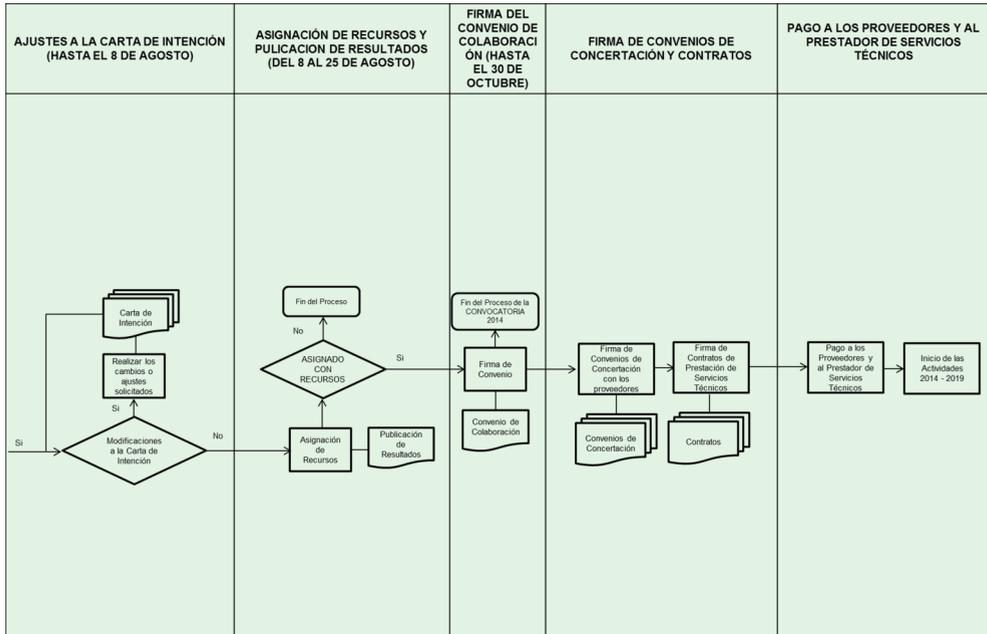


Figura 17. Proceso de gestión del mecanismo local de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes desde los ajustes a la carta de intención hasta el inicio de actividades

Fuente: Elaboración propia

## Logros

### Educación ambiental

Entendiendo a la “educación ambiental” como el proceso de reconocer los valores y aclarar conceptos para crear habilidades y actitudes necesarias, tendientes a comprender y apreciar la relación mutua entre el hombre, su cultura y el medio físico circundante (PAOT, 2012), con la firma de este convenio se busca la resolución de problemas ambientales.

Este hecho permitió que la sociedad abordara la complejidad de la gestión del ambiente natural y el creado por la humanidad, mediante la adquisición de conocimientos, valores, actitudes y habilidades que les permitió participar de manera responsable (Rengifo *et al.*, 2012).

Desde el inicio del proyecto, se implementaron diversos talleres y actividades de educación ambiental a través de la Guía “Agua y Educación: guía general para docentes de las Américas y el Caribe”. Con la implementación de la Guía del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO-PHI, fundación del Proyecto WET Internacional, se promovió el aprecio, conocimiento, concientización, respeto por el agua, los recursos naturales y la protección del medio ambiente entre las comunidades beneficiadas. Con el apoyo de las herramientas didácticas, se fomentó la apropiación de actitudes positivas para evitar el deterioro de los recursos naturales.

### Conservación de la biodiversidad

La zona húmeda del Sistema Lagunar de Alvarado constituye una de las áreas con mayor importancia de biodiversidad en el Estado de Veracruz. Partiendo de la conservación y mejoramiento de la masa forestal del ecosistema de manglar, en 500 hectáreas se busca mantener los procesos ecológicos, permitiendo el establecimiento de especies naturales y nativas que mejoren las condiciones actuales de conectividad entre los distintos tipos de hábitat existentes en la región, favoreciendo a la fauna acuática y terrestre, residente y migratoria.

Así mismo, fortaleciendo y llevando a cabo acciones de vigilancia se ha logrado disuadir aquellas actividades ilícitas dentro de las áreas beneficiadas y que ponen en riesgo la provisión de los servicios ambientales, favoreciendo además la regeneración natural de especies forestales y la disminución de la compactación del suelo.

### Restauración del ecosistema

La deforestación en las partes altas de la cuenca ocasiona el arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua, lo cual afecta hábitats de importancia de donde se sustenta la pesca productiva de las comunidades humanas que dependen de ella. Hasta el día de hoy, se han realizado actividades para rehabilitar y desazolver los canales de agua dulce, resultado de la acumulación y arrastre de sedimentos y por el taponamiento de las bocas naturales y cursos de agua, creando condiciones de alta salinidad perjudiciales para las especies que allí se desarrollan e impactando de manera directa principalmente a las actividades productivas relacionadas con las pesquerías. Lo anterior se ha logrado a través acciones de eliminación y estabilización de los bordos, acomodo de material muerto, colecta y acopio de residuos inorgánicos y retiro directo del material acumulado (sedimentos).

Además de las acciones anteriores, los recursos económicos inyectados en el proyecto han permitido el desarrollo de infraestructura local como una estrategia de cambio y mejora comunitaria.

## Referencias bibliográficas

- Montejo-Díaz, J.E. 2003. Un programa de estudio de poblaciones de aves y sus relaciones con el hábitat, conectado con el manejo del humedal y tierras de uso agrícola, así como programas de educación ambiental en el humedal de la Laguna de Alvarado. En: Portilla-Ochoa, E., A.I. Sánchez-Hernández, A. Ortega-Argueta, A. Juárez-Eusebio, H.E. Escobar-López, R. Gutiérrez-García, J.E. Montejo-Díaz, B.E. Cortina-Julio, S. Garza-Garza y C. García-Hernández. 2003. *Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México: Bases para su Ordenamiento Ecológico y Social*. Informe Técnico Semestral. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. 45 p.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, jueves 30 de noviembre de 2010 (Segunda Sección). 77 p.
- Portilla-Ochoa, E., A.I. Sánchez-Hernández, A. Ortega-Argueta, A. Juárez-Eusebio, H.E. Escobar-López, R. Gutiérrez-García, J.E. Montejo-Díaz, B.E. Cortina-Julio, S. Garza-Garza y C. García-Hernández. 2003. *Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México: Bases para su Ordenamiento Ecológico y Social*. Informe Técnico Semestral. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. 45 p.
- Tovilla, H.C. 1998. *Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México*. (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 368 p.

## Referencias por Internet:

- Benítez, H., C. Arizmendi, y L. Márquez. 1999. Base de datos de las AICA C-50 Humedales de Alvarado. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. Recuperado el 16 noviembre, 2015 de: [http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas\\_progs/buscar.pl?aica=41](http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas_progs/buscar.pl?aica=41)
- Carmona-Díaz, G., J.E. Morales-Mávil y E. Rodríguez-Luna. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques* Número especial 2: 5-23. Recuperado el 01 junio, 2013 de: <http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/No.esp.2/carmona%20et%20al%202004.pdf>
- Consejo de Cuenca del Río Papaloapan (CCRP, s/a.). Recuperado el 10 noviembre, 2015 de: <http://consejocuencapapaloapan.org/>

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), The Nature Conservancy, CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) y PRONATURA, s/a. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. The Nature Conservancy. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. PRONATURA. México, Distrito Federal, México. Recuperado el 10 noviembre, 2015 de:  
[http://www.conabio.gob.mx/gap/images/1/1b/60\\_Sistema\\_Lagunar\\_Alvarado.pdf](http://www.conabio.gob.mx/gap/images/1/1b/60_Sistema_Lagunar_Alvarado.pdf)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010a. Carta de uso de suelo y vegetación serie 5 (capa unión). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 15 marzo, 2014 de:  
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/default.aspx>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010b. Censo de población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 15 marzo, 2014 de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/>
- Linares, M.R.M., C.H. Tovilla y J.C. P. De la Presa. 2004. Educación ambiental: una alternativa para la conservación del manglar. Madera y Bosques Número especial 2: 105-114. Recuperado el 01 junio, 2013 de:  
<http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumenes/No.esp.2/linares%20et%20al%202004.pdf>
- Medina-Chena, A., T.E. Salazar-Chimal y J. L. Álvarez-Palacios. 2010. Fisiografía y Suelos. En: Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz; Enrique Florescano, Juan Ortiz Escamilla, coordinadores. México: Gobierno del Estado de Veracruz: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana: Universidad Veracruzana, 2010. 1: 29-42. ISBN 9786079513160. Recuperado el 15 junio, 2015 de:  
<http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/9647>
- PAOT (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial). 2012. Centro de Información y Documentación de la PAOT. Recuperado el 18 marzo, 2014 de  
<http://centro.paot.mx/index.php/porinstituciones/paot/tag/36>
- Rengifo R. B.A., L. Quitiaquez-Segura y F.J. Mora-Córdoba. 2012. La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. Recuperado el 22 junio, 2014 de:  
<http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/06-B-Rengifo.pdf>

## 1.4. EL TRANSPORTE MARÍTIMO MUNDIAL Y LAS BIOINVASIONES MARINAS: PROPUESTA PREVENTIVA PARA MÉXICO

*The world maritime transport and marine bioinvasions: a preventive proposal for Mexico*

Héctor García-Escobar<sup>1</sup> y Yuri B. Okolodkov<sup>2\*</sup>

### Resumen

El transporte marítimo distribuye más de 80% por volumen y más de 70% por valor de la producción mundial de bienes y servicios, que se incrementa constantemente, motivando el crecimiento de la flota mundial, tanto en tonelaje como en número de embarcaciones, que incide en una mayor demanda de infraestructura portuaria e intermodal para aumentar la eficiencia del comercio mundial. Además, se ha demostrado, que el transporte marítimo ha generado un cambio importante en el medio ambiente marino, ya que las embarcaciones generan alteraciones tanto en la atmósfera como en los ecosistemas. México ha tenido un cambio en su política económica desde la década de 1980, enfocado a mantener un alto nivel competitivo a nivel mundial, particularmente, en el sector de comunicaciones y transportes, por lo que en 1993 se decretó la Ley de Puertos, con la que se cambiaron las funciones de operación y administración portuaria, ya que se operaba de manera centralizada a nivel federal, pasando a ser local y mercantil. En este contexto, se cuenta con los elementos necesarios para abordar la problemática del riesgo ambiental marino en México. Se presenta la propuesta nacional preventiva para enfrentar los retos derivados de la presión socioeconómica costera.

**Palabras clave:** Bioinvasiones, legislación, política económica, riesgo ambiental, transporte marítimo, México.

<sup>1</sup> Asesor Marítimo Portuario Ambiental. División de Educación Continua Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. Edificio de Posgrado de Arquitectura, 1er Nivel. Circuito Interior de Ciudad Universitaria. México, D.F., C.P. 04510, México.

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Universidad Veracruzana. Calle Hidalgo Núm. 617. Col. Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz, C.P. 94290, México.

\* Autor para correspondencia: yuriokolodkov@yahoo.com

## Abstract

Maritime transport distributes over 80% in volume and more than 70% in value of the world production of goods and services. This is constantly increasing, forcing the world fleet to grow in tonnage as well as in the number of ships, which necessitates a greater demand for port and intermodal infrastructure to increase world trade efficiency. Furthermore, it has been shown that maritime transport has caused important changes in the marine environment due to disturbance of both the atmosphere and ecosystems by ships. Mexico has had an economic political shift since the 1980s as it focuses on maintaining its competitive edge on a world-scale level. In particular, in the communications and transport sectors, in 1993 the Ports Law was adopted, changing seaport operations and administration from centralized federal operations to local and commercial ones. In this context, there are enough elements to take into account to deal with Mexico's marine environmental risk. A preventive national proposal is outlined to meet challenges derived from coastal socio-economic pressures.

**Key words:** Bioinvasions, legislation, economic policy, environmental risk, maritime transport, Mexico.

## Introducción

El incremento de la población mundial y la difusión de la propaganda comercial han fomentado la demanda de los bienes y productos. El transporte marítimo distribuye más de 80% por volumen y más de 70% por valor alrededor del 75% de la carga comercial mundial (UNCTAD, 2017), destacando Eurasia y Norteamérica. En México, se realizaron dos revisiones exhaustivas de los problemas relacionados al agua de lastre y bioinvasiones asociadas, con énfasis especial en las especies invasoras acuáticas, incluyendo las aguas marinas y continentales a escala nacional (Okolodkov *et al.*, 2007) y en el agua de lastre y leyes nacionales e internacionales relacionados con ésta (Okolodkov y García-Escobar, 2014). La Convención Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques fue aceptada por consenso en una Conferencia Diplomática en la Organización Marítima Internacional (OMI) en Londres el 13 de febrero de 2004 y, finalmente, entró en vigor el 8 de septiembre de 2017. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) publicó la "Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación" (Koleff *et al.*, 2010), dando el primer paso a nivel nacional sobre el tema. Más recientemente, por la iniciativa de la CONABIO, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) publicaron dos libros sobre bioinvasiones en México (Mendoza-Alfaro y Koleff-Osorio, 2014; Low-Pfeng *et al.*, 2014), que representan un gran esfuerzo a nivel nacional y gubernamental.

## Transporte marítimo

Son relevantes los beneficios que el transporte marítimo representa para la población que esta asociada a la producción y el consumo de bienes; sin embargo, también es importante considerar aspectos que impactan al ambiente. Uno de los más importantes es el traslado de agua de lastre en escala mundial, sin descartar los derrames de hidrocarburos, las posibles colisiones de buques, incendios, modificaciones en las costas para ampliación de infraestructura portuaria que puedan impactar en zonas de arrecifes de coral, presión socioeconómica al incrementarse las actividades pesqueras y turísticas, descargas de agua de sentinas, al igual que la realizada por parte de la industria pesquera y los desarrollos urbanos costeros, los cuales incrementan la vulnerabilidad ecológica costera y marina.

Para mantener segura la navegación, las embarcaciones requieren estar cargadas en su totalidad; sin embargo, en ocasiones esta condición no es posible tenerla al 100%, por lo que requieren utilizar un peso extra llamado lastre, obteniéndolo al incorporar agua a tanques a bordo para mantener la estabilidad del buque. Esta es el agua de lastre que se descarga antes del arribo al puerto de recalada.

Se estima que existe un traslado mundial de alrededor de 3,500 megatoneladas de agua de lastre por año; anualmente, aproximadamente 2,788 megatoneladas de agua de lastre se intercambian en el mar abierto (Endresen *et al.*, 2004). Anteriormente, los océanos representaban un umbral en este aspecto, ya que la navegación era muy lenta y la carga transportada era necesaria, pero por diferentes razones, tanto el zarpe como el arribo, eran imprecisos, y se tardaba más tiempo en llegar a su destino que en la actualidad, por lo que el transporte marítimo se operaba independientemente de otros medios de transporte. En años recientes, debido a los avances tecnológicos y que la cadena de producción global está en una nueva fase llamada “*just in time*” (en español: justo a tiempo) bajo el sistema Kanban, el transporte marítimo se ha incorporado como parte de la logística de ésta, lo que ha motivado que la flota marítima mundial registre incrementos tanto en número de embarcaciones como en el tonelaje total.

Paralelamente, las embarcaciones están tendiendo a tener una mayor capacidad de carga, siendo emblemático el portacontenedor Triple E, por tener la posibilidad de transportar de 14 a 18 mil TEUs (en inglés: Twenty Equivalent Units; en español: veinte unidades equivalentes) y con maquinaria que acorta el tiempo entre los puertos de recalada. También hay que señalar, que las dimensiones de estos buques son mayores, destacando la eslora de 440 m, la manga de 59 m y el calado de 16.5 m, motivando que las instalaciones portuarias deban ampliarse y ser más eficientes para las operaciones de carga/descarga. El significado para México es relevante, ya que en sus 114 puertos y terminales habilitadas se operan buques con diferentes cargas nacionales y extranjeras, además de las operaciones con los cruceros turísticos y transbordadores, lo que ha significado que en sus costas se registre un importante índice de crecimiento urbano, motivado por las diferentes actividades asociadas con la apertura de nuevos negocios, tanto del comercio como del turismo, que ofrecen oportunidades de trabajo para estos nuevos desarrollos costeros.

Conforme a los lineamientos de la arquitectura naval, una embarcación está construida para navegar en casi cualquier condición de mar, cargada de acuerdo con los cánones respectivos y poder tener flotabilidad y estabilidad, lo que significa seguridad en estas circunstancias. Las embarcaciones se desplazan en medios líquidos de diferente densidad (agua de mar, agua dulce), por lo que sus movimientos están dirigidos en tres ejes (Figura 18). Al ser la embarcación un sólido (generalmente es de acero) está sometida a dichas fuerzas y, por la naturaleza de la masa que representa, puede motivar torsiones y flexiones en sus estructuras, que pueden llegar a fatigar la estructura y ocasionar una o varias rupturas y hundirse, por lo que se requiere del conocimiento experto del navegante para salir de estas circunstancias que se presentan en el tiempo ciclónico, con mareas gruesas.

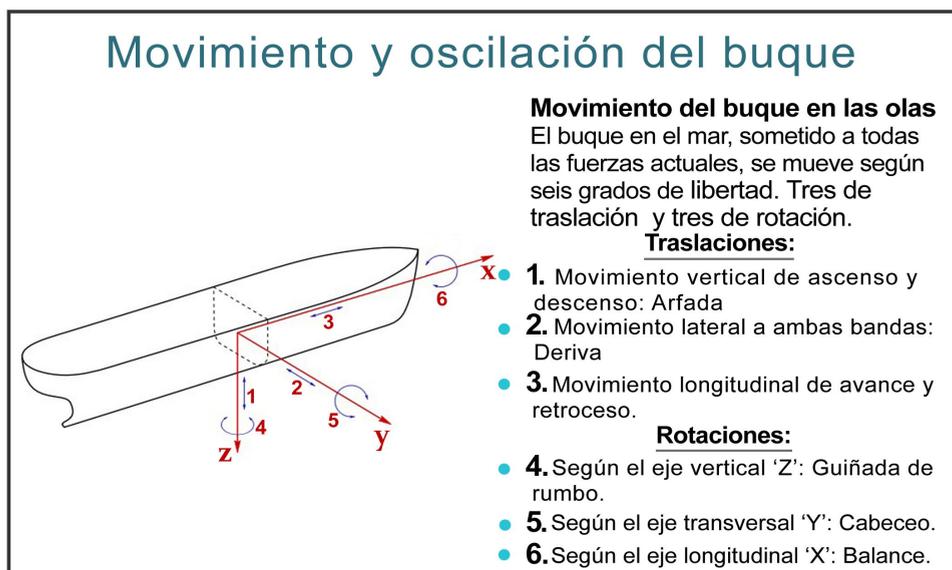


Figura 18. Movimiento compuesto del buque, desagregado en tres ejes (Mandelli, 1975)

Para mantener la seguridad de los buques en su navegación, estabilidad y control de los esfuerzos de la estructura del buque, es necesario que esté cargado con buena maquinaria y experiencia de la tripulación. Sin embargo, en ocasiones se debe navegar con menos carga de la requerida, lo que hace a la embarcación con más riesgos debido a la exposición de la obra muerta (parte superior de la línea de flotación) a las condiciones ambientales y sus efectos sobre la estructura del buque. En estos casos se requiere incrementar el peso de la embarcación, es decir, agregar carga “inocua” o lastrar el buque.

La solución es incorporar agua en tanques que se utilizan para “nivelar” la embarcación, usando momentos físicos. Esta agua es el agua de lastre, que se incorpora a tanques a los cuales se les denomina tanques de lastre (Figura 19); a esta agua entran organismos vivos y que algunos pueden viajar sin ser afectados por estas nuevas condiciones, aunque otros no sobreviven por no tener la misma fortaleza que los primeros.

Esta es agua que puede ser tanto de mar como dulce, y antes de llegar al puerto de destino (y al realizar carga de productos en el puerto), se debe descargar junto con los sedimentos asociados, porque incluye especies acuáticas vivas que pueden ser invasoras para la región en donde son transportadas y depositadas. También se llevan “polizones”, organismos vivos adheridos al casco (en algunas partes de México se les llama “broma”) o a las superficies dentro de los tanques de lastre.

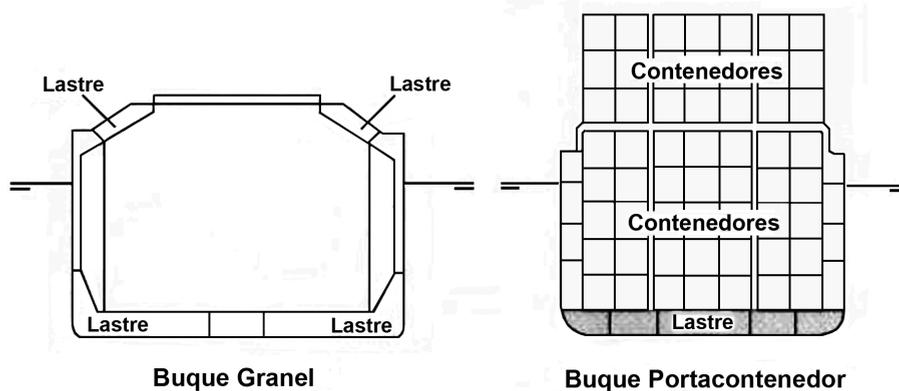


Figura 19. Comparación de localización de tanques de lastre en dos tipos de buques (modificado de: Stemming the tide..., 1996)

## Riesgos ambientales

Además de la carga operada, el sector turismo también tiene impactos ambientales directos e indirectos. Desde la década de 1950 el turismo internacional ha tenido un constante incremento en el flujo de pasajeros en todos los medios de transporte. En relación con las regiones, en Europa fluye el mayor porcentaje de pasajeros a nivel mundial (51%), seguido por Asia y el Pacífico (22%), América (16%), Medio Oriente (6%) y África (5%) (WTO, 2010).

En lo que concierne a la industria de cruceros, los tres principales destinos en el Caribe entre enero y julio de 2012 fueron: Bahamas con 2.67 millones de pasajeros (Mdp), Cozumel (México) registró 1.70 Mdp y las Islas Vírgenes (EUA) 1.30 Mdp. Estos tres destinos reciben 46% de los pasajeros en la región del Caribe (CTO, 2012), y existe una clara tendencia para el incremento de los cruceros hacia el Caribe Occidental, ya que se estima que los puertos de la Península de Yucatán (la región del Caribe mexicano llamada Rivera Maya) tendrán un significativo incremento de pasajeros, superando al Puerto de St. Thomas (Santo Tomás), Islas Vírgenes (EUA), que una vez fue líder regional de estos destinos y superaron a las Bahamas (Hamilton, 2003).

La zona del Mar Caribe es el destino de cruceros más popular para el mercado norteamericano, por lo que las principales compañías dedicadas a esta actividad tienen una estrategia para esta zona al dividirla en cuatro categorías: las Bahamas, Caribe Oriental, Occidental y Sur. Se ha observado, que hay una clara tendencia de dirigir las inversiones y esfuerzos hacia el sector occidental, y existe una buena razón para ello, ya que los planificadores de los itinerarios encontraron la posibilidad de ofertar un paquete de por lo menos tres de las cuatro culturas separadas en un crucero de siete días, comparando con la percepción del producto relativamente homogéneo del Caribe Oriental.

Es sabido, que en épocas de alto flujo de turismo se ofrezcan empleos para contratar a mujeres que trabajen en tiempo parcial con bajos salarios (Thomas *et al.*, 2005), siendo un indicador del atractivo que tiene la región, cuyos índices de migración para el Caribe mexicano son los más elevados de la región (como Playa del Carmen y Cozumel) y del país (Gutiérrez de MacGregor y González-Sánchez, 1999), motivando otro problema significativo: el crecimiento urbano desordenado, ya que se lleva a cabo sin tener un plan de desarrollo regional (Brenner y Aguilar, 2002). Estos atractivos son benéficos para los inversionistas, ya que la mano de obra en la región es barata y pueden crear grandes consorcios turísticos asociados a la industria de los cruceros. Este enfoque es primordial, ya que los cruceros más rentables son los que llevan más pasajeros, es decir, los megacruceros que requieren mayor infraestructura portuaria, lo que viene a alterar los ecosistemas. Cabe recordar, que la sustentabilidad de los océanos se liga con el control de las altas tasas de crecimiento poblacional, urbanización e industrialización, que cada vez más utilizan a los océanos de diferentes maneras, y son precisamente estas actividades las que generan numerosas externalidades marinas, que entre otras contribuyen a elevar los niveles de contaminación y degradación de los ecosistemas marinos. El 60% de los servicios de ecosistemas en el mundo están disminuyendo, y muchos de ellos son los que prestan los ecosistemas marinos y costeros (PNUMA, 2007). En el caso de la sustentabilidad de las costas nacionales, ésta se encuentra muy presionada por la migración (Skop *et al.*, 2006) y el crecimiento de la población urbana en la costa (Gutiérrez de MacGregor y González-Sánchez, 1999). Además del desarrollo urbano y otros usos intensos del suelo, como los puertos marítimos, el fomento de instalaciones industriales, al igual que los centros turísticos y los desarrollos de cultivos marinos, todo en su conjunto viene a transformar los ecosistemas de la línea costera y promueven más cambios en el hábitat marino (Dow, 1999).

Si bien se han visto de manera parcial los aspectos urbanos ligados a las funciones portuarias, la ciudad portuaria y el puerto se desarrollan de manera paralela debido a su propia génesis y, aunque las ciudades están compartiendo espacios contiguos con los puertos, su administración y proyección son diferentes, ya que la planeación de la ciudad se vincula con el municipio, que está sujeto al Estado; mientras que el puerto tiene su planeación federal, con alcances locales, regionales, nacionales e internacionales. Lo que se destaca de estas apreciaciones es que ambas entidades (puerto y ciudad) comparten un espacio muy competido por los desarrollos físicos de cada uno y cuyas actividades afectan el puerto a la ciudad y juntas al ambiente, ocasionado por diferentes fuentes: transporte terrestre, lo que implica afectación en la vialidad urbana, ocasionado ruido, daños a las vías de acceso, contaminación a la atmósfera, invasiones de zonas de riesgo ambiental, sin dejar de tomar en cuenta que cada elemento por sí mismo ocasiona impactos ambientales.

## Puertos mexicanos

El Sistema Portuario Nacional (Figura 20) está conformado por 114 puertos (en el presente, probablemente, 117) y terminales habilitadas (56 en el Pacífico y 58 en el Golfo de México y Caribe); 66 son para tráfico de altura y cabotaje y 48 únicamente de cabotaje. La capacidad para el manejo de carga comercial no petrolera es de 187.3 millones de toneladas, dispone de 198.1 kilómetros de muelles, 149.3 kilómetros de obras de protección y 5.6 millones de metros cuadrados de áreas de almacenamiento (SCT, 2008). En 2012 los puertos mexicanos operaron 282 millones 125 mil 604 toneladas de carga operadas por 24,849 buques en ambos litorales (SCT, 2012), destacando las operaciones de 4,810,170 TEUs siendo el 99.9% en el tráfico de altura. En las aguas mexicanas se descargan anualmente alrededor de 50 millones de metros cúbicos de agua de lastre (Okolodkov *et al.*, 2007). Esto significa la posibilidad de riesgo de que estas embarcaciones dejen o hayan dejado especies no indígenas transportadas por el agua de lastre en ambos litorales.

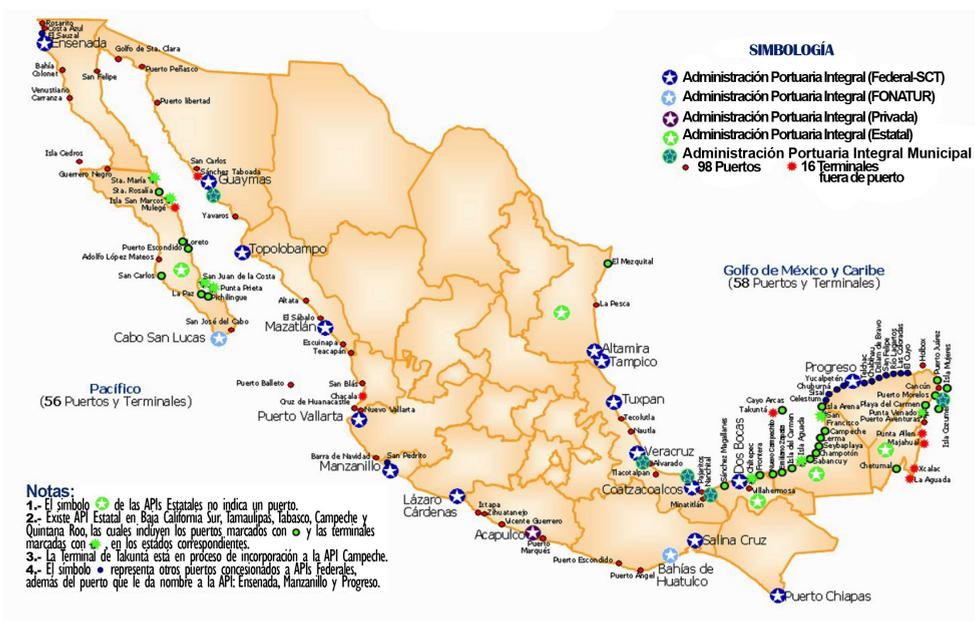


Figura 20. Mapa del Sistema Portuario Nacional (SCT, 2008)

Considerando que todos los puertos mexicanos pueden estar vulnerables a los posibles impactos ambientales por esta problemática, es importante tomar en cuenta que la mayor actividad de los puertos mexicanos reside en algunos de ellos, cuya importancia está definida por la estructura de la jerarquía portuaria (García-Escobar, 2003), en la que con 12 variables relacionadas con los principales puertos, correspondientes a 12 Administraciones Portuarias Integrales (API) con participación federal, se tuvo como resultado el siguiente orden de prioridad descendente: Veracruz, Manzanillo, Altamira,

Lázaro Cárdenas, Tuxpan, Tampico, Ensenada, Mazatlán, Progreso, Coatzacoalcos, Salina Cruz y Puerto Morelos. Es recomendable que en estos puertos se inicien los trabajos preventivos, sin dejar de considerar que la tarea de la protección es hacia las zonas marinas y costeras nacionales, en las que se encuentran con diferentes asentamientos humanos de escasa población, cuya subsistencia depende de los recursos marinos y que prácticamente están aislados de centros de población urbanos.

Con el desarrollo del país se han abierto nuevos horizontes y alternativas para su continua incorporación al ritmo mundial que marca la pauta económica. Para ello, es importante fomentar el desarrollo de la marina mercante para vincular estos asentamientos costeros en diferentes escalas tomando como ejemplo la propuesta y el análisis de una naviera (García-Escobar, 1996).

En México existen diferentes instituciones de investigación en ciencias marinas y grupos especializados en el tema del agua de lastre y de las incrustaciones en los buques, pero de manera general no se tiene muy claro el conocimiento del sector marítimo, tanto en sus funciones como de las normativas nacionales, cuyo desconocimiento limita las posibilidades para abordar las embarcaciones, además de la falta de un programa nacional que los integre para llevar a cabo un plan que se aboque al planteamiento integral y transdisciplinario de la problemática y que pueda incorporar las demandas del conocimiento a los diferentes agentes del desarrollo como lo son las secretarías del ramo {SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), SEMAR (Secretaría de Marina de México), SECTUR (Secretaría de Turismo)}, las organizaciones empresariales (pesca, comercio y turismo), los sectores académicos {UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), IPN (Instituto Politécnico Nacional), CINVESTAV (Centro de Investigación y Estudios Avanzados), UABC (Universidad Autónoma de Baja California), CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada), Universidad Veracruzana, entre otros}, agentes navieros, gobiernos estatales y municipales (costeros de preferencia), para abordar en pleno la problemática y las soluciones, al establecer las normas que rijan en los lugares, en los que se tenga relación comercial vía acuática, de la posibilidad de recibir especies acuáticas invasoras y prevenir las afectaciones que puedan ocurrir. La ciencia biológica no puede predecir con cierta exactitud cuáles son las especies que son ambientalmente benignas a su ambiente nativo y que continuarán siendo cuando se introducen en una nueva localidad, por lo que se hace necesario realizar un inventario nacional certificado y confiable (en sus adecuadas dimensiones) para definir las posibles especies que puedan alterar los ecosistemas.

A pesar de que México cuenta con grandes litorales (11,122 km en su parte continental, sin incluir litorales insulares) y que se ha incrementado la población costera debido a las nuevas alternativas de desarrollo, de manera general se puede afirmar que es escaso el conocimiento de los conceptos náuticos, de los buques y la navegación. El sector académico relacionado con las ciencias marinas ha desarrollado diferentes cursos y planteado una serie de investigaciones relacionadas con el mar y los océanos. Las actividades oceanográficas se llevan a cabo en diferentes embarcaciones, y el conocimiento de los buques es muy específico, limitado a lo mínimo necesario (eslora,

manga, puntal, tonelaje bruto, tonelaje neto, proa, popa, etc.) debido a que la toma de muestras se realiza por la borda de las embarcaciones, es decir, cualquier embarcación puede ser utilizada para tales efectos. Sin embargo, para realizar la toma de muestras del agua de lastre y de sedimentos asociados se requiere conocer y entender, primero, que los barcos requieren del agua de lastre para su estabilidad, además de la diferente estructura interna de las embarcaciones por el tipo de carga que llevan, aunado a la forma y lugar de los tanques de lastre que también varían dependiendo del tipo de buque (Figura 19). Todos los buques están obligados a tener un control sobre el agua de lastre, que se registra en bitácoras de agua de lastre para llevar a cabo el reporte correspondiente.

## Avances en México

En México ya se han iniciado algunos estudios del agua de lastre y sedimentos asociados (Olvera-Novoa *et al.*, 2005, 2006) y del casco de los buques (Aguirre-Macedo *et al.*, 2008), además de la preparación de grupos académicos {CICIMAR (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas)-IPN, La Paz, Baja California Sur; curso “Actividad antiincrustante de organismos marinos”}. México ha iniciado varias acciones formales para abordar la puesta en marcha de la legislación y mantener vigente la protección de los ecosistemas. Tal es el caso de la información presentada por el Gobierno de México ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (SEMARNAP, 1997), la Norma sobre la Administración y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales (NOM-036-SCT4-2007) (SCT, 2007), Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (SRE, 1999); Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques (SRE, 2009), entre otros. México participa en actividades vinculadas con la región del Caribe, en la REMPEITC GloBallast Wider Caribbean Region, en la que está incluida la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Comisión Interamericana de Puertos (CIP) (GloBallast Partnerships, 2009).

## Propuesta para México

La investigación y el monitoreo deben ser tareas permanentes y hacer participe a la comunidad. De manera preventiva, se debe establecer un control fronterizo y medidas de cuarentena, contando con los apoyos de los estados vecinos, intercambiando información de manera directa o en foros regionales y mantener grupos que formen más equipos de investigación.

En el caso de que exista alguna introducción de especies no indígenas (intencional o no intencional), los estados deben estar alerta para cualquiera de estos eventos y hacer una evaluación de riesgo, con la finalidad de mitigar los impactos para erradicarlas y limitar el área de influencia a través del control de las autoridades de los Estados Rectores Regionales.

Las acciones necesarias son: 1) de manera general el Estado Rector debe dirigir y respaldar la investigación y promover el desarrollo de tecnologías de tratamiento más eficaces y fomentar una implantación rápida del Convenio sobre el Agua de Lastre de la OMI; 2) paralelamente, a bordo impartir cursos a las tripulaciones de los buques del Estado Rector para evitar el lastrado en zonas y en situaciones que planteen riesgos; mantener los tanques de lastre sin sedimentos; cambiar el agua de lastre en el mar abierto, cuando sea seguro y practico; llevar un plan de gestión del agua de lastre a bordo y aplicarlo; mantener al día el libro de registro del agua de lastre y entregar los formularios de notificación a las autoridades del Estado Rector del puerto y cumplir la legislación del Estado Rector del puerto; y 3) en el puerto, el Estado Rector debe designar un organismo coordinador y constituir un grupo de trabajo nacional; realizar campañas de concientización; pedir a los buques que presenten formularios de notificación a su llegada y establecer un sistema de información nacional; llevar a cabo una evaluación de riesgos para cada puerto; efectuar observaciones y reconocimientos biológicos en los puertos y alertar al sector sobre los brotes de especies dañinas; habilitar instalaciones eficaces y rentables de tratamiento del agua de lastre en tierra.

## Agradecimientos

Se agradece el apoyo académico y logístico recibido de la Naviera Transportación Marítima de California, S.A. de C.V. y por su paciencia al atendernos a los diferentes grupos de académicos, investigadores y alumnos del posgrado que durante varios años tuvimos su decidido y eficiente apoyo.

## Referencias bibliográficas

- Aguirre-Macedo, M.L., V.M. Vidal-Martínez, J.A. Herrera-Silveira, D.S. Valdés-Lozano, M. Herrera-Rodríguez y M.A. Olvera-Novoa. 2008. Ballast water as a vector of coral pathogens in the Gulf of Mexico: The case of the Cayo Arcas coral reef. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1570- 1577.
- Brenner, L. y A.G. Aguilar. 2002. Luxury tourism and regional economic development in Mexico. *The Professional Geographer*, 54(4): 500- 520.
- Dow, K. 1999. Caught in the currents: pollution, risk, and environmental change in marine space. *The Professional Geographer*, 51(3): 414- 426.
- Endresen, Ø., H.L. Behrens, S. Brynstad, A.B. Andersen y R. Skjong. 2004. Challenges in global ballast water management. *Marine Pollution Bulletin*, 48: 615- 623.

- García-Escobar, H. 1996. La participación de las actividades marítimas en el desarrollo de La Paz, B.C.S., México (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 119 p.
- García-Escobar, H. 2003. Los puertos mexicanos: análisis espacio-temporal del tráfico de altura (1977 y 1998) (Tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 266 p.
- GloBallast Partnerships. 2009. Report on the First GloBallast Regional Task Force Meeting. Panama City, Panama, 7-8 December 2009. Regional Activity Center/Regional Marine Pollution Emergency, Information and Training Center (RAC/REMPEITC-Caribe). 79 p., incl. annexes I-VI.
- Gutiérrez de MacGregor, M.T. y J. González-Sánchez. 1999. Las costas mexicanas y su crecimiento urbano. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 40: 110-126.
- Hamilton, C. 2003. A review of Caribbean tourism in the 1990s and at the beginning of the new century. LC/CAR/G.734. The Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC).
- Koleff, P., A.I. González y G. Born-Schmidt. (coord.). 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 91 p.
- Low-Pfeng, A.M., P.A. Quijón y E.M. Peters-Recagno (eds.). 2014. Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México, D.F., México, University of Prince Edward Island (UPEI), Charlottetown, Prince Edward Island, Canada. xi+631 p.
- Mandelli, A. 1975. Elementos de arquitectura naval. Librería y Editorial Alsina. Alsina. Buenos Aires, Argentina. 206 p.
- Mendoza-Alfaro, R.E. y P. Koleff-Osorio (coord.). 2014. Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. 555 p.
- Okolodkov, Y.B., R. Bastida-Zavala, A.L. Ibáñez-Aguirre, J.W. Chapman, E. Suárez-Morales, F. Pedroche y F.J. Gutiérrez-Mendieta. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar*, 11(32): 29-67.

- Okolodkov, Y.B. y H. García-Escobar. 2014. Agua de lastre y transporte de los organismos incrustantes, leyes y acciones: perspectivas para México. En Low-Pfeng, A.M., P.A. Quijón y E.M. Peters-Recagno (eds.). *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México* (pp. 55-80). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México, D.F., México, University of Prince Edward Island (UPEI), Charlottetown, Prince Edward Island, Canada.
- Olvera-Novoa, M., D. Valdés-Lozano, G. Gold-Bouchot, V. Macías-Zamora, J. Herrera-Silveira, U. Ordoñez-López, L. Aguirre-Macedo y V. Vidal-Martínez. 2005. Caracterización del agua de lastre, Cayo Arcas 2005. Informe final a PEMEX. Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México. 396 p.
- Olvera-Novoa, M., D. Valdés-Lozano, G. Gold-Bouchot, V. Macías-Zamora, J. Herrera-Silveira, U. Ordoñez-López, L. Aguirre-Macedo y V. Vidal-Martínez. 2006. Caracterización del agua de lastre, Cayo Arcas 2006. Informe final a PEMEX. Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México. 268 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2007. Novena Reunión Mundial de los Convenios y Planes de Acción de Mares Regionales. Jeddah, Reino de Arabia Saudita. 29 a 31 de octubre de 2007. 4 p.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-036- SCT4-2007. Administración y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales. Diario Oficial de Federación, 17 de agosto de 2007. México, D.F.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2008. Programa Nacional de Desarrollo Portuario 2007-2030. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. México, D.F. 75 p.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2012. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Informe Estadístico Mensual. Movimiento de Carga, Buques y Pasajeros Enero - diciembre, 2011 - 2012 p/ Datos preliminares p/ Dirección General de Puertos. México. D.F.
- Skop, E., B. Gratton y M.P. Guttman. 2006. La frontera and beyond: Geography and demography in Mexican American history. *The Professional Geographer*, 58(1): 78- 98.
- SRE (Secretaría de Relaciones Exteriores). 2009. Decreto Promulgatorio del Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques, adoptado en Londres, el cinco de octubre de dos mil uno. Diario Oficial de Federación, 19 de noviembre de 2008. México, D.F. 19 p.

Stemming the tide: controlling introductions of nonindigenous species by ships' ballast water. 1996. Committee on Ships' Ballast Operations, Marine Board, Commission on Engineering and Technical Systems, National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C., U.S.A. xiii+141 p.

Thomas, R., B. Pigozzi and R. Sambrook. 2005. Tourist carrying capacity measures: Crowding syndrome in The Caribbean. *The Professional Geographer* 57(1): 13-20.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). 2017. Review on Maritime Transport 2017. United Nations. New York, Geneva. xiii+114 p.

WTO (World Tourism Organization). 2010. Annual Report. World Tourism Organization. Madrid, Spain. 86 p.

### Referencias por Internet:

CTO (Caribbean Tourism Organization). 2012. Caribbean Tourism Organization Statistics 2011, Cruise and Market.

<http://www.onecaribbean.org/statistics/2011statistics/default.aspx>;  
<http://www.onecaribbean.org/content/files/Apr11CruiseArrival2011-2010.pdf>

SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1997. Reseña de México. Aplicación del Programa 21, Examen de los Adelantos Realizados desde la Conferencia de Las Naciones Unidas Sobre El Medio Ambiente y El Desarrollo, 1992. Quinta Sesión, del 7 al 25 de abril de 1997. Nueva York.

<http://www.un.org/esa/earthsummit/mex1-cp.htm>





# EDUCACIÓN



Instalaciones Brigada Universitaria de Servicio Social en El Llanillo Redondo, Las Vigas de Ramírez,  
Veracruz, México (2017) / © Luis Pacheco-Cobos



## 2. EDUCACIÓN

*“En todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad la educación científica se realiza con el fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos”*

*(Declaración de Budapest, 1999)*

Hoy en día la inmensa generación de conocimiento en temas relacionados con las ciencias biológicas tiene una importancia vital para el desarrollo de una sociedad. Desde el momento que los integrantes de una población, sin importar su nivel de educación, conocen y se apropian del conocimiento de los pueblos originarios, para darle una utilidad al mismo, reconocemos el proceso de la alfabetización científica. Es decir, estar informados acerca de los sistemas biológicos, ecosistemas, especies, interacciones bióticas, posibilita la toma de decisiones pertinentes, en donde cada ciudadano desarrolla un criterio propio para opinar, aceptar y generar propuestas viables para establecer relaciones con su entorno y desde éstas, mejorar su vida comunitaria, ya sea a nivel local, regional, nacional y mundial, además de incrementar su calidad de vida. En esta directriz, es a través de la educación que la generación de conocimiento y su aplicación en la vida cotidiana tienden a transferirse de las instancias académicas a la población en un continuo diálogo de saberes.

En México, la generación de conocimiento formal se realiza principalmente en universidades públicas y con dinero aportado por la sociedad. De esta manera, queda implícita la necesidad y obligación de los universitarios para retribuir a la sociedad con los beneficios de los hallazgos científicos. Este acercamiento entre los especialistas en un tema en particular con la sociedad puede llevarse a cabo por metodologías educativas de tipo formal, o informal. Recientemente, una estrategia de educación informal sumamente aceptada es el trabajo multidisciplinario para formular talleres teórico-prácticos participativos, en los cuales los educandos reconocen e identifican una problemática en su entorno y, a partir de la reflexión, construyen y se apropian del conocimiento para encontrar una solución en colaboración con sus semejantes.

Sin embargo, aunque el impacto de la información es benéfico para la sociedad en general, la asimilación y formación eficiente en temas científicos se da de forma natural en estudiantes de nivel básico, principalmente los niños de preescolar y primaria, constituyendo la estrategia de enseñanza aprendizaje que aportarán los mejores resultados en un futuro próximo.



## 2.1. ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA PARA LA CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN LA ZONA COSTERA CENTRAL DE VERACRUZ, MÉXICO

*Education in biology for sea turtle conservation in the central coastal zone of Veracruz, Mexico*

Pascual Linares-Márquez<sup>1\*</sup>, Celia Cecilia Acosta-Hernández<sup>1</sup>, Nadia Martínez-Barrientos<sup>1</sup>,  
Albertina Cortés-Sol<sup>1</sup> y Claudia Juárez-Portilla<sup>2</sup>

### Resumen

Actualmente, de las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo, seis se encuentran en categoría de “en peligro crítico”, “en peligro” o “vulnerable” en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). A las costas del estado de Veracruz arriban dos especies: la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga lora (*Lepidochelys kempi*). En México, la educación tiene un rezago por diferentes causas: la falta de actualización de los docentes, el contenido de los libros de texto de nivel básico y las técnicas de enseñanza que en su mayoría son expositivas, situación que no fomenta la conservación biológica. El presente estudio aborda la enseñanza de la biología en escuelas primarias, considerando las técnicas que utilizan los docentes en aula, los contenidos oficiales de los libros de texto, el perfil de los docentes, así como su relación con el ecosistema próximo, con el fin de dar a conocer cómo se imparte la enseñanza de la biología en la zona central del estado de Veracruz y si existe una vinculación con la conservación de las tortugas marinas. El estudio reporta las acciones que se han llevado a cabo de 2013 a 2017 con el fin de integrar elementos que se consideren para la conservación de las especies de tortugas marinas desde la escuela primaria.

**Palabras clave:** Conservación, enseñanza de la biología, tortugas marinas, México, Veracruz.

<sup>1</sup> Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Tel. Fax (228) 8421748/8421700, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Biomédicas. Universidad Veracruzana.

\* Autor para correspondencia: palinares@uv.mx

## Abstract

Presently, six of the seven existing species of sea turtles are in the categories of "critically endangered", "endangered" or "vulnerable" in the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List of Threatened Species. Two species occur along the coasts of Veracruz: the green turtle (*Chelonia mydas*) and the lora turtle (*Lepidochelys kempii*). In Mexico, conservation education has lagged for several reasons: the lack of updating teachers' knowledge, the basic level of content of manuals and teaching technologies that are mainly explanatory and do not promote biological conservation. The present study approaches education in biology in primary schools by examining classroom teaching techniques, content of official manuals, and profiles of teachers and their relationship with the nearest ecosystem, to determine how education in biology is given and if a linkage exists with the conservation of sea turtles. This study reviews efforts undertaken from 2013 to 2017 to integrate the elements considered for conservation of sea turtles, beginning with primary schools.

**Keywords:** Conservation, education in biology, sea turtles, Mexico, Veracruz.



Neonato de *Chelonia mydas* en el campamento tortuguero Santander. Veracruz. México. 2017 / © Manuel Merchán-Fornelino

## Introducción

En México la educación tiene un rezago por diferentes causas, una de las que consideramos relevante es que el contenido de los libros de texto de nivel básico, primaria, no fomenta la conservación biológica, debido a que la enseñanza se lleva a cabo de manera teórica en la mayoría de las escuelas (Mares *et al.*, 2006). Esto repercute en los niveles superiores debido a que no se fomenta una visión crítica y de indagación en los alumnos. Sin embargo, es necesario considerar que para mejorar la enseñanza de la ciencia y, en específico, de la biología, se debe entender la relación entre docentes y alumnos y las dinámicas educativas diversas de tipo teórico, vivencial, práctico, individual y colectivo que se llevan a cabo en la impartición de clases (Candela, 2006). También es importante que los profesores consideren que la ciencia en la escuela debe ser un espacio diverso y rico de diálogos, debate, cuestionamiento y posibilidades de cambio que permita a los educandos generar procesos cognitivos asociado a los entornos reales próximos (Moreno *et al.*, 2012).

En este marco, para incidir en la conservación biológica, es preciso que se lleve a cabo una educación vinculada con los ecosistemas próximos que fomente, desde el conocimiento compartido, el cuidado de los recursos naturales locales. Esto implica una actitud proactiva en los docentes, como el conocimiento del medio, información de las especies de flora y fauna que existen en su localidad y las características de impacto que el ser humano implica en éstas, es decir, si se encuentran en peligro o riesgo de extinción. La educación primaria es la base en la formación académica de todo individuo. Para México son muy pocos los estudios reportados sobre enseñanza de la ciencia a nivel básico y su impacto en la conservación de la diversidad biológica (Flores *et al.*, 2007).

Para conocer la tendencia en la enseñanza de la biología y el perfil de los docentes de las escuelas primarias que se encuentran en la zona costera central de Veracruz, se realizó el presente estudio. Se llevó a cabo en el año del 2013 un diagnóstico a través de la aplicación de un cuestionario a los docentes de nueve escuelas primarias.

Con los resultados que evidenciaban la necesidad de formación de los docentes de estas escuelas se formuló un curso centrado en la situación de las especies de tortugas marinas que arriban a la zona costera central del Estado de Veracruz en el año de 2015. Dentro de este curso se hizo énfasis en las especies de tortugas marinas de la zona y la importancia de utilizarlas como elemento de enseñanza para conservar los ecosistemas costeros. Para llevar a cabo el curso se integraron los contenidos acerca de: aspectos evolutivos de las especies, su biología y su importancia en el ecosistema costero local. En esta zona, donde se ubican las escuelas primarias que se estudiaron, existe una problemática compartida en la mayoría de las zonas de anidación de la tortuga marina: la venta de sus huevos y carne, por lo que las poblaciones de tortugas marinas han disminuido. Actualmente casi todas las especies de tortugas marinas se encuentran en alguna categoría de riesgo y las leyes mexicanas las protegen (SEMARNAT, 2010).

Así, es de vital interés en este trabajo analizar la enseñanza de la biología desde la participación de las escuelas primarias en la conservación de las tortugas marinas; tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) en la zona costera central del Estado de Veracruz, considerando la formación de los docentes con relación a la conservación de las tortugas marinas y las formas de enseñanza que llevan a cabo con los alumnos.

## Área de estudio

La zona costera central del Estado de Veracruz donde se ubican las escuelas primarias intervenidas, comprende desde la localidad de La Mancha, municipio de Actopan, en las coordenadas: 19°35'3.83" Norte y 96°22'48.14" Oeste, hasta Santander municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios en las coordenadas: 19°53' Norte y 96°30' Oeste, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, México (INEGI, 2015). Se llevo a cabo el diagnóstico inicial en nueve escuelas primarias y el curso solo se pudo impartir en cuatro escuelas, todas con características diversas, considerando cantidad de alumnos, maestros e infraestructura (Figura 21) (Tabla 4).



Figura 21. Ubicación de las escuelas primarias en las cuales se realizó el estudio / © Edgar Bautista-Apan

Tabla 4. Listado de escuelas primarias ubicadas en la zona de estudio con direcciones respectivas

Escuelas del municipio de Alto Lucero	Escuelas del municipio de Actopan
Benito Juárez (Libertad I. Santa Ana, Ver.)	Adolfo Ruiz Cortines (Conocida. La Mancha El paraíso)
Juan Zilli (Conocida. Palma Sola, Ver.)	Emilio Carranza (Miguel Hidalgo I. Palmas de abajo, Ver.)
Lázaro Cárdenas (12 de octubre s/n, Col. Los cerritos. Palma Sola, Ver.)	Lázaro Cárdenas (Cerca de la carretera federal desviación Tinajitas. Tinajitas, Ver.)
Fernando Hernández Carrasco (Conocida. Santander, Ver.)	El farallón (Campamento El farallón, El farallón, Ver.)
	Leonardo Rodríguez Alcaine (Conocida. El Viejón, Ver.)

Fuente: Pascual Linares-Márquez

## Desarrollo del tema

### Formación de los profesores

Para conocer el perfil de los profesores y su relación con el programa oficial de las escuelas primarias de la zona de estudio y la determinación de la enseñanza de la biología, se llevaron a cabo las siguientes actividades: se visitaron en el mes de mayo de 2013 nueve escuelas distribuidas en dos municipios: Actopan y Alto Lucero. Las escuelas se distribuyen en las localidades de: La Mancha, El Viejón, El Farallón, Tinajitas (dos escuelas), Palma Sola (dos escuelas), Santa Ana y Santander.

Para el curso en el año 2015 solo permitieron, por cuestiones de tiempo, impartirlo en cuatro escuelas primarias: dos del municipio de Actopan y dos del municipio de Alto Lucero. Se realizaron visitas a las escuelas de El Farallón, El viejón, Santa Ana y Santander para confirmar participación en el mes de octubre de 2015. Las visitas a las escuelas para aplicación de cuestionarios e impartición de curso fueron: escuela de la comunidad de El Farallón; escuela primaria “Colegio bilingüe El Farallón”; en El viejón “Leonardo Rodríguez Alcaine”. En la localidad de Santander “Fernando Hernández”; en la Mancha “Adolfo Ruiz Cortines” y en Santa Ana la escuela Benito Juárez.

### Tendencia de la enseñanza de la biología

El diagnóstico resultante de la intervención con los docentes de las escuelas primarias surge de un cuestionario que se estructuró en tres apartados, los cuales permitieron conocer: A) Características académicas de los profesores como: actualización, formación disciplinar, antigüedad en la enseñanza, entre otros; B) Actividades y métodos de enseñanza; y C) Conocimiento de las especies de tortugas marinas que arriban a la zona costera donde se ubican las escuelas primarias. En el 2015 se diseñó e impartió un curso a los profesores con duración de una hora con la siguiente información: biología de tortugas marinas (ciclo de vida, y caracteres para la identificación de cada una de las especies), con información extraída del libro de Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo, de Márquez (1996). Para complementar el curso se utilizaron dos modelos didácticos elaborados con papel mache con medidas de 30 cm de largo para la tortuga verde y 20 cm de largo para la tortuga lora, es decir con las dos especies de tortugas que arriban a la zona de estudio, para enfatizar y demostrar las diferencias entre las especies principalmente en los escudos del caparazón, cabeza y aletas. Para la segunda parte teórica, se abordó el funcionamiento de los campamentos tortugueros de la zona y las fechas de arribo de las tortugas a las playas en el tramo costero La Mancha, Santander. La impartición de contenidos es: biología de las tortugas marinas, y funcionamiento de los campamentos tortugueros.

Al término del curso se aplicó un cuestionario con ocho preguntas abiertas con los temas que se abordaron para evaluar la tendencia epistemológica que presentan los docentes después de la capacitación, y la reflexión que se genera en la enseñanza de la biología (Flores *et al.*, 2007). Se integró la relación de esta tendencia con la conservación de la tortuga marina.

## Análisis de datos

Se integró una base de datos en el programa Microsoft Excel, versión 2010, considerando las actividades desarrolladas en el curso (cualitativa) y la información proporcionada a partir del cuestionario (cuantitativa), para capturar los datos de los profesores y sus respuestas a los cuestionarios aplicados; posteriormente para la elaboración de las gráficas se utilizó el mismo programa informático antes mencionado.

## Resultados de la intervención

Se registró un total de 18 maestros a los que se les aplicaron los cuestionarios y el curso sobre biología de las tortugas marinas. Respecto a las respuestas de la evaluación diagnóstica, en el 100% de las escuelas visitadas no se cuenta con un programa de conservación de la tortugas marinas, o algún proyecto de investigación relacionado. De los maestros evaluados solo tres cuentan con maestría. En su mayoría, los maestros de las primarias no son originarios de la comunidad donde imparten clases. Asimismo, ninguno de los docentes ha tomado cursos de actualización sobre biología o temas afines a la conservación de especies en peligro de extinción.

Los contenidos oficiales que se imparten en clase son, en su mayoría, temas de conservación y protección del medio ambiente (94.12%). Los temas de legislación asociada a la pérdida de especies no se mencionan en ningún momento (Figura 22).

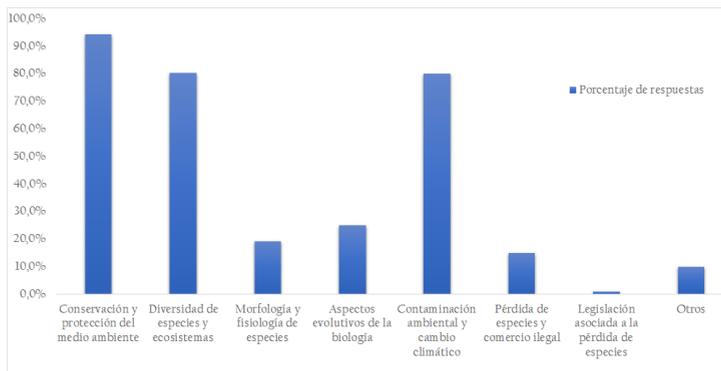


Figura 22. Contenidos de acuerdo con el programa oficial que imparten los docentes

Con relación a las técnicas didácticas que utilizan los profesores para impartir sus clases, se encontró que el 88.24% utiliza como técnica la exposición de temas en el pizarrón, sin utilizar ningún recurso extra y el 41.18% de los mismos lleva a cabo actividades en el concepto de prácticas de campo (Figura 23).

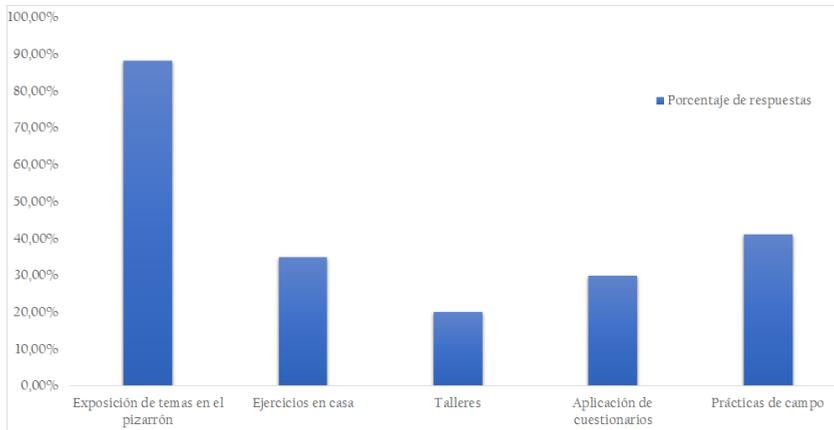


Figura 23. Técnicas utilizadas por los docentes para impartir clases en las escuelas primarias de la zona costera central de Veracruz

De los ecosistemas con que integran los docentes la enseñanza de la biología, en su mayoría revelan que son las zonas costeras (52.94%). En menor proporción (47.06%) mencionan ecosistemas artificiales, peceras y terrarios. Los profesores que llevan a cabo actividades en lugares públicos son pocos (Tabla 5).

Tabla 5. Ecosistemas que integran los docentes a la enseñanza de la biología

Ecosistemas	Porcentaje (%)
Zonas costeras	52.94
Lugares públicos (parques patio de la escuela)	35.29
Ecosistemas artificiales, terrarios y peceras	47.06

Respecto a las actividades relacionadas con tortugas marinas, los docentes respondieron en su mayoría que participan en la liberación de las mismas (23.53%). Los recorridos para la ubicación de nidos tienen una menor respuesta (5.88%) y la actividad que menos llevan a cabo corresponde a la visita a campamentos.

Según los docentes, la importancia de la conservación de las tortugas marinas resulta fundamental para la conservación de los ecosistemas costeros (82.35%), porque las especies que arriban se encuentra en peligro de extinción (76.47%) (Figura 24).

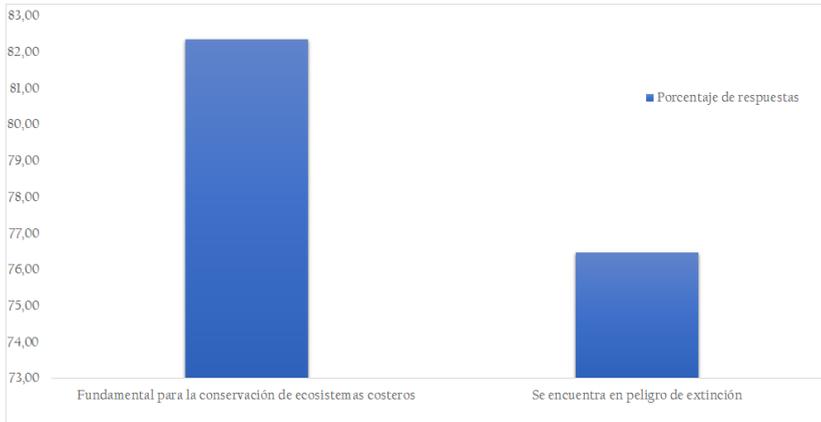


Figura 24. Importancia de conservar las tortugas marinas

De acuerdo con las actividades en las que les gustaría participar a los docentes para la conservación de las tortugas marinas, mencionan que la liberación de neonatos es una actividad que consideraran llevar a cabo con los alumnos (88.24%). En segundo lugar, los recorridos para la ubicación de nidos los consideran de gran interés (64.71%); el resto de los encuestados plantean la importancia del limitado financiamiento económico.

El 100% de los docentes identifican las diferentes especies de tortugas marinas mediante la cantidad de escudos que presentan en el caparazón. Asimismo, los profesores no conocen los nombres científicos de las especies de tortugas marinas que arriban a la zona, y todos mencionan los nombres comunes, en su mayoría la tortuga verde y la tortuga lora (Figura 25).

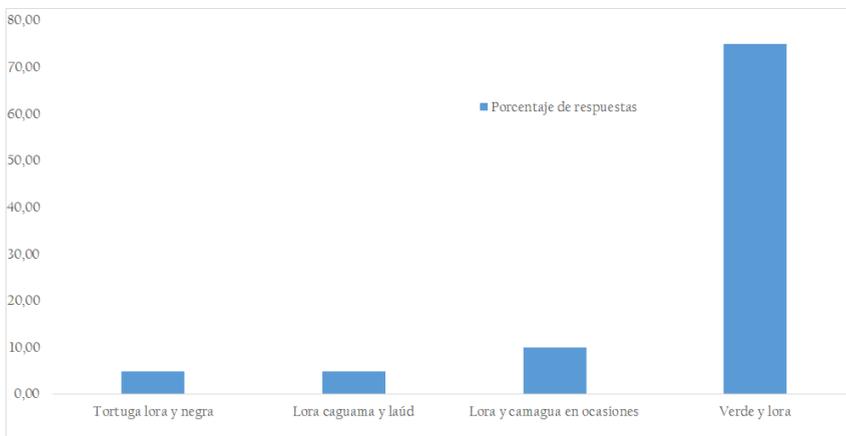


Figura 25. Nombres comunes de las especies de tortugas marinas que arriban a la zona de estudio

De acuerdo con los resultados, se considera que los docentes no cuentan con ningún curso de actualización sobre biología de las tortugas marinas y en su mayoría la formación académica es de tipo normalista, lo cual coincide con lo postulado por Flores *et al.* (2007). Otra característica de los docentes que imparten clases en las escuelas primarias de la zona de estudio es que no pertenece a la localidad o zonas aledañas, implicando que no cuentan con la información acerca de las especies de tortugas marinas que arriban a las playas, o las confundan; tan solo las conocen con los nombres comunes. Es importante señalar que además no conocen el ecosistema local.

Se imparten los contenidos oficiales en clases, pero las técnicas que aplican los docentes son teóricas con exposición en el pizarrón (Mares *et al.*, 2006), lo cual no permite una integración a los trabajos de conservación de las especies. Aunque los docentes mencionan que realizan actividades que integran la enseñanza de la biología con zonas costeras y que realizan prácticas de campo, también señalan que no visitan la zona de arribo de las tortugas marinas, resultando en una situación contradictoria.

Después de impartido el curso sobre biología de las tortugas marinas, los docentes aciertan en sus respuestas con relación a las características de las tortugas verde y lora, además mencionan que la forma de identificar las especies de tortuga es mediante los escudos y que las especies que llegan a la zona de estudio son la tortuga verde y tortuga lora. Aunque esto solo revela que los docentes tienen la intención de ayudar a la conservación de las tortugas marinas, no se lleva a cabo un sistema de enseñanza con actividades prácticas consecuentes con su protección efectiva. Finalmente, y de acuerdo con los resultados de la enseñanza en estas cuatro escuelas primarias, es posible considerar una practica docente positivista coincidiendo con los resultados del estudio de Flores *et al.* (2007). Para que la enseñanza de la biología apoye a la conservación de las especies de tortugas marinas; tortuga verde (*C. mydas*) y tortuga lora (*L. kempii*) (Figura 26) es necesario cambiar la enseñanza no solo en técnicas sino en métodos que resulten de un conocimiento real de los ecosistemas próximos y la problemática que éstos enfrentan. Es necesario también que las instituciones de educación básica diseñen programas acordes a una tendencia más integral de enseñanza de la biología.



Figura 26. Tortugas que arriban a la zona costera central de Veracruz: *Chelonia mydas* (izquierda) y *Lepidochelys kempii* (derecha) / © Pascual Linares-Márquez

## Conclusiones

En la zona de estudio la enseñanza de la biología se lleva a cabo de manera teórica, sin vinculación con el ecosistema local, y a pesar de que los docentes imparten temas de conservación del medio ambiente, esta información solo queda en el aula.

Los docentes conocen que hay arribo de tortugas marinas a las playas de las localidades, pero confunden o no conocen con exactitud los nombres de las especies de tortugas marinas, ni sus épocas de arribo.

Es necesario que los maestros se involucren e involucren a sus alumnos en actividades de conservación de especies en peligro de extinción para lograr una vinculación de lo que ven en clase y lo practiquen en su localidad.

Las instituciones de educación básica deben revisar los programas de estudio y procurar una relación entre la teoría y actividades prácticas para que los contenidos no se queden sin contexto real.



Taller impartido a profesores de escuelas primarias en aula de la escuela Leonardo Rodríguez Alcaine (localidad El Viejón, Actopan, Veracruz). Abril de 2015 / © Cinthya Chadel Pérez-Domínguez

## Referencias bibliográficas

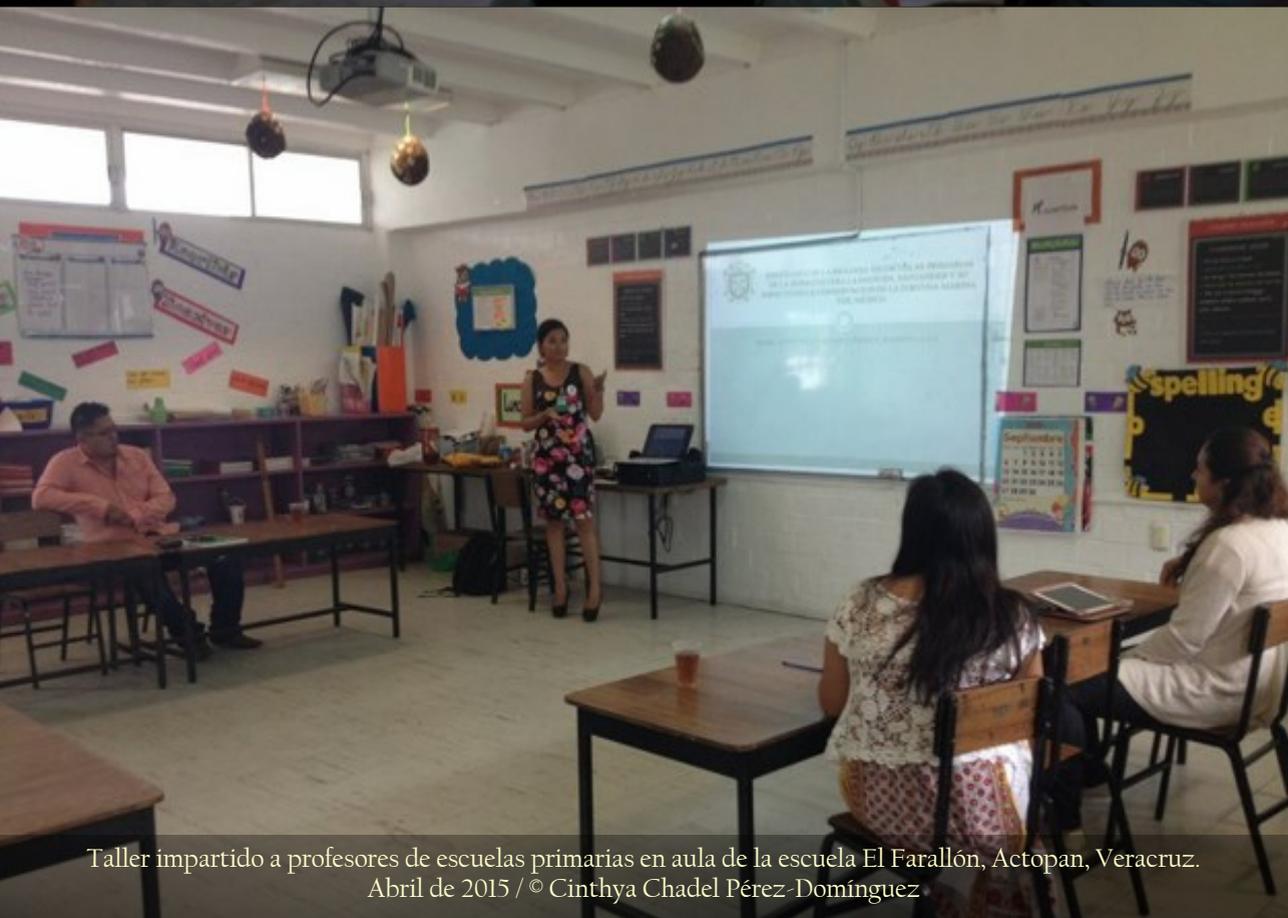
- Candela, A. 2006. Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11: 797-820.
- Flores, C., C. Gallegos, X. Bonilla, L. López y B. García. 2007. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología del nivel secundario. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12: 359-380.
- Mares, G., V. Pacheco H. Rocha, P. Dávila, I. Peñalosa y E. Rueda. 2006. Análisis de lecciones de enseñanza de biología en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11-30.
- Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. *La Ciencia desde México*, 144. Fondo de cultura económica. México D.F. 197 p.
- Ravanal, M., G. Quintanilla y S. Labarrere. 2012. Concepciones epistemológicas del profesorado de biología en ejercicio sobre la enseñanza de la biología In-service Biología teachers Epistemological conceptions of Biology teaching. *Ciencia & Educación*, 18(4): 875-895.
- Salazar, B.E.M. 2014. Aspectos bioéticos en la conservación de la tortuga marina, campamento tortuguero Santander, Mpio Alto Lucero, Ver. México. (Tesis de Licenciatura). Universidad veracruzana, Xalapa, Ver, México. 150 p.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental- Especies nativas de México flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación. México. D.F. Diciembre 110:1-78.

## Referencias por Internet:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2015.  
<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/analfabeta.aspx?tema=P> (consulta 29-mayo-2016).
- Google Maps mapa del tramo costero La Mancha, Santander, 2015.  
<https://www.google.com.mx/maps/@19.4550627,-96.2834337,10z> (consulta 12-mayo-2016).
- Secretaría de educación pública, 2015.  
[http://www.sep.gob.mx/wb/sep1/sep1\\_Historia\\_de\\_la\\_SEP?page=3#.Vf2LYt9\\_Oko](http://www.sep.gob.mx/wb/sep1/sep1_Historia_de_la_SEP?page=3#.Vf2LYt9_Oko) (consulta 6- agosto-2016).



Taller impartido a profesores de escuelas primarias en aula de la escuela Leonardo Rodríguez Alcaine (localidad El Viejón, Actopan, Veracruz). Abril de 2015 / © Cinthya Chadel Pérez-Domínguez



Taller impartido a profesores de escuelas primarias en aula de la escuela El Farallón, Actopan, Veracruz. Abril de 2015 / © Cinthya Chadel Pérez-Domínguez

## 2.2. PROTECCIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN PLAYAS DE LA ZONA CENTRAL DEL ESTADO DE VERACRUZ: UNA VISIÓN COMUNITARIA

*Protection of sea turtles on beaches of the central zone of the State of Veracruz: a community vision*

Salvador Guzmán-Guzmán<sup>1\*</sup> y Albertina Cortés-Sol<sup>1</sup>

### Resumen

El desarrollo de estrategias para proteger a las tortugas marinas que arriban a las playas de Veracruz inició en el año 1987. Un elemento fundamental que ha permitido esta noble labor ha sido el trabajo conjunto entre la comunidad universitaria (profesores y estudiantes) con los pobladores de Santander, municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios. La instalación del primer campamento tortuguero en las playas de Santander y Santa Ana se realizó en 1996 con la participación de más de 25 habitantes de estas dos comunidades en cada temporada de anidación. A partir de esa fecha se han protegido hembras anidadoras y sus huevos, logrando reintegrar más de 40,000 crías de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), y más de 330,000 crías de tortuga verde (*Chelonia mydas*) con un éxito de eclosión de más del 80% en corrales de incubación. Si bien la conservación de especies animales en peligro depende en primera instancia de la sociedad civil, la responsabilidad debe trasladarse a las instancias gubernamentales para proteger los recursos de todo el territorio mexicano. Bajo este criterio, urge la necesidad de interacción entre las autoridades gubernamentales, las instancias académicas y la sociedad, con el fin de dar soluciones adecuadas para la protección y conservación de las tortugas marinas del estado de Veracruz.

**Palabras clave:** Conservación, Golfo de México, protección, tortugas marinas, Veracruz.

<sup>1</sup> Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. CA Biología y Ecología del Comportamiento UV-CA-417.

\* Autor para correspondencia: sguzman@uv.mx (Responsable técnico del Campamento tortuguero Santander. CLAVE SANTANDER CONV-DGVS/CPTCTM-056-VER-001).

## Abstract

Development of strategies to protect sea turtles that reach the beaches of Veracruz began in 1987. Interaction between the academic community (both professors and students) and the beach inhabitants of Santander, municipality of Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, was an important element. The first sea turtle camps on the beaches of Santander and Santa Ana were installed in 1996, with the participation of more than 25 inhabitants of these two communities during each nesting season. Since then, the nesting females and eggs have been protected, and more than 40,000 offspring of the olive ridley turtle (*Lepidochelys kempii*) and more than 330,000 green turtle (*Chelonia mydas*) offspring have been reintegrated. Hatching was successful in more than 80% of eggs. Although conservation of animal species in danger of extinction depends primarily on society, responsibility must be taken by the government to protect the resources of the entire Mexican territory. Thus, the interaction among governmental authorities, the educational sector and society is necessary to provide adequate solutions for protection and conservation of sea turtles in the State of Veracruz.

**Key words:** Conservation, Gulf of Mexico, protection, sea turtles, Veracruz.

## Introducción

En el año 1966, el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras inició la instalación de campamentos tortugueros en playas de México; pero fue hasta 1973 que se publicó el primer manual para la protección de tortugas marinas. A partir de esa fecha diversos organismos educativos y agrupaciones civiles han realizado actividades con el fin de promover la conservación de las tortugas marinas. En México, en el año 1990, se prohibió la captura y comercialización de tortugas marinas y sus derivados (Márquez, 1998).

En Veracruz, en 1987 la SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) y la Oficina Federal de Pesca realizaron la instalación del primer campamento tortuguero en la playa de Tecolutla para proteger a la tortuga lora y la tortuga verde. En 1990 se inauguró el segundo campamento y en 1991 se protegen las playas de Nautla, Vega de la Torre y Alto Lucero. Un año después, en 1994 SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) instala el campamento de Lechuguillas; posteriormente en 1996, esta misma secretaría tiene el interés de formar un comité comunitario para la protección y conservación de tortugas marinas en las playas de la localidad y que, a cambio, se les proporcionaría recursos económicos para proyectos productivos (cría de mojarra y de iguanas). En ese proyecto participaron miembros de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Santa Ana.

Con estos eventos se da el inicio de las actividades de protección de las tortugas marinas en las playas de Santander y Santa Ana, comunidades costeras pertenecientes al municipio de Alto Lucero en el centro de Veracruz. Es importante mencionar que antes de que iniciaran estas actividades el saqueo era de 95% de los nidos; sin embargo, en esta primera temporada de 1996, se registraron 93 nidos con 9,960 huevos, de los cuales se reubicaron 54 nidos con 6,315 huevos y se liberaron 4,534 ejemplares con un 45.5% de sobrevivencia, mientras que en la temporada de 1997 se registraron 68 nidos con 7,453 huevos, de los cuales eclosionaron 5,175 crías, correspondientes al 69.4% de sobrevivencia. En estos dos años se invitó a los miembros de la comunidad a participar en la liberación de las crías de tortugas (Villa, 1998).

A partir del 2002 el grupo comunitario de protección de tortugas cambió su nombre al de "Campamento Tortuguero Santander" CLAVE SANTANDER CONV-DGVS/CPTCTM-056-VER-001. Bajo el esquema de Unidad de Manejo Ambiental considerada en la Ley General de Vida Silvestre, en concordancia con la normatividad de la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). A partir del 2013, a la fecha las actividades del campamento se rigen por la NOM-162-SEMARNAT-2013 que determina las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de tortugas marinas en su hábitat de anidación dentro del territorio mexicano.

En este sentido, los objetivos de esa propuesta de trabajo han sido: 1) proporcionar asesoría técnica y capacitación al grupo comunitario de Santander para conservar las tortugas marinas que desovan en las playas de influencia de esta comunidad; y 2) realizar trabajos de investigación sobre la biología y ecología de las tortugas marinas que desovan en estas playas, con la participación de estudiantes de la propia Universidad Veracruzana, así como de otras instituciones de educación superior.

## **Materiales y métodos**

La zona de estudio se encuentra entre los límites naturales de Punta Delgada y la Barra de San Agustín, y las principales playas que la comprende son la de Boca de Ovejas, Santa Ana y la de Santander, sumando aproximadamente una longitud de 10 km (Villa-Dirado, 1998).

La población de las dos localidades cercana a estas playas está distribuida de la siguiente manera: localidad Santander con 180 hombres y 194 mujeres, en total 374 personas. En la localidad Santa Ana 435 hombres y 459 mujeres, en total 894 personas (INEGI, 2010).

Los datos que a continuación se presentan emanan de los informes técnicos recopilados de los últimos 11 años, que se entregaron a la SEMARNAT; es importante señalar que algunos años carecen de esta información ya que por el momento no fue posible conseguirlos.

## Resultados

Se reportan los datos obtenidos de 9 años para la tortuga lora y de 11 años para la tortuga verde, de la tesis de Villa (1989) y de los informes técnicos de las temporadas: 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010 (SEDEMA, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010) y de los informes técnicos del propio campamento tortuguero de Santander (CTS 2011; 2011; 2014; 2015; 2016).

El apoyo técnico del campamento ha sido a cargo de los biólogos Martha Primo Castro, de 2008 a 2011, y de Salvador Guzmán Guzmán, de 2013 a la fecha. En este periodo los responsables del campamento son personas de la propia comunidad de: 2008-2009 Agustín García Montero; 2010-2011 Conrado García Huesca; 2012-2014 Eugenio Olivares Lormendes y, 2015-2016 Lázaro González Jiménez. La protección de los huevos ha sido en corrales construidos y vigilados por los miembros del campamento durante estos años.

Hasta ahora se han reintegrado 38,850 crías de tortuga lora de los nidos que se han protegido durante estos años (Figura 27), cuyo éxito de eclosión ha variado en los diferentes años, desde menos del 80% hasta más del 95% (Figura 28).



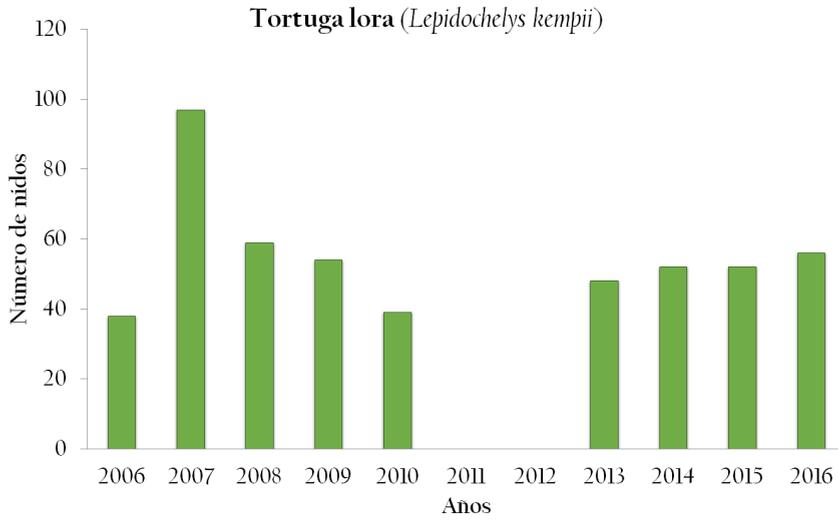


Figura 27. Nidos protegidos de tortuga lora desde 2006 a 2016, (\*\*\*) Sin datos

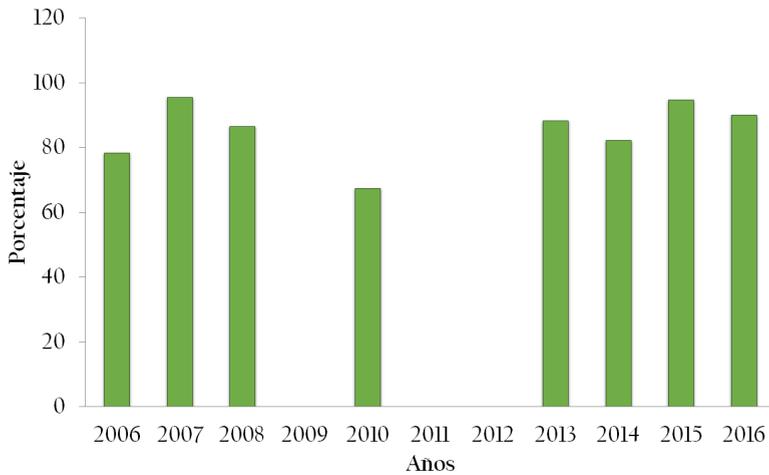


Figura 28. Éxito de eclosión de tortuga lora en porcentaje de los huevos protegidos desde 2006 a 2016

Para el caso de la tortuga verde hasta ahora se han reintegrado 328,415 de los nidos que se han protegido durante estos años (Figura 29), desde 96 nidos en 1996 hasta más de 800 en 2015, cuyo éxito de eclosión ha variado en los diferentes años, partiendo de menos del 80% hasta más del 95% (Figura 30).

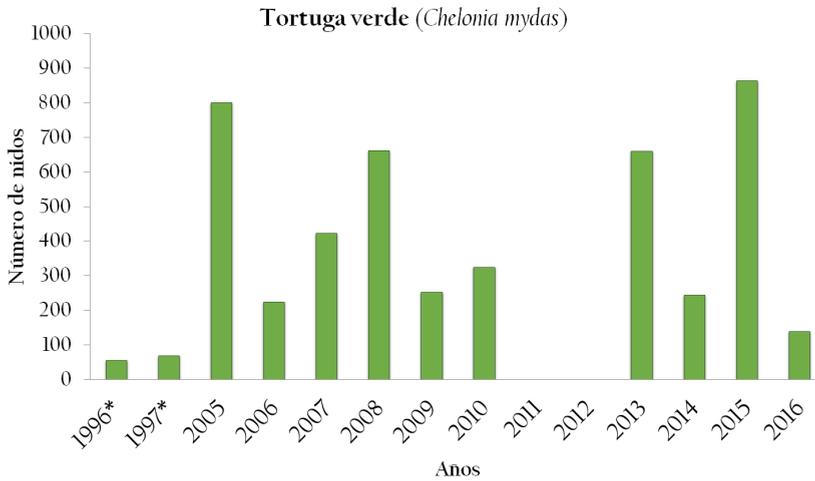


Figura 29. Nidos protegidos de tortuga verde desde 1996 a 2016, (\*\*) Sin datos

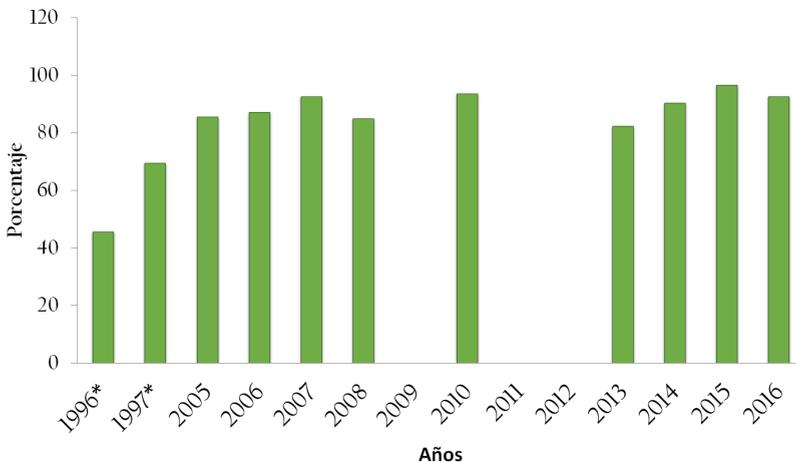


Figura 30. Éxito de eclosión de tortuga verde en porcentaje de los huevos protegidos desde 1996 a 2016

## Retos y amenazas

Para dar continuidad al arduo trabajo de conservación y protección de las tortugas marinas en el estado de Veracruz, existen muchos retos y amenazas que se enlistan a continuación:

### Saqueo de nidos

Esta es una actividad que aún se realiza en estas playas, aunque no en la magnitud que se llevaba a cabo en los años 90's, en los cuales el 95% de los nidos eran saqueados (Villa, 1998).

### Depredación

Se lleva a cabo principalmente por perros y por animales silvestres como coyotes y tlacuaches.

### Ancho de la playa

La playa es un ambiente cambiante año con año y aún dentro del mismo año; sin embargo, parece que cada vez se está haciendo más angosta. Si este proceso continúa será muy difícil que las tortugas encuentren un lugar adecuado para anidar.

### Situación legal de la playa

Este ambiente tiene muchas amenazas de tipo turístico y sobre todo para construir casas y hoteles en la zona, y no existe certidumbre por parte de la ZOFEMAT (Zona Federal Marítimo Terrestre) para regularizar las solicitudes para el uso de la playa.

### Falta de empleo, recursos económicos y migración

La falta de empleo en la región ocasiona la escases de recursos económicos, por lo que los habitantes desde edades juveniles tienen que emigrar a otras partes de Veracruz a la ciudad de México, e incluso a los Estados Unidos en busca de mejores oportunidades.

## Inseguridad

En años recientes la inseguridad se ha incrementado en la región, motivo por el cual las actividades de protección de las tortugas marinas y sus nidos, que se realiza principalmente durante la noche en la temporada de desove, dificulta los recorridos en la playa.

## Falta de equipo

La carencia y mantenimiento de equipo para los recorridos (especialmente vehículos motorizados) incrementa la dificultad para la protección de las playas, así como de las tortugas en la temporada de desove en estas playas.

## Falta de coordinación/comunicación entre los campamentos

Esta falta incrementa las condiciones difíciles para la protección de las tortugas marinas, ya que se desconocen las dificultades a las que se enfrenta cada campamento en la zona, excepto cuando termina la temporada.

## Mayor participación de las instituciones

La protección de las tortugas marinas es una responsabilidad del estado mexicano, por lo tanto, las instituciones responsables de los recursos naturales y de la biodiversidad: SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), deberían dedicar mayor presupuesto y personal para la conservación de este patrimonio. Sin embargo, dejan esta responsabilidad a las comunidades y a la sociedad civil que carece de recursos económicos para las tareas de protección.

## Contingencias (huracanes)

Aunado a las amenazas y retos mencionados anteriormente, los fenómenos naturales como los huracanes, que impactan la zona costera, representan una fuerte amenaza para la conservación de las tortugas marinas y las comunidades rurales de esta zona, tal como ocurrió en el 2010 cuando las inundaciones provocadas por el Huracán Karl destruyeron el campamento tortuguero Santander.

## Conclusiones

La incorporación para la protección de las tortugas marinas por las comunidades ha sido una estrategia oportuna y ha demostrado ser una alternativa para la conservación de las poblaciones de estos animales en peligro; sin embargo, las instituciones del gobierno mexicano no han sido capaces de tomar la responsabilidad para conservar la biodiversidad en el país, delegando muchas acciones en la sociedad civil, que generalmente carece de recursos económicos para desempeñar estas tareas relacionadas con la preservación y el manejo adecuado de las especies animales.

## Referencias bibliográficas

- Campamento tortuguero Santander. 2011. Informe técnico temporada 2011.
- Campamento tortuguero Santander. 2013. Informe técnico temporada 2013.
- Campamento tortuguero Santander. 2014. Informe técnico temporada 2014.
- Campamento tortuguero Santander. 2015. Informe técnico temporada 2015.
- Campamento tortuguero Santander. 2016. Informe técnico temporada 2016.
- INEGI. 2010. Censo de Nacional de Población. Santa Ana y Santander. Veracruz.
- Márquez, M.R. 1994. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga lora *Lepidochelys kempi* (Garman, 1880). FAO. Sinopsis sobre la Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. México, D. F. (152): 141 p.
- SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente). 2006. Informe técnico de la temporada 2006. Gob. Edo. Veracruz.
- SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente). 2007. Informe técnico de la temporada 2007. Gob. Edo. Veracruz.
- SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente). 2008 Informe técnico de la temporada 2008. Gob. Edo. Veracruz.
- SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente). 2009. Informe técnico de la temporada 2009. Gob. Edo. Veracruz.
- SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente). 2010. Informe técnico de la temporada 2010. Gob. Edo. Veracruz.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente Recursos y Recursos Naturales). 2013. NOM-162-SEMARNAT-2013 determina las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de tortugas marinas en su hábitat de anidación dentro del territorio mexicano.

Villa, D.J.A. 1998. Protección comunitaria de la tortuga verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) en las playas de Santander, municipio de Alto Lucero, Veracruz; durante las temporadas de 1996 y 1997. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.



## 2.3. EXPERIENCIAS DE VINCULACIÓN PARA MONITOREAR HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES EN EL COFRE DE PEROTE, MÉXICO

*Collaborative experiences for edible wild mushrooms monitoring at Cofre de Perote, Mexico*

Luis Pacheco-Cobos<sup>1\*</sup> Marco Antonio Flores-García<sup>1</sup> y Elvira Morgado-Viveros<sup>1</sup>

### Resumen

El monitoreo continuo es esencial para comprender cómo los factores ambientales y culturales influyen en los patrones de fructificación de los hongos silvestres comestibles. Dado que los métodos de muestreo convencionales requieren de costosos recursos (e.g., logísticos o personal especializado), las alternativas de monitoreo que ofrezcan información ecológica fiable pueden ser útiles para conocer y planear el manejo local de los hongos silvestres comestibles. En este sentido el monitoreo de recursos forestales basado en el conocimiento ecológico tradicional representa una alternativa de muestreo rentable. Mediante el monitoreo colaborativo que aquí proponemos es posible describir la frecuencia, abundancia, diversidad y distribución espacial de los hongos. Realizando observación participante se registró espacio-temporalmente los movimientos de búsqueda y los tipos de encuentros (rastros, recolecta, exploración, fallido y memoria) que los recolectores, que han sido acompañados por el grupo de investigación, tuvieron con los hongos en el bosque. Para sistematizar la recopilación de información sobre el conocimiento ecológico local, se realizaron entrevistas semi-estructuradas. El primer acercamiento a los recolectores de hongos comestibles fue exitoso gracias a que se atendió a una de sus inquietudes: la gestión y ejecución del taller “Cultivo de hongos comestibles”. Más adelante, pensando en trabajar e incorporar a los jóvenes, se preparó y se impartió el taller “Ecología de hongos y GPS”. El recuento histórico de los resultados que se presentan constituye un primer paso hacia el desarrollo de estrategias de gestión colaborativa, que permitan realizar acciones dirigidas a conservar o mantener los bosques templados como unidades productivas.

**Palabras clave:** Conocimiento ecológico local, etnomicología, hongos silvestres comestibles, rastreo con GPS, talleres comunitarios.

<sup>1</sup> Cuerpo Académico Biología y Ecología del Comportamiento (UV-CA-417). Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria, C.P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

\* Autor para correspondencia: luiipacheco@uv.mx

## Abstract

Sustained monitoring efforts are essential to further understand how environmental and cultural factors influence the fruiting patterns of edible wild mushrooms. Since conventional sampling methods require expensive resources (e.g., logistic or specialized personnel), monitoring alternatives that offer reliable ecological information can be helpful for planning the local management of wild edible mushrooms. In this sense, monitoring strategies that rely on traditional ecological knowledge represent a profitable sampling alternative. The proposed collaborative monitoring will allow researchers to describe the frequency, abundance, diversity and spatial distribution of edible fungi. Through participant observation we registered mushroom gatherers' spatio-temporal sequence of search movements and encounter types (traces, collections, exploration, failure and memory) with fungi. To systematize the collection of gatherers' local ecological knowledge, we conducted semi-structured interviews. Our first interactions with mushroom gatherers were successful because we started by addressing one of their concerns: providing an edible mushroom cultivation workshop. Later, after thinking about working and including young people, we prepared a mushroom ecology and GPS workshop. The historical recount of the results we present is a first step towards the development of collaborative management strategies aimed at conserving or maintaining temperate forests as productive units.

**Key words:** Local ecological knowledge, ethnomycology, edible wild mushrooms, GPS tracking, community workshops.

## Introducción<sup>2</sup>

Los hongos cumplen una amplia variedad de funciones en los ecosistemas (parásitos, saprobios, simbioses, mutualistas o fuente de alimento). Por esta razón, su estudio, manejo y conservación juegan un papel central en la sostenibilidad y calidad de la vida humana (O'Dell *et al.*, 1996; Swift, 2005). Las especies de hongos silvestres comestibles que la gente recolecta comúnmente en los bosques templados son aquellos con grandes esporocarpos, muchos de estos viven en la madera caída o en asociación con las raíces de diferentes especies de árboles. Este último caso es un tipo de relación mutualista conocida como micorrizas, y generalmente resulta obligatoria para el crecimiento y supervivencia de los organismos involucrados (Baxter y Dighton, 2005; Mueller *et al.*, 2006).

Hasta la fecha no existe un método de muestreo para estudiar las comunidades de hongos macroscópicos que sea aceptado universalmente (Rossman *et al.*, 1998; Hawksworth y Mueller, 2005). Hacia el final del siglo XX el conocimiento y percepciones locales han permitido evaluar (Hellier *et al.*, 1999) y monitorear (Pritchard, 2013) la biodiversidad dentro de un área, o construir mapas de los recursos y territorios de las comunidades rurales (Smith, 2003; Smith *et al.*, 2003).

<sup>2</sup> Versiones preliminares de este Capítulo se presentaron en el Curso Internacional: *Gestión Internacional de Proyectos para la Conservación de Ecosistemas con Participación Social* (7 octubre 2015, Facultad de Biología - Xalapa); en el Foro Estatal de Vinculación Pertinentemente UV: *Prácticas de vinculación para la retroalimentación de programas educativos* (19-20 abril 2016, USBI-Xalapa); y en el 1<sup>er</sup> Simposio Nacional Investigaciones biológicas y sociedad: *Experiencias de mediano y largo plazo* (21-22 septiembre 2017, Facultad de Biología - Xalapa).

Dicho conocimiento local deriva de la interacción con paisajes a grandes escalas y durante períodos de tiempo más largos de lo que permiten las investigaciones científicas financiadas (Uprety *et al.*, 2012). En este sentido, el presente proyecto es innovador porque propone capacitar a los jóvenes recolectores de hongos para registrar sistemáticamente sus trayectorias de búsqueda, acción que no ha sido abordada en los trabajos con perspectiva etnomicológica realizados anteriormente en El Cofre de Perote (e.g. Jarvis *et al.*, 2004; López-Ramírez, 2011).

Como resultado del contacto y exploración continua de su entorno, los recolectores de hongos desarrollan experiencias que les permiten determinar dónde y cuándo buscar los silvestres comestibles. Pacheco-Cobos *et al.* (2009) establecieron un método de registro con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) para registrar los movimientos de búsqueda de los hongueros, quienes a menudo recuerdan los sitios en los que está presente el micelio de especies comestibles (aún en ausencia de cuerpos fructíferos).

Las especies de hongos comestibles presentes en El Cofre de Perote, Veracruz, México, se han descrito en una serie de estudios ecológicos (Villarreal y Guzmán 1985, 1986; Villarreal, 1987; Medel *et al.*, 2012; Córdova-Chávez *et al.*, 2014); sin embargo, no se han implementado técnicas para monitorear colectivamente su disponibilidad en los bosques templados de la región. La ejecución y seguimiento de este proyecto combina la investigación participativa con los sistemas locales de conocimiento, para proporcionar herramientas y criterios alternativos que permitan un manejo adaptativo del bosque.

## Descripción del proyecto

Por medio de diferentes técnicas de aproximación etnobiológica, la vinculación con la comunidad de El Llanillo Redondo y otras instituciones a nivel nacional, se han propuesto y realizado actividades que giran en torno al conocimiento y manejo de la recolección de hongos silvestres comestibles en un bosque templado, reconociendo la importancia de esta actividad dentro de la comunidad. De esta forma se trabajó en: 1) reconocer intereses comunitarios, 2) documentar el conocimiento ecológico local, 3) identificar a los recolectores experimentados, 4) enlistar y reconocer en el campo la diversidad de hongos que se recolectan, 5) ubicar en espacio y tiempo los hongos recolectados durante recorridos de búsqueda; 6) compartir conocimiento científico y tecnología por medio de talleres teórico-prácticos, y 7) documentar las recetas que diferentes miembros de la comunidad emplean para cocinar los hongos que recolectan.

Entre los intereses que los pobladores de El Llanillo Redondo expresaron en entrevistas semi-estructuradas destacó el cultivo casero de hongos. Motivo por el que se dio a conocer y se adecuaron técnicas para producir y cultivar hongos de manera alternativa durante la temporada de secas, cuando la recolecta de hongos silvestres no es posible. Las actividades mencionadas (1-7) buscan promover acciones locales que permitan atender de manera integral la problemática del manejo y conservación del bosque como unidad productiva de alimento. Se partió del supuesto que la base para la colaboración entre la comunidad de la Facultad de Biología-Xalapa y la comunidad El Llanillo Redondo, requiere de un constante intercambio de saberes y revisión de compromisos.

## Sitio de estudio

El Llanillo Redondo, municipio de Las Vigas de Ramírez, se encuentra ubicado en la zona centro de Veracruz en las coordenadas de 19° 34' 14.87" latitud norte y 97° 7' 15.49" longitud oeste a una altitud de 2.939 metros sobre el nivel del mar (García-Flores, 2016) (Figura 31). Predomina un clima semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano; la población total es de 804 habitantes distribuidos en 177 viviendas (INEGI, 2010). Mediante entrevistas informales se confirmó que los pobladores se dedican a actividades agrícolas como el cultivo de maíz, papa y haba. Son las mujeres y los niños los más dedicados a la recolección de hongos silvestres comestibles durante la temporada de lluvias. La vegetación se compone principalmente de bosque de pinos, con *Pinus teocote*, *P. hartwegii*, *P. montezumae*, y en menor medida se encuentran *Quercus crassifolia*, *Alnus jorullensis* y *Prunus serotina* (Córdova-Chávez et al., 2014).

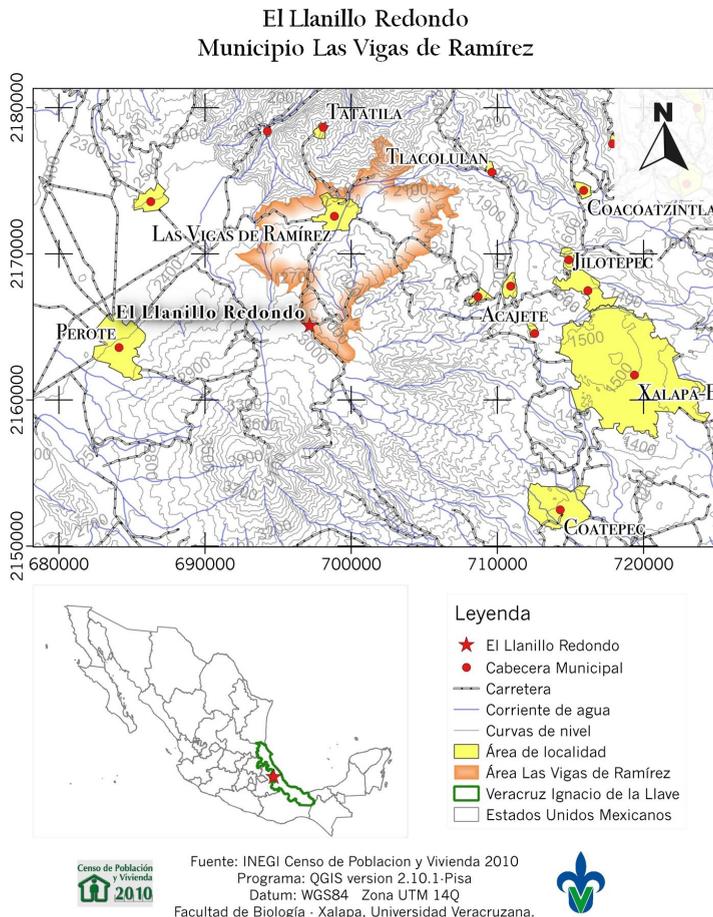


Figura 31. Localización de la comunidad de estudio (tomado de Flores-García, 2016)

## Materiales y métodos

En 2014 se realizaron entrevistas semi-estructuradas de manera oportunista, para documentar el conocimiento ecológico local e identificar a los recolectores de hongos expertos de la comunidad. Más adelante, durante el taller “Ecología de Hongos y GPS” impartido en las escuelas locales, se identificaron a los jóvenes “curiosos” en el registro y manejo de datos obtenidos con GPS (como sugieren Pacheco-Cobos *et al.*, 2009; 2015). Se asumió que al adoptar este enfoque, los investigadores y los miembros de la comunidad podrán documentar con éxito diferentes aspectos del conocimiento local sobre los hongos silvestres comestibles (e.g. taxonomía, distribución, fenología, factores ambientales relacionados con la fructificación, así como las prácticas de manejo y conservación). El cómo se compartirá la información recopilada, dentro y fuera de la comunidad, deberá ser discutido con anticipación con el fin de proteger los sitios de recolección de las familias involucradas y los recursos forestales comunitarios (Gilmore y Eshbaugh, 2011). La correcta ejecución de la interacción comunidad-investigadores deberá estar basada en un código de ética, confianza y compromiso.

A partir de 2015 se inició la participación formal en repetidos viajes de recolección, acompañando a lugareños adultos que consintieron en registrar con GPS sus búsquedas de hongos. Los jóvenes interesados y bajo entrenamiento, podrían en el mediano y largo plazo ayudar a resolver problemas o tomar decisiones informadas relacionadas con el manejo sustentable de sus bosques, y el análisis de los registros ecológicos obtenidos durante el rastreo con GPS, permitirá sustentar dichas decisiones informadas.

Durante el taller “Ecología de Hongos y GPS” los investigadores y estudiantes universitarios hicieron explícito a los participantes el tipo de información que pueden registrar con el GPS. Para registrar sistemáticamente una trayectoria de búsqueda por parte de cada recolector o persona de la comunidad interesada, es necesario llevar consigo el siguiente equipo básico: una unidad de GPS (o teléfono celular con aplicación que permita registrar archivos tipo \*.GPX), una grabadora de voz (u hojas de registro), baterías, un dinamómetro, baterías de repuesto y bolsas secas para proteger el equipo.

En un escenario ideal, una vez lograda la capacitación de los jóvenes “curiosos” para registrar sus trayectorias de búsqueda con GPS: el no poder permanecer en el campo por períodos de tiempo prolongados, podría remediarse co-organizando visitas periódicas a la comunidad para llevar a cabo la investigación etnográfica planeada y para recoger los datos registrados por los recolectores capacitados para manejar dispositivos GPS. Entre los productos del potencial seguimiento de este trabajo se encontrarían diferentes talleres (e.g. manejo de datos espacio-temporales, procedimientos para el secado de hongos, entre otros). La entrega de guías de hongos ilustradas forma parte de los compromisos adquiridos con la comunidad.

## Gestión

No se ha firmado ningún convenio con la comunidad o alguna institución; sin embargo, el ayuntamiento de Las Vigas de Ramírez ha expresado su interés por el proyecto y su intervención en la realización de las actividades de investigación. En una Asamblea Comunitaria se expresó el interés y objetivos del grupo de trabajo, los cuales fueron aceptados junto con la presencia de los estudiantes y académicos. Es necesario discutir, y ajustar conforme sea necesario, los alcances a mediano y largo plazo de esta investigación y de la colaboración entre la sociedad-universidad, en particular con relación al monitoreo sistemático de los hongos silvestres comestibles, el análisis de su distribución y disponibilidad, así como las condiciones en que se publicará la información recopilada.

A lo largo del proceso de gestión ha sido fructífero vincularse e involucrar a diferentes actores, entre los que destacan: hongueros de la comunidad, estudiantes de la Telesecundaria y del Teledbachillerato en El Llanillo Redondo; administrativos, investigadores y estudiantes de la Facultad de Biología (UV); el Cuerpo Académico Biología y Ecología del Comportamiento (UV-CA-417); técnicos de la Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural 2 (UNCADER2 Coatepec); investigadores del Instituto de Investigaciones Biomédicas (UNAM) y la Universidad Autónoma de Tlaxcala; así como miembros del Departamento de Vinculación Comunitaria (UV).

El financiamiento para realizar este proyecto ha sido otorgado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), a través del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) en su modalidad “Apoyo a la Incorporación de Nuevos/as Profesores/as de Tiempo Completo (DSA/103.5/15/7127/PTC-797) para el período septiembre 2015 - agosto 2016”. Es deseable gestionar la obtención de más recursos para financiar el trabajo de campo durante más tiempo, así como para retribuir la asistencia técnica que puedan aportar los jóvenes capacitados en el rastreo con GPS. Aunque se ha intentado obtener recursos de instituciones internacionales, sin éxito por el momento, la retroalimentación recibida ha indicado que sería deseable lograr reproducir esta intervención en diferentes localidades. Por este motivo, los resultados de este trabajo deberán ser cuidadosamente analizados para anticiparse y sobreponerse a posibles obstáculos y así destacar los logros obtenidos.

## Resultados

### Entrevistas semi-estructuradas

El análisis detallado de las entrevistas realizadas en El Llanillo Redondo está plasmado en el trabajo de tesis de Flores-García (2016), quién destaca que el conocimiento acerca de los hongos silvestres comestibles que afirman tener los entrevistados, proviene de sus abuelos, padres o amigos. Aunque no determinó con exactitud el lapso de tiempo entre ahora y antes, el mismo autor registró opiniones divididas sin tendencia clara sobre las percepciones de los recolectores en cuanto a la cantidad de hongos que hay y había en el bosque.

Alrededor del 11% de todos los entrevistados (n = 111) opinó que los hongos disponibles en el bosque disminuyeron en un 40%. El resto de los entrevistados, con porcentajes cercanos al 15% del total, dijeron apreciar que los hongos silvestres comestibles de sus bosques disminuyeron en 20% o 60%. Entre las interacciones animal-hongo, la más frecuentemente mencionada es la de las ardillas como ávidas consumidoras de hongos silvestres, seguidas por los conejos y los ratones de campo. Los entrevistados dijeron distinguir los hongos tóxicos de los comestibles, atendiendo en orden descendiente de mención al color, forma, olor y lugar de crecimiento. En cuanto a los hongos silvestres comestibles que conocen y recolectan, los entrevistados reportaron con diferentes frecuencias de mención 32 nombres comunes (Figura 32). Comparando los presentes resultados con los de trabajos previos realizados en El Cofre de Perote (Villarreal y Guzmán 1985, 1986; Jarvis *et al.*, 2004), se encontró que los nombres comunes registrados están asociados con cerca de 27 especies de hongos (Anexo 1).

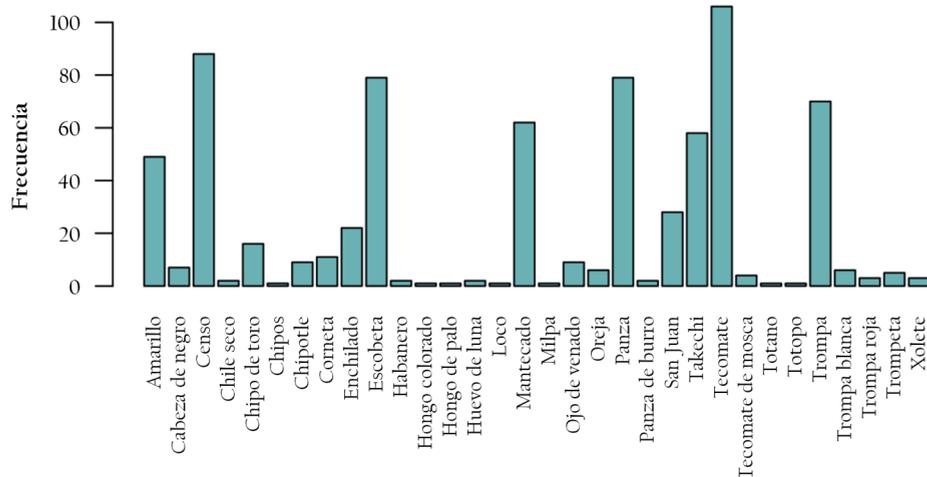


Figura 32. Frecuencias con las que los entrevistados mencionaron los hongos comestibles que conocen en los bosques aledaños a su comunidad (tomado de Flores-García, 2016)

Muchos de estos hongos son comercializados por intermediarios en mercados de la cabecera municipal Las Vigas de Ramírez, la ciudad de Xalapa, e incluso en mercados internacionales, lo cual resalta la importancia de los hongos como recurso económico dentro de la comunidad.

Los siguientes pasos son: caracterizar macroscópica y microscópicamente ejemplares colectados científicamente, así como determinar taxonómicamente las especies a las que estos hongos corresponden. Para ello se solicitó un permiso de colector científico ante la SEMARNAT, institución que lo concedió para el período 2016-2017 (SGPA/DGVS/06717/16) y renovó para el período 2017-2018 (SGPA/DGVS/10126/17).

## Taller cultivo de hongos comestibles

En 2015 se invitó a la ingeniera M. Elena Rosas Hernández, especialista en el cultivo de hongos comestibles de la UNCADER2 (Coatepec), para apoyar en la operación del taller y de esta forma generar lazos entre instituciones cercanas. El taller de cultivo de hongos comestibles inició el 20 de abril con una visita de prospección, que sirvió para establecer la fecha de siembra de micelio de *Pleurotus* sp. para el día 4 de mayo. Después de cultivar el micelio en rastrojo esterilizado de maíz, se dio un seguimiento para revisar el estado de los cultivos (18 de mayo), el cual fue exitoso en la mayoría de los casos, aunque la cosecha tomó más tiempo del esperado debido a las bajas temperaturas ambientales. Participó un total de 15 mujeres, quienes apoyaron con leña para esterilizar el sustrato contenido en una vaporera. Una vez esterilizado el sustrato, las participantes sembraron el micelio activado (proporcionado por el UNCADER2) alternando capas de sustrato y micelio dentro de bolsas de plástico (Figuras 33 a 38).



Figura 33. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: A) de izquierda a derecha los capacitadores y la co-autora; B) colocación del rastrojo de maíz en arpillas antes de ser lavado con agua y sumergido en solución 2:1 de cloro y cal / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 34. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: A) sacando el rastrojo de maíz de la olla en que se esterilizó; B) colgando las arpillas con rastrojo esterilizado para que se escurran / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 35. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: micelio de *Plurotus* sp. activado / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 36. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: siembra del micelio alternando una capa de rastrojo esterilizado con tres o cinco pizcas de micelio / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 37. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: cerrando los paquetes sembrados / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 38. Actividades realizadas durante el cultivo de hongos comestibles: paquete con rastrojo en etapa inicial de colonización por parte del micelio (30%) / © Luis Pacheco-Cobos

Mediante recursos provenientes del proyecto PRODEP se financió el pago por concepto del apoyo del técnico externo. Ante la solicitud de las mujeres de la comunidad, después de la primera siembra, fueron programadas dos fechas más para sembrar micelio y así ampliar el número de personas capacitadas. Después de cada siembra se realizaron visitas de seguimiento para revisar que los paquetes sembrados se encontraran libres de parásitos.

Cuando la invasión por hongos parásitos era evidente, con colonias de color rojo o verde, se procedió a limpiar los paquetes extrayendo las zonas dañadas. Una vez que el micelio había invadido el 70% del paquete, fue extraído el rastrojo colonizado de la bolsa y se mantuvo húmedo para promover la fructificación del hongo. Este taller culminó con una demostración gastronómica el día 1 de junio, en la que se cocinaron los hongos cosechados y se compartieron recetas (Figuras 39 a 44).



Figura 39. Degustación de los hongos *Pleurotus* sp. cultivados: fructificaciones jóvenes / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 40. Degustación de los hongos *Pleurotus* sp. cultivados: cosecha de fructificaciones maduras / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 41. Degustación de los hongos *Pleurotus* sp. cultivados: hongos deshebrados y en preparación con arroz rojo / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 42. Degustación de los hongos *Pleurotus* sp. cultivados: preparación de hongos en salsa verde / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 43. Degustación de los hongos *Pleurotus* sp. cultivados: hongos en salsa de chile chipolte / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 44. Degustación de los hongos *Pleurotus* sp. cultivados: platillo con cuatro guisados de hongos / © Luis Pacheco-Cobos

## Taller ecología de hongos y GPS

Los facilitadores del taller denominado “Ecología de hongos y GPS” fueron estudiantes de la Facultad de Biología-Xalapa, y los receptores fueron los jóvenes de la Telesecundaria y del Telebachillerato locales. El taller constó de tres sesiones. En la primera sesión, se plantearon temas generales sobre el papel ecológico y la diversidad de los hongos en el ecosistema del bosque templado y se intercambiaron percepciones sobre estos conceptos con los jóvenes de la localidad. Para la segunda sesión, se solicitó a los participantes que ajustarán sus teléfonos celulares para usarlos como dispositivos GPS (Figuras 45 a 50).



Figura 45. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: identificación de especies durante la sesión diagnóstico / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 46. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: mapeo participativo durante la sesión de seguimiento / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 47. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: uso de teléfonos celulares para registrar trayectorias de búsqueda y encuentro de hongos / © Luis Pacheco-Cobos



Figura 48. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: jóvenes registrando coordenadas geográficas a cada encuentro con los hongos en el bosque / © Luis Pacheco-Cobos

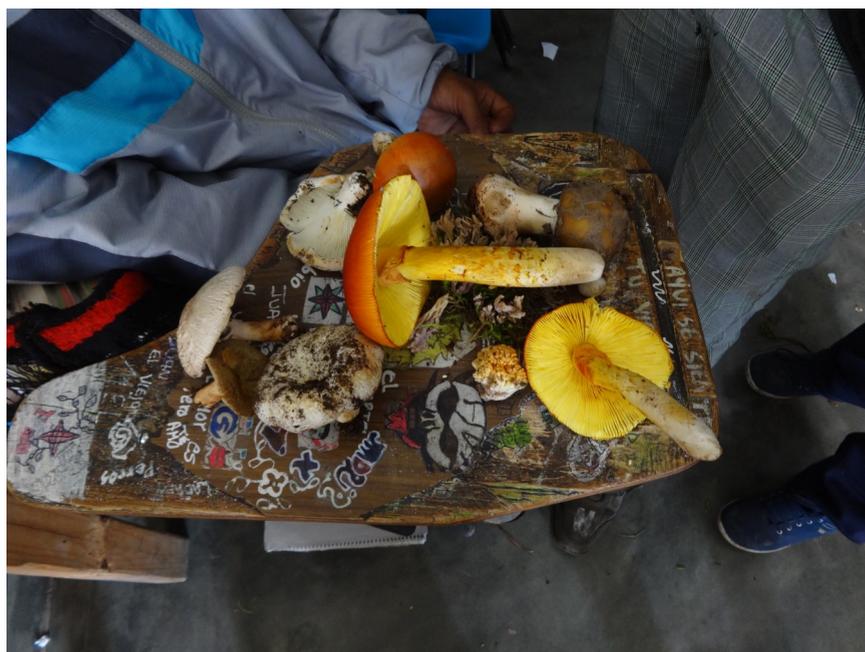


Figura 49. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: algunos de los hongos comestibles recolectados en las proximidades de la escuela / © Luis Pacheco-Cobos

Taller "Ecología de hongos y GPS" 18/nov/2015 Facultad de Biología - Xalapa

HOJA DE REGISTRO

Nombre del Equipo: LAS FRIENDS

Integrantes: Ana Laura, Ana Miriam, Fernando M. de los Angeles, Rosa Irene, Yamilet Josue, Melany y Joscelyn.

Punto de interés	Nombre del hongo	# cuerpos fructíferos	Latitud	Longitud	HORA	Tipo de encuentro <sup>1</sup>
1	Pansa llanera	1	19.57050	97.11757	1:16	Fallida
2	Ojo de Venado	2	19.57003	97.11705	1:18	Recolecta
3		1	19.57060	97.11760	1:19	Exploracion
4	Ojo de Venado	2	19.57065	97.11732	1:22	Recolecta
5	corneta	1	19.57062	97.11726	1:22	Recolecta
6	Oreja	2 <sup>2</sup>	19.57052	97.11675	1:26	Recolecta
7		1	19.56993	97.11672	1:29	Fallida
8	Enchilado	3	19.56988	97.11651	1:30	Recolecta
9	Amanteado	1	19.56946	97.11622	1:33	Recolecta
10	Pedo de coyote	33	19.56966	97.11700	1:38	Recolecta

<sup>1</sup> TIPOS DE ENCUENTROS  
 RECOLECTA encuentro de un hongo comestible en buen estado  
 RASTROS evidencia de hongos comestibles comidos por animales o recolectados por alguien más  
 EXPLORACION inspección de lugares en los que se sospecha hay hongos comestibles  
 que se recuerda haber encontrado o recolectado algún hongo comestible  
 que se pareciera ser un hongo comestible

Figura 50. Sesiones del taller Ecología de hongos y GPS: hoja de registros diligenciada / © Luis Pacheco-Cobos

Se continuó con el intercambio de saberes etnomicológicos, en esta ocasión, para identificar si los jóvenes participantes coincidían con las definiciones propuestas de tipos de encuentros con los hongos (*sensu* Pacheco-Cobos *et al.*, 2015). Se prosiguió con una salida al campo con todos los estudiantes, para que practicaran el uso de los GPS mientras buscaban hongos. En la tercera sesión, fue presentado a los participantes un análisis preliminar de los cuestionarios que respondieron sobre el ejercicio de mapeo participativo que realizaron, así como de las trayectorias de búsqueda que describieron. Cabe resaltar, que una parte importante de los jóvenes estudiantes se mostraron entusiastas por las actividades realizadas, lo que indicó un interés latente en ellos por seguir con el proyecto (Figuras 45 a 50).

Aunque en el verano de 2016 hubo una generación de estudiantes que egresó del Telebachillerato, solo tres (alrededor del 15%) de estos jóvenes concursaron en 2017 por un lugar en la carrera de Biología de la Universidad Veracruzana. Dos mujeres ganaron su acceso a la educación superior; sin embargo, optaron por permanecer en su comunidad para formar a sus propias familias. La tercer joven volvió a intentar el ingreso a la universidad en 2018.

Cabe señalar que una de las jóvenes mencionadas se diviso como recolectora experta, y potencial colaboradora en el registro sistemático de la distribución y disponibilidad de hongos silvestres comestibles. Los esfuerzos sostenidos por capacitar a jóvenes “curiosos” en la comunidad, en algún momento permitirán consolidar la colaboración recolectores-investigadores.

En este taller participaron 79 alumnos de la Telesecundaria (primero, segundo y tercer grados), y 20 alumnos del Telebachillerato. En ambos casos se contó con el consentimiento de los estudiantes y el apoyo de profesores, así como de los coordinadores de los centros educativos.

Para la realización de este taller, los facilitadores y el responsable académico planearon y presentaron personalmente los temas sobre: ¿qué son los hongos, qué tamaño tienen?, ¿dónde viven?, ¿son buenos o malos para el hombre?, ¿qué funciones ecológicas desempeñan?. Por último, se explicó cómo funciona la tecnología satelital, sin dejar de lado otras formas que los humanos han desarrollado históricamente para ubicar su posición en tiempo y espacio antes de los GPS (e.g. navegación marítima y famosos navegantes).

Como parte de la dinámica de este taller, también se recopilaron datos sobre el conocimiento tradicional de los hongos entre los jóvenes y se realizó un mapeo participativo de la comunidad y las áreas en las que crecen los hongos, con el fin de identificar procesos de aprendizaje tradicional y definir zonas prioritarias en el manejo de este recurso.

## Registro de trayectorias de búsqueda con GPS

La investigación cuenta con tres años consecutivos (2015-2017) de registros de búsqueda de hongos. En cada ocasión que los recolectores consintieron acompañamiento, y de acuerdo al método propuesto por Pacheco-Cobos *et al.* (2015) se registraron: 1) las trayectorias de búsqueda, almacenando de manera automática de la posición geográfica cada 10 segundos, y 2) los encuentros de los recolectores con los hongos (rastros, recolecta, exploración, memoria y fallida). El estudio se concentró preferentemente en los alrededores de El Llanillo Redondo; sin embargo, por invitación del mismo Departamento de Vinculación Comunitaria en la Universidad Veracruzana, se extendió el estudio a otras comunidades de Las Vigas de Ramírez y el municipio de Perote. Un ejemplo del tipo de registros conductuales obtenidos al realizar observación participante se presenta en la Figura 51.

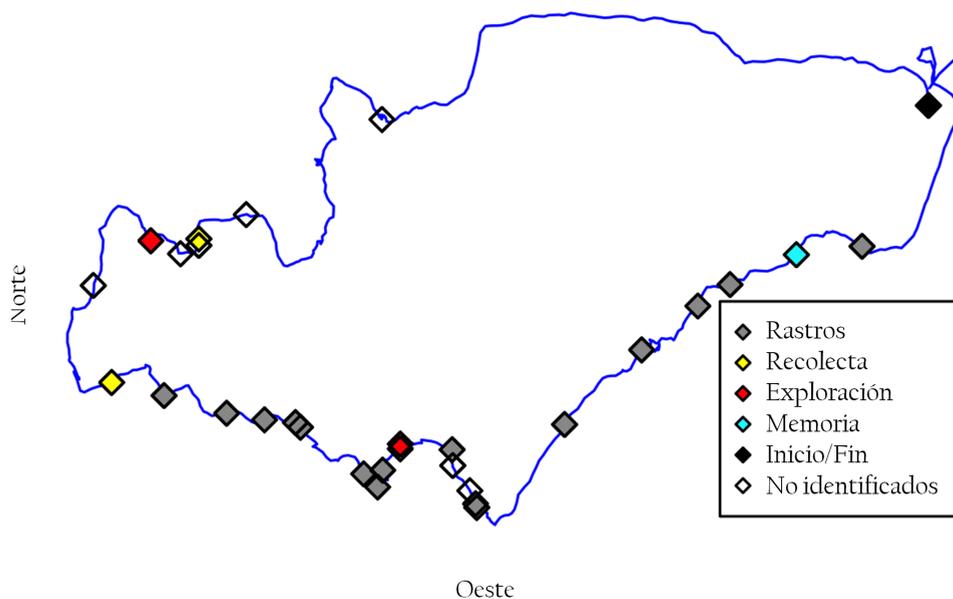


Figura 51. Representación bidimensional de un recorrido de búsqueda de hongos

Los diamantes representan los sitios donde se registraron diferentes tipos de encuentros con hongos silvestres comestibles. El relativamente alto número de rastros encontrados (diamantes con relleno gris), indica que otros recolectores habían visitado los lugares ya recorridos. Las coordenadas geográficas están intencionalmente ocultas para proteger el conocimiento del recolector acompañado / © Luis Pacheco-Cobos

El análisis de la información espacio-temporal, ecológica y cultural, relacionada con los hongos silvestres comestibles está en proceso. Planeamos extender este estudio longitudinal por lo menos dos temporadas de lluvias más (2018-2019). De manera preliminar reportamos que distinguimos una división entre sexos entorno al trabajo de recolección de hongos en la comunidad de estudio, siendo las mujeres quienes se dedican a explorar los alrededores inmediatos a la comunidad en los que recolectan todas las especies de hongos comestibles y redituables que encuentren a su paso. Por su parte, los hombres de ciertas familias se especializan en la recolección de uno de los hongos más cotizados en el mercado internacional: una especie del género *Tricholoma* conocida localmente con el nombre de takechi; para su recolección es necesario ir a sitios más alejados de la comunidad.

### Recetario de hongos silvestres comestibles

El trabajo dedicado a la elaboración del libro preparado por Díaz-Cano *et al.* (2016), partió de una solicitud de un recolector de la comunidad que suele visitar la ciudad de Xalapa para vender los hongos silvestres que recolecta (Figura 37). Ante la desconfianza de algunos compradores potenciales, quienes desconocen la cultura alrededor de los hongos comestibles y que con buenos motivos temen alguna posible intoxicación, el recolector en cuestión confrontó a uno de los autores del presente trabajo inquiriéndole: ¿por qué no hacer una guía de los hongos comestibles de la localidad?



Figura 52. Variedad de hongos silvestres comestibles recolectados  
Nótese del lado derecho de la cubeta, el mango blanco del cuchillo que el recolector usa para cortar las fructificaciones desde la base y remover la tierra y micelio excedentes / © Luis Pacheco-Cobos

De esta manera podría mostrar a los transeúntes un documento con fotografías y descripciones de los hongos comestibles que portara para su venta. Aprovechando las recetas recopiladas durante las entrevistas semi-estructuradas, y aquellas reunidas durante entrevistas informales subsecuentes, así como el esfuerzo de estudiantes y diseñadores, logramos preparar e imprimir la primera edición de dicho documento, el cual se presentó en el Salón Social de la comunidad el 11 de noviembre de 2017 y siendo repartidos algunos ejemplares del libro a los ganadores del sorteo; y por supuesto, otorgando la primera copia al recolector que tuvo la idea.

## Conclusiones

Una de las principales conclusiones es el acercamiento logrado con la comunidad debió en parte su éxito al haber atendido una demanda local: el interés por cultivar hongos comestibles, por lo cual es necesario dar continuidad a los intereses comunitarios, y en su momento combinarlos con los intereses académicos.

El conocimiento ecológico local es detallado, pero debe ser investigado a profundidad, entrevistando para ello a los recolectores clave. Aunque se reconoce que las personas de la localidad perciben un declive en la abundancia de hongos silvestres comestibles, será importante determinar si las actuales tasas de recolecta tienen un efecto negativo sobre los patrones de fructificación de una o más especies.

El potencial de impacto de esta investigación es alto, pues vincula a los sectores académico y social para proyectar el manejo productivo de hongos comestibles cultivados y silvestres. Desde una perspectiva antropológica y evolutiva, los registros espacio-temporales de búsqueda permitirán estudiar cómo dichos patrones de búsqueda varían dependiendo del conocimiento ecológico local sobre los factores que afectan la distribución y disponibilidad de los hongos.

Aunque la implementación de estudios como el desarrollado y presentado en esta investigación podría no adecuarse en otras localidades al primer intento, sería importante y oportuno ajustarse a otros contextos en busca de establecer los términos de colaboración con otros recolectores de regiones templadas en el Estado de Veracruz, México o a nivel mundial. El implementar el método sugerido para registrar con GPS las trayectorias de búsquedas y los tipos de encuentros con los hongos silvestres comestibles, permitirá aumentar y comparar la información sobre hongos silvestres comestibles y su ecología en bosques templados.

La sostenida interacción con la comunidad y el intercambio de saberes, opiniones e inquietudes, facilitará la colaboración a mediano y largo plazo. Así, los investigadores podrán conocer y dar lugar al desarrollo de los intereses comunitarios, lo que a su vez alentará a los recolectores y quizás otros miembros de la comunidad a participar activamente en la investigación.

## Agradecimientos

A las hongueras y hongueros, a las Autoridades locales y de la Telesecundaria y Telebachillerato en El Llanillo Redondo. A La Dirección, Secretaría y Administración de la Facultad de Biología-Xalapa, por el apoyo logístico brindado. A los estudiantes que participan en este proyecto: Gabriela Camacho Torres, Deneb Díaz Cano, Frida Shaori García Vivas, Jorge Ariel Güémez Chávez, José Félix Kubota Hernández, Fernando Modesto Parra Pérez, Juana Victoria Pérez Vázquez, Isabel Pimentel Santiago, Karem Margarita Ramírez Solano e Iris Vargas Huesca. A Diego Domínguez Hernández del Departamento de Vinculación Comunitaria, por su invaluable apoyo logístico en el campo.

## Financiamiento

SEP PRODEP 40912 DSA/103.5/15/7127/PTC-797

## Referencias bibliográficas

- Baxter, J.W. y J. Dighton. 2005. Diversity-functioning relationships in ectomycorrhizal fungal communities. En: Dighton J., White J. F., y Oudemans P. (eds.). *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem* (pp. 383-398). CRC Press. Boca Raton
- Córdova-Chávez, O., R. Medel, G. Mata, R. Castillo y J. Vázquez-Ramírez. 2014. Evaluación de hongos ectomicorrícicos del grupo de los basidiomicetos en la zona del Cofre de Perote, Veracruz. *Madera y Bosques*, 20(1): 97-106.
- Flores-García, M.A. 2016. Conocimiento tradicional sobre los hongos silvestres comestibles en El Llanillo Redondo, municipio de Las Vigas de Ramírez, Veracruz (Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología). Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 65 p.
- Gilmore, M.P. y W.H. Eshbaugh. 2011. From researcher to partner: ethical challenges and issues facing the ethnobiological researcher. En: Anderson E. N., Pearsall D. M., Hunn E. S. y Turner N. J. (eds.). *Ethnobiology* (pp. 51-63). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Hawksworth, D.L. y G.M. Mueller. 2005. Fungal Communities: Their Diversity and Distribution. En: Dighton J., White J. F., y Oudemans P. (eds.). *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem* (pp. 27-38). CRC Press. Boca Raton.

- Hellier A., A.C. Newton y S. Ochoa Gaona. 1999. Use of indigenous knowledge for rapidly assessing trends in biodiversity: a case study from Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 8: 869-889.
- Jarvis, M.C., A.M. Miller, J. Sheahan, K. Ploetz, J. Ploetz, R. Ready Watson, M. Palma Ruiz, C.A., Pascario-Villapan, J. García- Alvarado, A. López-Ramírez y B. Orrs. 2004. Edible Wild Mushrooms of the Cofre de Perote Region, Veracruz, Mexico: An Ethnomycological Study of Common Names and Uses. *Economic Botany*, 58(sp1): S111-S115.
- López-Ramírez, A.M. 2011. Los hongos: recurso natural forestal y su aprovechamiento sustentable. Editorial Académica Española. 95 p.
- Medel, R., Y. Baeza, G. Mata y D. Trejo. 2012. Ascomicetos ectomicorrízicos del Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Micología*, (35): 43-47.
- Mueller, G., R. Halling, J. Carranza, M. Mata y J. Schmit. 2006. Saprotrophic and ectomycorrhizal macrofungi of Costa Rican oak forests. En: Kappelle M. (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 55-68): Springer Berlin Heidelberg
- O'Dell, T.E., J.E. Smith, M. Castellano y D. Luoma. 1996. Diversity and conservation of forest fungi. En: Pilz D. y Molina R. (eds.). *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests* (pp. 5-18). Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-371. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Corvallis, OR, US
- Pacheco-Cobos, L., M.F. Rosetti y R. Hudson. 2009. A new method for tracking pathways of humans searching for wild, edible fungi. *Micologia Aplicada International*, (21): 77-88.
- Pacheco-Cobos, L., M.F. Rosetti, A. Esquivel y R. Hudson. 2015. Towards a traditional ecological knowledge-based monitoring scheme: a proposal for the case of edible mushrooms. *Biodiversity and Conservation*, 24(5): 1253-1269.
- Pritchard, D. 2013. Community-Based Biodiversity Monitoring in Mexico: Current Status, Challenges, and Future Strategies for Collaboration with Scientists. En: Porter-Bolland L., I. Ruiz-Mallén, C. Camacho-Benavides y S.R. McCandless (eds.). *Community Action for Conservation* (pp. 135-157): Springer New York.
- Rossman, A.Y., R.E. Tulloss, T.E. O'Dell y R.G. Thorn. 1998. Protocols for an all taxa biodiversity inventory of fungi in a Costa Rica conservation area. Parkway Publishers. Boone, NC. 195 p.

- Smith, D. A. 2003. Participatory mapping of community lands and hunting yields among the bugle of Western Panama. *Human Organization*, 62(4): 332-343.
- Smith, R.C., M. Benavides, M. Pariona y E. Tuesta. 2003. Mapping the past and the future: geomatics and indigenous territories in the Peruvian Amazon. *Human Organization*, 62(4): 357-368.
- Swift, M.J. 2005. Human Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services: An Overview. En: Dighton J., White J. F., y Oudemans P. (eds.). *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem* (pp. 627-641). CRC Press. Boca Raton.
- Uprety, Y., H. Asselin, Y. Bergeron, F. Doyon y J.F. Boucher. 2012. Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: Practices and applications. *Ecoscience*, 19(3): 225-237.
- Villarreal, L. 1987. Producción de hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte IV). *Revista Mexicana de Micología*, 3: 265-282.
- Villarreal, L. y G. Guzmán. 1985. Producción de hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte I). *Revista Mexicana de Micología*, (1): 51-90.
- Villarreal, L. y G. Guzmán. 1986. Producción de hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte III). *Revista Mexicana de Micología*, (2): 259-278.

### Referencias por Internet:

Díaz-Cano D., Vargas-Huesca I., Chévez E., Pacheco-Cobos L. (2016). De hongo me como un taco: recetario-catálogo de hongos recolectados en El Llanillo Redondo. Xalapa, México: Facultad de Biología – Xalapa, Universidad Veracruzana. SEP (PRODEP 40912 DSA/103.5/15/7127). Recuperado de:

[https://www.uv.mx/personal/luipacheco/files/2017/06/De\\_hongo\\_me\\_como\\_un\\_taco\\_2017.pdf](https://www.uv.mx/personal/luipacheco/files/2017/06/De_hongo_me_como_un_taco_2017.pdf)

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Censo de Población y Vivienda. Aguascalientes, Mexico. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx>



## Anexos

### Anexo I. Especies de hongos asociadas a los nombres comunes reportados

Reino	División	Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Año	Nombre común						
Fungi	Ascomycota	Pezizales	Helvellaceae	<i>Helvella</i>	<i>lacunosa</i>	Afzel.	1783	Chile seco						
			Morchellaceae	<i>Morchella</i>	sp.	Dill. ex Pers.	1794	Chipotle						
	Basidiomycota	Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus</i>	<i>subrufescens</i>	Peck	1894	Sanjuanero						
									Amanitaceae	<i>Agaricus</i>	<i>sylvaticus</i>	Schaeff.	1774	Ojo de venado
												<i>Lycoperdon</i>	<i>perlatum</i>	Pers.
		Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>basii</i>	Guzmán & Ram.- Guill.	2001	Tecomate							
					<i>Amanita</i>	<i>caesarea</i>	(Scop.) Pers.	1801	Tecomate					
		Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>muscaria</i>	(L.) Lam.	1783	Tecomate de mosca							
					<i>Amanita</i>	<i>rubescens</i>	Pers.	1797	Mantecado					
		Clavariaceae	<i>Ramaria</i>	spp.	Holmsk.	1790	Escobeta							
		Hydnangiaceae	<i>Laccaria</i>	sp.	Berk. & Broome	1883	Canelo							
		Hygrophoraceae	<i>Hygrophorus</i>	<i>chrysodon</i>	(Batsch) Fr.	1838	Señorita							
		Lyophyllaceae	<i>Lyophyllum</i>	<i>decastes</i>	(Fr.) Singer	1951	Xolete							
		Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	(Jacq.) P. Kumm.	1871	Oreja							
		Tricholomataceae	<i>Clitocybe</i>	<i>clavipes</i>	(Pers.) P. Kumm	1871	Censo							
					<i>Clitocybe</i>	<i>gibba</i>	(Pers.) P. Kumm	1872	Corneta					
					<i>Tricholoma</i>	<i>magnivelare</i>	(Peck) Redhead	1984	Takechi					
		Boletales	Boletaceae	<i>Boletus</i>	spp.	L.	1753	Panza						
					<i>Suillus</i>	spp.	Haller ex Kuntze	1898	Panza llanera					
		Cantharellales	Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i>	<i>cibarius</i>	Fr.	1821	Amarillo						
Polyporales	Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	spp.	P. Karst	1881	Michoacano								
							Sparassidaceae	<i>Sparassis</i>	<i>crispa</i>	(Wulfen) Fr.	1821	Cabeza de negro		
Russulales	Russulaceae	<i>Lactarius</i>	<i>salmonicolor</i>	R. Heim & Leclair	1953	Enchilado								
				<i>Russula</i>	<i>brevipes</i>	Peck	1890	Trompa blanca						
Ustilaginales	Ustilaginaceae	<i>Ustilago</i>	<i>maydis</i>	(DC.) Corda	1842	Milpa								
Protozoa	Amoebozoa	Liceida	Tubiferaceae	<i>Enteridium</i>	<i>lycoperdon</i>	(Bull.) M.L. Farr	1976	Caca de luna						

# MANEJO



Sesiones de capacitación de la asociación “Productores Agrícolas y Forestales Rancho Nuevo”

(2017) / © Guillermo Rodríguez-Rivas



### 3. MANEJO

La meta del manejo de recursos naturales es obtener de los ecosistemas productos de sustento y/o beneficios para toda la población humana sin menoscabar su capacidad de automantenimiento y homeostasis. Para ello es necesario conservar su biodiversidad, así como la integridad de sus estructuras y funcionamiento.

En la actualidad son pocas las áreas del planeta, en general, y de México, en particular, que mantienen ecosistemas prístinos o ligeramente alterados, dado el volumen de consumidores subsidiados por el capital natural mundial. La globalización ha compactado los espacios productivos; sin embargo, éstos tienen un límite impuesto por la heterogeneidad de los propios territorios, por la capacidad de carga de los sistemas productivos artificiales y por los procesos naturales de mantenimiento de la fertilidad, de descomposición de residuos, de regulación del clima, entre muchos otros.

A nivel global se ha propuesto la adopción de un modelo de manejo de recursos naturales que opere dentro de los límites que impone la naturaleza y, al mismo tiempo, tenga la capacidad de abastecimiento de la población presente y futura, procurando una buena calidad de vida. Este modelo implica, asimismo, que los actores sociales involucrados en la producción obtengan beneficios económicos justos, dejando atrás el modelo de producción basado en la acumulación de la riqueza. A esto se le ha llamado manejo sustentable y es un acuerdo internacional suscrito por la mayoría de los países. Sin embargo, este propósito universal dista mucho de la realidad y para su concreción se ha establecido una agenda indicando las acciones que deben llevarse a cabo (CEPAL, 2015)<sup>1</sup>.

Para ello es necesario construir relaciones de interdependencia entre lo rural y lo urbano dentro de nuestras sociedades, reconociendo los servicios ambientales que proveen los paisajes rurales (Larson y Sarukhán, 2003)<sup>2</sup>. De manera que toda la sociedad debe estar involucrada en estos procesos para transitar al manejo sustentable de los ecosistemas. Es en este contexto que las universidades se involucran en el desarrollo de proyectos aterrizados a situaciones locales reales. En este apartado se muestran tres ejemplos en que estudiantes y académicos de la Universidad Veracruzana, en México, abordan la problemática y, de manera original, formulan acciones conducentes a la sustentabilidad. En ellos se propone el manejo no destructivo de los recursos con un balance adecuado entre la biomasa extraída y la producida, manteniendo al mismo tiempo una base biológica diversa.

---

<sup>1</sup> CEPAL (Comisión Económica para América Latina) (2015), “Agenda 2030” <<https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible>> [17 de febrero de 2018].

<sup>2</sup> Larson, J. y J. Sarukhán. 2003. Cuando los bienes comunes son menos trágicos: dominios eminentes y privilegios comerciales en la valoración patrimonial del México rural. *Gaceta Ecológica*, 67: 7-26.



### 3.1. ACERCAMIENTOS PRÁCTICOS Y TEÓRICOS A LA DEGRADACIÓN FORESTAL

#### *Practical and theoretical approaches to forest degradation*

Claudia Álvarez-Aquino<sup>1\*</sup>, Edward A. Ellis<sup>2</sup>, Patricia Gerez-Fernández<sup>3</sup>, Citlalli López-Binnqüist<sup>2</sup>,  
Guillermo Rodríguez-Rivas<sup>4</sup> y Rosa Amelia Pedraza-Pérez<sup>1</sup>

#### Resumen

Se presenta el trabajo realizado por el Cuerpo Académico “Ecología Aplicada al Manejo de Ecosistemas Forestales” (UV-CA-246) en torno al tema de la degradación forestal. El objetivo general fue contribuir a la discusión y análisis de las diversas facetas del fenómeno de degradación e identificar estrategias para su mitigación, respondiendo a las necesidades reconocidas con diversos actores sociales en las zonas rurales donde trabajamos. Se exponen los fundamentos teóricos, métodos y aplicaciones a partir de una selección de casos de estudio realizados en colaboración con estudiantes de la Universidad Veracruzana que contribuyen con este Cuerpo Académico (INIFOR, CITRO, INBIOTECA, Facultad de Ciencias Agrícolas) y llevados a cabo durante los últimos diez años en Veracruz y Yucatán. Los enfoques en los procesos y métodos presentados, demuestra la importancia de integrar múltiples escalas, desde la investigación *in situ* en campo a nivel local (con el caso del manejo y la comercialización de un producto forestal no maderable); la escala regional (con casos de acciones de reforestación y actividad forestal a nivel de cuenca); hasta la investigación a nivel de paisaje, aplicando técnicas de percepción remota (caso de evaluación y monitoreo de degradación por aprovechamiento forestal).

**Palabras clave:** Conservación, deforestación, degradación forestal, México, mitigación, manejo.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Forestales. Universidad Veracruzana (UV). Parque Ecológico 'El Haya', Carretera Antigua a Coatepec, 91070, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Tropicales. (UV). José María Morelos 44, Zona Centro, Centro, C.P. 91000 Xalapa, Veracruz, México.

<sup>3</sup> Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada. UV. Sin nombre No. 868 121. Zona Universitaria, C.P., 91090 Xalapa Veracruz, México.

<sup>4</sup> Facultad en Ciencias Agrícolas (UV). Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

\* Autor para correspondencia: clalvarez@uv.mx

## Abstract

The work carried out by the research group "Applied Ecology to the Management of Forest Ecosystems" (UV-CA-246) on forest degradation is presented. The general objective was to contribute to the discussion and analysis of diverse aspects of forest degradation, to identify strategies for its mitigation in response to the needs of a variety of social actors in the rural areas where we work. Theoretical foundations, methods and applications resulted from a range of case studies carried out in collaboration with students of the University of Veracruz (INIFOR, CITRO, INBIOTECA and the Faculty of Agricultural Sciences) during the last ten years in the states of Veracruz and Yucatan were exposed. Our approach to processes and methods shows the importance to integrate multiple scales, from *in situ* research at local scale (the case of the management and commercialization of a non-timber forest product); a regional scale (with cases of reforestation and forestry activities at basin level); to a landscape scale, applying remote sensing techniques (the case of evaluation and monitoring of degradation due to forestry activity).

**Key words:** Conservation, deforestation, forest degradation, Mexico, mitigation, management.

## Introducción

### Desforestación y degradación forestal

La deforestación se define como la reducción drástica o eliminación permanente de la cobertura arbolada, por debajo del umbral mínimo dejando menos del 10% de la cobertura original. Consiste en la conversión de bosques hacia usos de suelo no forestal y genera pérdida de elementos que conforman al ecosistema forestal y de los servicios ecosistémicos (FAO, 2012). La degradación es más compleja de definir pues puede referirse a diferentes condiciones generadas por extracción de recursos de los bosques, con efectos diversos dependiendo de las escalas de análisis y enfoques utilizados para su diagnóstico. Por tanto, no hay una definición única reconocida, la degradación forestal varía dependiendo de las causas, de los bienes o servicios particulares de interés, así como de la escala temporal y espacial para su análisis (Thompson *et al.*, 2013).

La FAO (Food and Agriculture Organization, 2017) reconoce que la degradación forestal afecta negativamente el suministro de bienes y servicios; es un proceso que reduce características del bosque, como madera en pie y biomasa, sumideros de carbono, biodiversidad, suelos y valores estéticos. Para Lund (2009) la palabra "degradar" significa reducir la calidad de algo, por lo tanto, la degradación es un proceso que disminuye la calidad de un bosque. Por ello es necesario definir indicadores que refieran a las condiciones de "calidad". Para Simula (2009) la degradación se refiere a una alteración de la vegetación primaria hacia una etapa de sucesión secundaria (arbórea, arbustiva o herbácea), así como la vegetación secundaria que pasa a un estado de sucesión inferior, sea de arbórea a arbustiva o de arbustiva a herbácea.

Es importante aclarar que la degradación no es un precursor de la deforestación, ya que los bosques pueden permanecer degradados durante mucho tiempo sin llegar al estado total de la deforestación (Murdiyarso *et al.*, 2008). Para los propietarios de bosques y los gestores forestales, es una amenaza directa a sus medios de vida, además de una indicación de prácticas de manejo forestal insostenibles (FAO, 2012; Thompson, 2009).

## Causas de degradación forestal

La degradación forestal es generada por múltiples causas, con características dependientes de diversos factores regionales o locales. Los procesos que la impulsan pueden tener diferente frecuencia, intensidad y condiciones según la escala del análisis utilizado. A nivel regional se expresa como cambios en la cubierta arbolada, pero pueden ser sutiles o inapreciables. A escala local generan una paulatina pérdida de la diversidad biológica, cambios en composición de especies, reducción en la biomasa y en la provisión de servicios ecosistémicos. Esta degradación genera una pérdida del valor económico de los bosques con efectos negativos similares a la deforestación.

Entre los factores que causan degradación forestal están la extracción de madera, legal o ilegal, para uso doméstico o comercial, y que frecuentemente se hace con cortas selectivas; los incendios forestales naturales y provocados de gran extensión o en pequeñas áreas, pero frecuentes; el pastoreo de ganado de animales libres o mesteños y de los que entran al bosque por temporadas; la extracción de leña y carbón ya sea para uso doméstico o comercial, en grandes extensiones o en pequeña escala. Así mismo, la extracción de productos forestales no maderables que pueden ser plantas, semillas, frutos, y fauna silvestre, que generan cambios paulatinos en la composición de especies y por tanto, en las condiciones de los bosques y su valor económico (Tabla 6).

Tabla 6. Factores que generan degradación (a partir de: FAO, 2017; Hosunama *et al.*, 2012)

Actividad	Prácticas - Usos	Escala de efecto
Extracción de madera	Cortas selectivas	Regional, local
	Uso comercial y de subsistencia	Nacional, regional, local
	Extracción legal e ilegal	Nacional, regional, local
	Erosión del suelo por acarreo de madera	Local
Incendios	Incendios incontrolados de gran extensión	Regional, local
	Quemas agrícolas o pequeñas áreas	Local
Pastoreo	Ganado libre (mesteño)	Regional, local
	Ganado dentro del bosque por temporada	Local
	Ganado caprino, ovino o bovino	Local
	Erosión/compactación por pisoteo animal	Local
Extracción de leña y carbón	Recolección de leña	Regional, local
	Producción de carbón	Regional, local
	Extracción temporal o permanente	Regional, local
	Uso comercial y de subsistencia	Regional, local
Extracción de PFSM	Cosecha de plantas completas	Local
	Extracción de frutos y semillas	Local
	Captura de fauna silvestre	Local
	Uso comercial o de subsistencia	Regional, local

## Casos de estudio: enfoques y resultados

A continuación, se presenta una selección de casos donde se revelan distintos abordajes teóricos y prácticos sobre degradación forestal en los estados de Veracruz y Yucatán, aplicando una diversidad de métodos cualitativos y cuantitativos en escalas geográficas distintas.

### Escala local - Manejo y comercialización de un producto forestal no maderable en Rancho Nuevo, Alto Lucero

La extracción de productos forestales no maderables puede tener impactos negativos en las poblaciones silvestres de ciertas especies. Es el caso de la palma camedor (*Chamaedorea elegans*) cuya sobre-explotación ha provocado la desaparición de poblaciones silvestres, y por ello se encuentra en la NOM-059-ECOL-200, en categoría de riesgo. La palma camedor es un producto forestal no maderable que crece naturalmente en selvas y acahuals mayores a 12 años, en cultivos perennes arbóreos como cafetales, y como componente de sistemas agroforestales. Su follaje se produce todo el año, es altamente cotizado en el mercado de ornamentales para exportación; se usa en arreglos florales, coronas, adornos en actos religiosos y rituales.

En la localidad de Rancho Nuevo, municipio Alto Lucero, la hoja de esta palma se extraía de poblaciones silvestres y comercializada a través de intermediarios desde la década de 1960. Debido a su alta demanda, su población se redujo, pues no se propició la regeneración de la especie en su hábitat natural. En la década de 1970 los pobladores decidieron introducirla en las fincas de café. Sin conocimientos previos de agroforestería establecieron un sistema de producción que contribuye a la protección, aprovechamiento y conservación de los recursos forestales (Figura 53).

En 2009 se inició un proceso de integración empresarial conformando legalmente la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada “Productores Agrícolas y Forestales Rancho Nuevo”; a través de ella recibieron capacitación y asistencia técnica en desarrollo gerencial, análisis financiero, estudio de mercado y comercialización. Paralelamente se elaboró un plan de manejo para el inventario y aprovechamiento de la palma, contribuyendo al desarrollo de capacidades y de su empresa (Figura 54).



Figura 53. Palma camedor bajo árboles originalmente utilizados para sombra del cafetal / © Guillermo Rodríguez-Rivas



Figura 54. Sesiones de capacitación de la S.P.R.R.L. “Productores Agrícolas y Forestales Rancho Nuevo” / © Guillermo Rodríguez-Rivas

El proceso de cultivo inicia con la recolección de la semilla de las plantas madre seleccionadas de la plantación. Después de un tratamiento pre-germinativo, que somete a la semilla a una fase de calor y humedad por unos 30 días, y se siembra en almacigo para que germine homogéneamente en tiempo y cantidad. Cuando la planta alcanza una talla de 15 cm a los 90 días, se siembra en la finca, y el corte del follaje inicia a los 3 años.

El plan de manejo promovió siembras de la palma en alta densidad asociada al cultivo de café. En promedio se siembran 150,000 plantas/ha; se cosecha una hoja por planta cada 3 meses, permitiendo aprovechar en total 600,000 hojas al año, equivalente a 4,166 gruesas (144 hojas). El precio del intermediario por gruesa es \$20 a \$30 pesos; tomando como referencia el precio más bajo, se estimó un ingreso anual de \$83,320 pesos por venta del follaje. La sociedad tiene incorporadas 45 hectáreas en las cuales pueden cosechar hasta 187,474 gruesas al año, es decir 3,905 por semana, con una oferta permanente del producto al mercado, excluyendo al primer intermediario y generando mayores ingresos directos.

Una conclusión es que el aprovechamiento constante de la palma camedor asegura un flujo continuo y regular de beneficios económicos. Esto se logró por el interés económico del grupo de Productores Agrícolas y Forestales Rancho Nuevo y por su deseo de mantener su área forestal para asegurar una producción continua de palma. A través del sistema agroforestal y su manejo se han comprometido con la conservación del recurso para proporcionar bienes y servicios ambientales.

### Escala regional - Acciones para la reforestación en la microcuenca del río Naolinco

Este caso se refiere a los cambios de uso del suelo en la cuenca del río Naolinco, Veracruz; fue parte del “Programa para la restauración integral de la microcuenca del río Naolinco, Veracruz” que impulsó la Universidad Veracruzana con apoyo del Gobierno del Estado (FOMIX 2008-C01-94211). La microcuenca se ubica en la zona central montañosa del Estado, entre los 1540 y 2100 metros de altitud; la vegetación corresponde a bosque mesófilo de montaña. En estos bosques la eliminación de árboles y plantas epífitas reduce la intercepción de la niebla, la condensación del agua, y por tanto la infiltración en el suelo, reduciendo el flujo de los arroyos superficiales y manantiales (Williams-Linera, 2007).

La transformación del paisaje regional ha sido efecto de la expansión de la agricultura y la ganadería, generando el cambio de bosque a potreros y áreas de cultivo (Barrera y Rodríguez, 1993). A inicios de 1980 el impulso a la producción de queso en Miahuatlan ocasionó deforestación y fragmentación de bosques. En 2005 había 1.337 ha con vegetación arbórea, seis años después disminuyó a 933 ha (Hernández, 2011). En 2011 el uso del suelo en esta región era 42% potreros, 28% agricultura, 26% bosque y 4% uso urbano (Barrera y Espinoza-Guzmán, 2013). Los fragmentos de bosque más pequeños (menos de 10 ha) están degradados por extracción selectiva de árboles para madera o leña, y por la entrada del ganado que pisotea, consume semillas y plántulas, dañando la regeneración de varias especies (Figura 55).



Figura 55. Fragmento de bosque degradado por la entrada de ganado y por la tala selectiva / © Claudia Álvarez-Aquino

El trabajo conjunto entre la Universidad Veracruzana, autoridades municipales y grupos ciudadanos generó acciones para la rehabilitación de la microcuenca. Inició con talleres diagnósticos para conocer la percepción de la población sobre la problemática ambiental, en específico la pérdida de vegetación y disminución de captación de agua, y se identificaron propuestas de solución.

La población reconoce una relación entre deforestación y disminución en los caudales de ríos e identificó a la ampliación de potreros, la tala hormiga, agricultura y expansión de la mancha urbana, como causas de deforestación y degradación de bosque. En los talleres se planteó la necesidad de proteger los fragmentos de mayor tamaño y formar corredores entre ellos, mientras que los fragmentos menores o los bordes entre bosque y potrero deben enriquecerse con especies nativas.

Se identificaron áreas prioritarias para reforestación en zonas ubicadas con pendiente pronunciada, nacimientos de agua y arroyos temporales, bordes de bosque y zonas donde los ganaderos están dispuestos a reducir el área de sus potreros para plantaciones, reforestación, o cercas vivas.

Se estableció un vivero para propagar las especies nativas, pues es difícil encontrarlas en los viveros oficiales (Figura 56). Las especies se seleccionaron por su uso para madera, leña, postes para potrero, flores y/o frutos comestibles, medicinales u ornamentales. El trasplante de las plantas se realizó con la ciudadanía y estudiantes de escuelas secundarias. Se reconoció la necesidad de incorporar la educación ambiental con los pobladores para generar la apropiación de estos proyectos y tener resultados a largo plazo. La conclusión de los participantes fue que la protección de los fragmentos de bosque y el restablecimiento de la vegetación nativa en áreas degradadas ayuda a conservar la calidad de los servicios ambientales que proporciona el bosque.



Figura 56. Vivero rústico para propagar especies nativas destinadas a recuperar fragmentos degradados y reforestación / © Claudia Álvarez Aquino

## Escala regional - La actividad forestal en la cuenca alta del río La Antigua

Para conocer el efecto de la extracción de madera irregular en la pérdida o degradación de los bosques de El Cofre de Perote, se aplicó una encuesta sobre el proceso de producción, extracción, transformación, transporte y venta de madera. Esto se contrastó con un análisis de cambio de uso del suelo entre 1976 y 2000 en la zona alta de la cuenca del río La Antigua.

Se entrevistaron 150 personas dedicadas a esta actividad, lo cual corresponde al 20% de dicha población de acuerdo con SEDAP (1995); de sus respuestas se determinó que la mayor proporción de extracción de madera la realizan quienes tienen motosierras (45,5%). El tipo de transporte más común es el uso de animales de carga (90%), por ello se les llama “burreros” (Figura 57). El resto de los entrevistados utiliza la fuerza humana (7%) y el 2% utiliza su vehículo propio. Con el volumen anual que extraen, reconocido por los entrevistados, se estimó la superficie de bosque intervenida; estos datos se contrastaron con el número total de corteños estimado por diferentes fuentes para extrapolar la superficie de bosque intervenida con esta actividad (Tabla 7).

Tabla 7. Relación del número de corteños, volumen anual de madera cosechado y superficie de bosque estimada para esta producción

Número de corteños	Volumen anual (m <sup>3</sup> r. t. a.)	Superficie estimada de bosque intervenido (ha)
150 *	23,799 *	336
300** <sup>1</sup>	47,598	672
600** <sup>2</sup>	95,197	1,344
1200** <sup>3</sup>	190,394	2,689

\* Corteños entrevistados. \*\*Población de “burreros” estimada por diversas fuentes: 1. Héctor Castillo (com. pers. 2006), 2. Ing. Juan de Dios (com. pers. 1997), y 3. SEDAP (1994), con un estimado del volumen extraído.



Figura 57. Transporte de leña común en los caminos de la montaña / © Rosa Amelia Pedraza-Pérez

El mayor volumen de madera extraída provenía del municipio de Ayahualulco, seguido de Ixhuacán, Xico, Coatepec, en menor medida Acajete y Tlalnehuayocan. Por orden de importancia el tipo de productos obtenido fue: duela, leña, puntales, alfajilla, carbón, muebles rústicos, postes, vigas, cuadrados para bat y tablón. La mayor parte se utiliza en la construcción de viviendas, cimbras y muebles, que venden en calles y mercados. La leña es de consumo familiar o para venta dentro o fuera de la comunidad.

De la madera censada, cerca del 87% corresponde a tres especies de coníferas: *Pinus hartwegii*, *P. patula* y *P. montezumae*; 13% son de especies latifoliadas del bosque mesófilo de montaña y de su vegetación secundaria: *Quercus*, *Alnus* y *Liquidambar* (1,243.53 m<sup>3</sup> r.t.a.). En los bosques de coníferas se encontró que el volumen anual de madera cosechado y la superficie de bosque estimada para obtenerla no sobrepasan el potencial forestal productivo de la cuenca alta del río La Antigua (Álvarez *et al.*, 1997).

El volumen de leña registrado viene de residuos de la corta irregular de bosque de coníferas y de bosque mesófilo de montaña, principalmente de Acajete y Tlalnehuayocan. De acuerdo a Hammond (citado por Haeckel, 2006), gran parte de la leña recolectada por los usuarios es de madera muerta y 45% de la carga proviene de árboles vivos. Es común que los cortadores de leña compren árboles individuales o franjas dentro de los fragmentos de bosque (Fuentes Pangtay, 2013); un efecto de la tala selectiva y pequeñas matarrasas es la reducción de la diversidad arbórea. Si bien los cambios en la estructura de los bosques pueden no ser significativos (Haeckel, 2006), localmente se generan bosques secundarios con reducción en las poblaciones de especies dendroenergéticas (como *Quercus* spp.), sobre todo cuando la cosecha ocurre en escala de tiempo más corta que la necesaria para recuperar la biomasa y regenerar las especies tolerantes a la sombra (Ramírez-Marcial *et al.*, 2000).

Los corteños contribuyen a la degradación de los ecosistemas boscosos, pero no son determinantes en la deforestación (Pedraza *et al.*, 2016). Las causas de la deforestación son los cambios de uso del suelo, destacando la ganadería extensiva en Coatepec y Xico durante el periodo 1976-2000. Algunas alternativas para resolver esta situación corresponden la capacitación de los corteños, mejoras en la producción agropecuaria, y plantaciones dendroenergéticas que pudieran manejarse como monte bajo en las propiedades rurales.

## Escala estatal - Evaluación y monitoreo de la degradación forestal y de las emisiones por el aprovechamiento forestal en la Península de Yucatán

Existe un creciente interés por reducir las emisiones de carbono para mitigar los efectos del cambio climático. Entre las fuentes de emisiones de CO<sup>2</sup>, principal gas de efecto invernadero (GEI), se reconoce a la deforestación y la degradación de los bosques (Maserá *et al.*, 1997).

Se estima que en el mundo se pierden 13 millones de hectáreas por año y que los bosques tropicales aportan 20% de las emisiones mundiales de carbono (Kindermann *et al.*, 2008). Por la importancia de este problema han surgido iniciativas como la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) que incluyen acciones de conservación y manejo sostenible de los bosques para aumentar las reservas forestales de carbono (Morales-Barquero *et al.*, 2014; Gerez-Fernández y Pineda-López, 2011).

En este contexto, evaluar las emisiones de carbono causadas por la degradación a través de la tala selectiva y otros usos forestales permite identificar acciones de reducción de éstas (Morales-Barquero *et al.*, 2014). Una estrategia en los bosques tropicales se centra en mejorar la extracción selectiva de madera a través de cortas de impacto reducido (RIL), como la tala direccional y el corte de lianas, para disminuir los impactos negativos del aprovechamiento (Putz *et al.*, 2008) (Figura 58). De acuerdo con varios estudios, los daños colaterales en los árboles durante el derribo pueden reducirse en 50% al implementar las prácticas RIL (Mazzei *et al.*, 2010; West *et al.*, 2014). En México, no se han estimado las emisiones de carbono generadas por la tala selectiva, ni el impacto de las prácticas RIL en su reducción.



Figura 58. Tala selectiva / © Edward A. Ellis

En áreas de corta anual (ACA), ubicadas en cuatro comunidades forestales en las selvas de Quintana Roo, se evaluó la precisión de varias técnicas de percepción remota para detectar y monitorear las perturbaciones forestales provocadas por tala selectiva. Se evaluaron métodos de teledetección más simples y convencionales, considerando su aplicación futura por las empresas forestales comunitarias, los administradores forestales locales y los técnicos. Las imágenes y las evaluaciones de precisión de los mapas producidos se basaron en muestreos de campo y validación llevados a cabo dentro de las ACA's después de las operaciones de cosecha.

Se evaluó la efectividad del uso de los índices de vegetación derivados de LANDSAT, NDVI, Tasseled Cap Green (verdor, humedad y brillo - TCG) y un Índice de Perturbación obtenido de los cálculos de TCG, para detectar y mapear los daños forestales de la tala selectiva. Se recolectaron datos para validar los tipos de perturbación forestal durante la cosecha de madera (zonas de desembarque de troncos, caminos madereros, brechas de deslizamiento y áreas de tala) y de las áreas forestales no registradas, para mapear los impactos de la extracción selectiva en la región usando imágenes del sensor LANDSAT 8.

Se utilizaron puntos escogidos aleatoriamente durante el muestreo de campo con el método propuesto por Olofsson *et al.* (2013); éste produce un estimador ajustado por error y construye intervalos de confianza para evaluar la precisión de los tipos de perturbación y áreas de mapas clasificados.

Los resultados muestran que las áreas de cortas selectivas pueden ser detectadas y mapeadas con precisión utilizando imágenes LANDSAT 8. En la mayoría de las ACA's se alcanzó una precisión general superior a 70%; los índices de vegetación mejor ajustados fueron NDVI y TCG. Sin embargo, hubo baja precisión para distinguir daños específicos de la cosecha, como los senderos de deslizamiento y las brechas de tala.

Los ejidos que aplicaron un mejor manejo forestal (MMF) y prácticas de extracción de impacto reducido (RIL) presentaron un menor daño en su ACA y en la superficie forestal afectada por m<sup>3</sup> de madera extraída, aun cuando sus intensidades de cosecha fueron mucho más altas o similares a las que no implementaron MMF y RIL.

Estos resultados indican que: 1) las prácticas de mejor manejo forestal y las cortas de impacto reducido pueden reducir los daños de la extracción y al mismo tiempo aumentar los volúmenes cosechados; y 2) es posible cartografiar y monitorear estos impactos en ejidos forestales usando LANDSAT 8 OLI con validación de campo. Por ello se recomienda usar las imágenes de satélite al evaluar las perturbaciones forestales y la recuperación de la selva después de la extracción de madera en la Península de Yucatán.

## Conclusiones

Como cuerpo académico se considera que estudiar la condición de los bosques degradados en las zonas de estudio, permite enriquecer los proyectos y propuestas realizados por este grupo de investigación. Para promover acciones de recuperación es indispensable entender cuáles son los factores locales y regionales que generan degradación en los bosques; evaluar los efectos que tienen sobre la calidad del bosque, sobre los bienes aprovechados y sobre los servicios ecosistémicos que proveen. Asimismo, este abordaje permite probar metodologías para estudiar estos efectos y para analizar los impactos sociales y económicos de este fenómeno sobre las actividades cotidianas de los dueños y usuarios de los bosques.

Se encontró que la extracción selectiva de recursos forestales para uso comercial y para subsistencia, genera degradación de los bosques. Localmente se expresa como la reducción y desaparición de poblaciones de las especies cosechadas, caso de la palma camedor; disminución del tamaño de los árboles y de la biomasa arbórea en las zonas de extracción de leña; escasa regeneración de las especies arbóreas por efecto del pisoteo del ganado; y desde la escala regional, como áreas con menor densidad de la cobertura arbolada. En todos los casos, la degradación de los bosques tiene un efecto directo negativo en la economía de los dueños de los bosques por la reducción o desaparición del recurso aprovechado, o por su efecto sobre la calidad y cantidad de agua, como el caso Naolinco. No obstante, aún las prácticas de cortas selectivas de madera para aserrío en las selvas de la Península de Yucatán, la extracción de leña en las laderas de El Cofre de Perote, e incluso la cosecha de productos forestales no maderables del bosque mesófilo, pueden mejorar para reducir los daños sobre el bosque.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez-Aquino, C. (Comp.). 2013. Especies con potencial para reforestar la microcuenca del río Naolinco, Veracruz. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.
- Álvarez, L.R., A. Hoyos, A. Retureta y E. Zárate. 1997. La cuenca hidrográfica como unidad básica para la planeación y ordenación regional: Caso La Antigua. Ponencia presentada en el Taller de planeación del Parque Nacional Cofre de Perote (Colegio Profesional de Biólogos). Xalapa, Ver. Memoria no publicada.
- Barrera, C. y M. Espinoza-Guzmán. 2013. Balance Hídrico del río Naolinco. México 19. Manuscrito en prensa.
- Barrera, N. y H. Rodríguez. 1993. Desarrollo y medio ambiente en Veracruz. Fundación Friedrich Ebert / Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social / Instituto de Ecología A.C. México, D.F.

- Fuentes Pangtay, T. 2013. Usos tradicionales de la madera del bosque mesófilo de montaña en la subcuenca del río Pixquiác. (Tesis de Maestría en Manejo del Recurso Forestal). Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.
- Gerez-Fernández, P. y M.R. Pineda-López. 2011. Los bosques de Veracruz en el contexto de una estrategia estatal REDD+. *Madera y Bosques*, (17): 7-23.
- Haeckel, I. 2006. Firewood use, supply, and harvesting impact in cloud forest of central Veracruz, Mexico. (Senior Thesis Bachelor of Arts in Ecology, Evolution and Environmental Biology). Columbia University. Nueva York, Estados Unidos.
- Hernández, S.M. 2011. Análisis de cambio y uso del suelo de la microcuenca del río Naolinco, Veracruz, México (1994-2005-2011). (Tesis de Ingeniería Ambiental). Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.
- Hosonuma, N., M. Herold, V. De Sy, R. de Fries, M. Brockhaus, L. Verchot, A. Angelsen, y Romijn E. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4): 1-12.
- Kindermann G., M. Obersteiner, B. Sohngen, J. Sathaye, K. Andrasko, E. Rametsteiner E. y R. Beach. 2008. Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(30): 10302-10307.
- Lund H. 2009. What is a degraded forest? Forest Information Services. Gainesville, Estados Unidos. 45 p.
- Masera O., M. Ordoñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climate Change*, 35: 265-295.
- Mazzei, L., P. Sist, A. Ruschel, F.E. Putz, P. Marco, W. Pena y J.E.R. Ferreir. 2010. Above-ground biomass dynamics after reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 259(3): 367-373.
- Morales-Barquero, L., M. Skutsch, E.J. Jardel-Peláez, A. Ghilardi, C. Kleinn y J.R. Healey. 2014. Operationalizing the definition of forest degradation for REDD+, with application to Mexico. *Forests*, 5(7): 1653-1681.
- Murdiyarso, D., M. Skutsch, M. Guariguata, M. Kanninen, C. Luttrell, P. Verweij y O. Stella. 2008. How do we measure and monitor forest degradation? En: Angelsen, A. (ed.) *Moving ahead with REDD Issues, options and implications*. pp. 99-106. CIFOR ( Center for International Forestry Research). Bogor, Indonesia. 156 p.
- Olofsson, P, G. Foody, S. Stehman y S. Woodcock. 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*, 129:122-131.

- Pedraza Rosa, R.A., O. Álvarez y A. Hoyos. 2016. La actividad forestal en la cuenca alta del río La Antigua. En: Narave Flores, H., L. Garibay Pardo, M. Chamorro Zárata y Y. de la Cruz Elizondo (comp.). *El Cofre de Perote: situación, perspectivas e importancia*. Editorial Códice/Servicios. 185-191. Xalapa, Ver., México.
- Putz, F.E., P. Sist, T. Fredericksen y D. Dykstra. 2008. Reduced-impact logging: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, 256: 1427-1433.
- Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y G. Williams-Linera. 2000. Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 5396: 1-16.
- SEDAP (Secretaría de Desarrollo Agropecuario). 1995. Estudio del potencial forestal de la parte alta de la Cuenca La Antigua, Veracruz. Dirección de Desarrollo Forestal y Pesquero, Gob. Estado de Veracruz. Informe Interno. 60 p.
- Simula, M. 2009. Hacia una definición de degradación de los bosques: análisis comparativo de las definiciones existentes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 63 p.
- Thompson, I., M. Guariguata, K. Okabe, C. Bahamondez, R. Nasi, V. Heymell y C. Sabogal. 2013. An operational framework for defining and monitoring forest degradation. *Ecology and Society*, 18(2): 1-23.
- West, T.A.P.P., E. Vidal y F.E Putz. 2014. Forest biomass recovery after conventional and reduced-impact logging in Amazonian Brazil. *Forest Ecology and Management*, 314: 59-63.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad)/Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México. 208 p.

### Referencias por Internet:

- FAO (Food and Agriculture Organization). 2012. FRA 2015 - Términos y Definiciones. Documento de trabajo de la Evaluación de los Recursos Forestales No. 180. FAO. Consultado en línea 10/09/2017 en:  
<http://www.fao.org/docrep/017/ap862s/ap862s00.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2017. Reducción de la degradación forestal. En: Conjunto de herramientas para la gestión forestal sostenible (GFS). Roma. Doc. citado de:  
<http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/reducing-forest-degradation/further-learning/es/> Fecha de consulta: 3 Marzo, 2017.



## 3.2. RESTAURACIÓN AGROFORESTAL EN EL PARQUE NATURA, XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO

*Agroforestry restoration in the Natura Park, the City of Xalapa, Veracruz, Mexico*

Ana Isabel Suárez-Guerrero<sup>1,2\*</sup>, Carlos Cerdán-Cabrera<sup>1</sup>, Pascual Linares-Márquez<sup>2</sup>, Celia Cecilia Acosta-Hernández<sup>2</sup> y Joaquín Jiménez-Huerta<sup>2</sup>

### Resumen

El bosque mesófilo de montaña, también conocido como el bosque de niebla, es uno de los ecosistemas que conserva mayor diversidad biológica en los trópicos; sin embargo, presenta una alta fragilidad, así como una lenta capacidad de restauración por sí solo. La pérdida de su superficie se da, principalmente, por el cambio de uso de suelo a agricultura y por urbanización. La restauración de este ecosistema depende mayoritariamente de su aislamiento, tamaño y distancia a fuentes de propágulos. El área natural protegida Parque Natura de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México, es una superficie de 134 ha en una zona original del bosque de niebla. La mayoría de esta superficie son plantaciones de café abandonadas hace más de dos décadas. Se ilustran las acciones emprendidas en el establecimiento de una plantación agroforestal encaminadas a restablecer la diversidad nativa arbórea. Asimismo, se mencionan otros proyectos agroecológicos en parcelas demostrativas para familiarizar al público visitante con los conceptos y posibilidades de éstos.

**Palabras clave:** Bosques degradados, bosque mesófilo de montaña, fragmentación, restauración, México.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

\* Autor para correspondencia: asuarez@uv.mx

## Abstract

Mesophile mountain forests, also known as cloud forests, are one of the most biodiverse tropical ecosystems. However, they are fragile and slowly self-restoring. Changes in land use due to agriculture and urbanization are the main drivers of cloud forest area loss. Restoration of this ecosystem relies principally on its isolation, size and distance from the sources of propagules. The Natura Park in the City of Xalapa, State of Veracruz, Mexico, occupies 134 ha of protected land in the original cloud forest zone. The majority is covered by coffee plantations abandoned more than 20 years ago. The actions taken to re-establish an agroforestry plantation to enrich native tree diversity are illustrated. In addition, information on other projects on small pieces of land is presented to acquaint the visitors with agroecological concepts and possibilities.

**Keywords:** Cloud forest, degraded forests, fragmentation, restoration, Mexico.

## Introducción

### Restauración ecológica

La mayor parte de los estudios de restauración en el país se han enfocado a “reverdecer” rápidamente los sistemas degradados sin reconocer las interacciones de las especies nativas de la zona, ni considerar estados de referencia, sin formular hipótesis basadas en la aplicación de teorías de ecología básica, ni en la verificación del automantenimiento de la estructura, o del funcionamiento (Sánchez, 2005). Por otro lado, generalmente no se considera la variabilidad genética de las especies que son manejadas, ni tampoco la respuesta de éstas y de comunidades y ecosistemas a gradientes ambientales (González-Espinosa *et al.*, 2007).

No obstante, hay creciente preocupación por algunos grupos de investigación latinoamericanos por generar información relevante para la rehabilitación ecológica, no solo concerniente a aspectos ambientales, sino también a las causas últimas de la degradación, de índole socioeconómica, así como a aspectos técnicos ingenieriles. Se busca acordar y compartir protocolos para asesorar experiencias de restauración aplicables a diversos escenarios y ecosistemas (Armesto *et al.*, 2007), y se recomienda que éstas no resulten costosas y que se guíen por el método adaptativo (González-Espinosa *et al.*, 2007).

El bosque mesófilo de montaña (bmm) o de niebla, es una de las comunidades más ricas en especies endémicas de la mayoría de los taxa (Rzedowski, 1996). No obstante, la mayor parte de las áreas ocupadas por esta comunidad en el centro del Estado de Veracruz han sido alteradas en virtud de que presentan suelos y clima favorables para actividades agropecuarias y urbanas, por lo que se conservan tan solo algunos fragmentos aislados no intervenidos. El retiro de la cobertura vegetal representa la forma de deterioro ambiental más extendida que, aunada a las altas intensidades de precipitación y a la prevalescencia de paisajes colinados, han favorecido la fragmentación, la pérdida del suelo, de la biodiversidad y de los servicios ambientales. Por tanto, se requiere explorar medidas para la recuperación de la comunidad.

Esta recuperación puede abordarse a partir de la rehabilitación ecológica, que consiste en aplicar técnicas encaminadas a restablecer algunas de las características estructurales y funcionales del ecosistema mediante la aceleración de los procesos naturales de sucesión secundaria, aún cuando no se rescate la composición original de especies (Armstrong, 1993; Hartley, 2002).

Por tanto, en la restauración es crucial reconocer el estado de la comunidad biótica, de la integridad de los atributos del suelo y de los procesos ecosistémicos. Estos tres elementos, identificados con relativa facilidad, se han considerado en la **Tabla 8**, en referencia a los escenarios más comunes en el bmm de la zona montañosa central del estado de Veracruz, en el oriente de México. Los usos del suelo que se ilustran corresponden de izquierda a derecha a la evolución más común en la región. En correspondencia se identifica el estado de cada componente, así como las prácticas de restauración idóneas.

Tabla 8. Identificación de atributos de tres elementos del ecosistema y prácticas de restauración recomendadas en función de los usos del suelo más comunes. La cantidad de signos ✓ es indicador de la integridad de dichos elementos

Elementos	Bosque	Bosque leña	Bosque sec.	Cafetal sombra	Agricultura	Potrero	Ciudad
Especies	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓	x	x	x
Suelo	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓	x
Servicios	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓	x
Acciones	Conservación y ecoturismo	Plantaciones dendroenergéticas Enriquecimiento	Conexión Enriquecimiento	Conexión Enriquecimiento	Rehabilitación y agroforestería	Rehabilitación	Áreas verdes + Nativas

## Sucesión

En alteraciones graves de bosques la sucesión natural inicia con la germinación del banco de semillas fotoblásticas del suelo. Éstas forman una extensa cobertura herbácea que, al poco tiempo, es reemplazada por una arbustiva y luego por una arbórea, en un proceso en que van reemplazándose las especies disponibles (i.e. de las que existen propágulos en la comunidad, o que son dispersadas desde zonas cercanas). Sin embargo, el repertorio de especies disponibles es cada vez más escaso debido a la pérdida de diversidad en los fragmentos remanentes. El rumbo y velocidad de la sucesión depende, entre otros aspectos, del grado de deterioro del ecosistema, de la disponibilidad diferencial de los propágulos de las especies y de las interacciones entre éstas (algunas de ellas antagonicas y otras sinérgicas).

Las experiencias de rehabilitación generalmente se emprenden con la siembra de especies nativas, ya que se espera que sean las que más facilidad muestren para establecerse en su distribución original. Además, podrían ser claves en la regeneración del suelo degradado y como proveedores de satisfactores a nivel local, o para exportación (Murcia, 1996; Hartley, 2002). Aún cuando se están haciendo esfuerzos en procura de una reforestación exitosa y restauradora, la cantidad de especies leñosas que se está manejando, todavía es muy reducida y hace falta explorar otras menos convencionales (Vázquez-Yanes, 1999; Benítez *et al.*, 2004). Sin embargo, es muy poco lo que se sabe sobre la ecología de las especies arbóreas nativas del bosque mesófilo de montaña y de su posible efecto restaurativo en ambientes degradados (Chaverri *et al.*, 1997).

Aber (1987) plantea directrices básicas en las prácticas rehabilitativas, considerando como punto de partida el reconocimiento del estado de deterioro del sitio. Lo anterior ha ahorrado tiempo en el proceso de sucesión/restauración.

## Restauración en el bmm de Veracruz central, México

La restauración puede iniciarse a partir de la siembra directa de semillas de leñosas nativas de especies de interés en sitios alterados, abiertos y alejados de la fuente de propágulos, y en época de lluvias. La regeneración natural puede iniciar efectivamente a partir del acervo de semillas del suelo de sitios alterados (Álvarez-Aquino *et al.*, 2007), o de su introducción intencional en suelo de otros sitios (Márquez-Huitzil, 1999). Es factible introducir plántulas de especies nativas crecidas en viveros bajo el dosel de algunas especies nativas o exóticas. La regeneración de plántulas del bosque nativo también ocurre espontáneamente bajo el dosel de individuos de algunas especies nativas.

A la sombra de individuos de liquidámbar o pinos, pueden crecer plántulas sembradas de *Magnolia dealbata*, *Quercus germana* y *Q. xalapensis* (Ramírez-Bamonde *et al.*, 2005). Esta recolonización puede ocurrir también bajo exóticas de rápido crecimiento como *Acacia pennatula*, *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus benthamii*, o *Bambusa* sp. bajo los cuales se desarrollan numerosas especies secundarias contenidas en el acervo y/o lluvia de semillas, espontáneamente, o por siembra directa (Márquez-Huitzil, 1999).

Las modalidades en el establecimiento de especies leñosas nativas en la comunidad dependen del empate de las tolerancias potenciales de cada especie con las variadas oportunidades de los escenarios degradados. Este aspecto se ha enfocado a las etapas iniciales de sus ciclos de vida, las cuales son relativamente fáciles de manipular, con el fin de reconocer el establecimiento temprano de las especies en diferentes ambientes alterados (Álvarez-Aquino *et al.*, 2007).

La calidad del sitio influye fuertemente en el desempeño de las especies en plantaciones establecidas a partir de la siembra de brinzales; la supervivencia ha sido mayor en laderas de pendientes muy pronunciadas y menor en potreros con suelos compactados.

Se aborda la necesidad de rehabilitación ecológica de un bosque alterado aplicando medidas encaminadas a restablecer algunas de las características estructurales y funcionales del ecosistema mediante la aceleración de los procesos naturales de sucesión secundaria, rescatando algunos elementos de la composición de especies arbóreas originales y aprovechando los espacios libres entre los brinzales con la siembra de frijol ejotero, lo que lo convierte en un sistema agroforestal (*sensu* Soto-Pinto *et al.*, 2011).

## Desarrollo del tema

La línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) en que está encuadrada la intervención es la conservación de ecosistemas del Cuerpo Académico Bioética y recursos naturales. Esta línea surge de la necesidad de conservación de la naturaleza integrada en una complejidad que abarca los atributos del suelo, la diversidad y los servicios ambientales. Además, es considerada la población visitante y las autoridades estatales de Veracruz, que toman las decisiones.

Entre los proyectos que se han llevado a cabo en el Parque Natura destacan algunos cuyo fin es dual; por un lado procurar el aprendizaje de los estudiantes de las facultades de Ciencias Agrícolas y de Biología, así como el establecimiento de parcelas demostrativas para el público visitante a esta zona de recreación y conservación.

Así, se ha establecido una zona dedicada a la producción de hortalizas en varias modalidades en camas pequeñas, que pueden adoptar los visitantes en sus hogares: macetas, áreas ajardinadas, azoteas, etc. Se realizaron siembras de maíz nativo inoculado con bacterias promotoras del crecimiento y hongos micorrizógenos en una extensión de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup> (Figura 59).



Figura 59. Parcela de maíz inoculado bajo la sombra tenue de árbol nativo del bmm / © Ana Isabel Suárez-Guerrero

Se desarrolló un sistema de compostaje experimental de residuos de árboles navideños desechados aplicando microorganismos degradadores, obtenidos en los fragmentos del Parque. Así mismo, fue establecido un sistema agroforestal con fines de restauración de la diversidad arbórea combinado con una hortaliza, frijol ejotero, entre los arbolitos que tienen ya cuatro años.

Los proyectos despertaron el interés de algunos visitantes, para lo cual se realizaron folletos y una demostración con las autoridades del Parque, municipales y de la Universidad Veracruzana.

Desafortunadamente, el mantenimiento de los proyectos requiere una atención constante, así como la intervención de numerosas personas, la cual no es posible mantener dada la naturaleza didáctica de los proyectos hacia los estudiantes de la universidad. Éstos no pueden dedicarse de tiempo completo y el trabajo activo dura 10 semanas por semestre, lo cual es insuficiente. El único proyecto que se mantiene activo es la parcela agroforestal, que fue diseñada para desarrollarse por sí sola y la cual se ha mantenido creciendo, no así las hortalizas.

## El caso del Parque Natura

Esta es una área urbana protegida en el área de distribución original del bosque mesófilo de montaña, ubicado en la zona montañosa del Estado de Veracruz, México. El Parque está aislado y dista dos o tres kilómetros de algún fragmento de bosque conservado. La degradación de las comunidades en su interior ha afectado principalmente a la biota. De hecho, la mayor parte de la fauna comestible y los árboles originales fueron retirados. Éstos fueron eliminados deliberadamente para establecer cafetales en diversos esquemas de sombreado.

A partir de su decreto como área protegida hace 20 años, no se han realizado intervenciones productivas, por lo que el suelo se ha mantenido cubierto y enriquecido por la materia orgánica de árboles y herbáceas, así como la mayoría de los servicios ambientales. En la actualidad los cafetales se han “acahualado”, es decir, la sucesión secundaria ha avanzado hasta el grado de que se encuentran hierbas y arbustos nativos del bosque, mas no árboles. Notablemente la riqueza es escasa y la composición está representada por árboles de sombra de café como huizaches (*Acacia* sp.), grevilleas (*Grevillea* sp.), *Casuarina* sp. e *Inga* spp.

Ante este escenario, los procesos de restauración se facilitan por el alto grado de conservación de los suelos. Estos son de tipo Andosol, con abundante materia orgánica, textura franca y pH muy bajo, de alrededor de 4.

Es así que las medidas que se proponen en el proyecto están encaminadas tan solo a “reintroducir” especies leñosas nativas de estados avanzados e intermedios como proceso de facilitación que favorezcan una más rápida recuperación de la diversidad en comparación con áreas no intervenidas.

El Parque Natura constituye un área de preservación de la biota a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) del Gobierno de Veracruz. Conserva áreas dedicadas, antes del decreto, a diversas actividades productivas, especialmente cafetal a la sombra de varias especies, potrero, bosque secundario y bosquetes uniespecíficos favorecidos, por ejemplo, de *Platanus mexicana*. Uno de los propósitos del Parque ha sido la recreación de la población, lo que constituye una oportunidad para dar a conocer a los visitantes los atributos sobresalientes de la flora de la región, así como de la problemática ambiental y propuesta de solución mediante investigaciones experimentales.

## El proyecto agroforestal de restauración

Se planteó como problema la conservación de la diversidad del bosque mesófilo de montaña, antes ampliamente extendido en las zonas boscosas circundantes de Xalapa y, actualmente, reducido a fragmentos inconexos que no garantizan su preservación, ni en el Parque Natura, área natural protegida urbana en Xalapa. Siguiendo con el esquema ilustrado en la **Tabla 8** (cafetal a la sombra), se llevó a cabo un proceso de restauración, consistente en el enriquecimiento mediante la reintroducción de especies leñosas nativas del bosque mesófilo de montaña, en un área del Parque con el fin de evaluar su crecimiento y supervivencia. Los arbolitos fueron sembrados a tres metros de distancia y, para aprovechar el espacio entre ellos, se estableció un sembradío de frijol ejotero (**Figura 60**).



Figura 60. Parcela de restauración inicial con frijol ejotero en espacios abiertos / © Ana Isabel Suárez-Guerrero

El área elegida se ubica atrás de las canchas de basquetbol, es bastante accesible y con disponibilidad de agua para riego. Mide aproximadamente 200 m<sup>2</sup> y fue desmontada conservando algunos árboles para proveer de una sombra rala que favoreciera el desarrollo de las especies a establecer. Así, se consiguieron ejemplares jóvenes (un año de edad) de 31 especies con tolerancias a la sombra diferenciales, las cuales se empataron con los ambientes lumínicos resultantes (Figura 61).



Figura 61. Ejemplares arbóreos nativos del bmm procedentes de viveros de la región / © Ana Isabel Suárez-Guerrero

En mayo de 2014 se establecieron casi un centenar de individuos de un año de edad de 31 especies nativas del bosque mesófilo de montaña, proporcionadas por el Jardín Botánico del Instituto de Ecología AC y de los viveros de la SEDEMA. Se documentaron los atributos de las especies para favorecer su supervivencia, considerando su tolerancia a la sombra y la etapa sucesional en que prevalecen hasta donde fue posible, a partir de la consulta bibliográfica. Se registraron diámetro basal y altura iniciales de cada individuo para documentar su crecimiento y supervivencia futuros (Figura 62).

A tres años han sobrevivido más del 70% de los individuos y algunos han alcanzado alturas de hasta 5 metros.



Figura 62. Siembra, etiquetado y medición de individuos arbóreos jóvenes del bmm / © Ana Isabel Suárez-Guerrero

## Conclusiones

El establecimiento del sistema agroforestal como medida de restauración, encaminada a enriquecer la flora arbórea nativa resultó promisorio, ya que la mayoría de los individuos y especies han sobrevivido, aún sin mantenimiento.

La vinculación con la sociedad es un aspecto que no se ha resuelto por la baja difusión brindada al proyecto. Sin embargo, se planea escalar la experiencia a varias partes del parque invitando a visitantes para que participen.

## Referencias bibliográficas

Aber, J.D. 1987. Restored forests and the identification of critical factors in species-site interactions. En: W.R. Jordan, M.E. Gilpin y J.D. Aber (eds.) *Restoration ecology* (pp. 241-250). Cambridge University Press. United Kingdom.

Álvarez-Aquino, C., G. Williams-Linera y R.A. Pedraza. 2007. Experiencias sobre restauración ecológica en la región del bosque de niebla del centro de Veracruz. En: Sánchez-Velásquez L.R. (ed.) *Ecología, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Montaña en México* (pp. 1-21). Labioteca. Universidad Veracruzana. México.

- Armesto, J.J., S. Bautista, E. Del Val, B. Ferguson, X. García, A. Gaxiola y G. Williams-Linera. 2007. Towards an ecological restoration network: reversing land degradation in Latin America. *Frontiers in ecology and the environment*, 5(4): 1-4.
- Armstrong, J.K. 1993. Restoration of function or biodiversity? En: Saunders, D.A., R. Hobbs y P.B. Ehrlich (eds.). *Nature conservation 3: Reconstruction of fragmented ecosystems* (pp. 209-214). Surrey Beaty and Sons. Australia.
- Benítez, G., M.T. Pulido y M.E. Equihua. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología A.C. México. 288 p.
- Chaverri, A., E. Zúñiga y A. Fuentes. 1997. Crecimiento inicial de una plantación de *Quercus*, *Cornus* y *Cupressus* en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 45(2): 777-782.
- González-Espinosa, M.N., N. Ramírez-Marcial, A.C. Newton, J.M. Rey-Benayas, A. Camacho-Cruz, J.J. Armesto y C. Zamorano. 2007. Restoration of forest ecosystems in fragmented landscapes of temperate and montane tropical Latin America. En: A.C. Newton (ed.). *Biodiversity loss and conservation in fragmented forest landscapes* (pp. 335-369). CABI. United Kingdom.
- Hartley, M.J. 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest ecology and management*, 155: 81-95
- Márquez-Huitzil, R. 1999. Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración en minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Iztacoquitlán, Veracruz. (Tesis de Maestría, Ecología). Instituto de Ecología, A.C. Xalapa. 140 p.
- Murcia, C. 1996. Long term consequences of two different revegetation programs in the Colombian Andes. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 77(Suppl.) 317-325.
- Ramírez-Bamonde, E., L.R. Sánchez-Velásquez y A. Andrade-Torres. 2005. Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments. *New forests*, 30: 95-101
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de México. *Acta Botánica Mexicana*, 35: 25-44
- Sánchez, O. 2005. Restauración ecológica: algunos conceptos, postulados y debates al inicio del siglo XXI. En: Sánchez, O., E. Peters, R. Márquez Huitzil, E. Vega, G. Portales y D. Azuara (eds.). *Temas sobre restauración ecológica* (pp. 15-29). SEMARNAT. México.

Soto-Pinto, L., M. Anzueto-Martínez y S. Quechulpa. 2011. El acahual mejorado, un prototipo agroforestal. El Colegio de la Frontera Sur. México. 24 p.

### Referencias por Internet:

Vázquez-Yanes, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Recuperado el 8 de febrero de 2004, de Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad: [www.conabio.gob.mx/arboles/introd-J084.html](http://www.conabio.gob.mx/arboles/introd-J084.html)



### 3.3. VISIÓN INTEGRAL DE CUENCA EN EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES

*An integral vision of a watershed for natural resource management*

Jorge Arnulfo Ortiz-Lozano<sup>1\*</sup>, María Teresa Castillo-Burguete<sup>2</sup> y Javier Bello-Pineda<sup>1</sup>

#### Resumen

El manejo de los recursos naturales está dado por las interacciones del ser humano con la naturaleza, por lo que puede ser mediado por la cultura y los saberes tradicionales, pero la dinámica poblacional y económica en muchas regiones han modificado esta dinámica. En el presente artículo se toma como área de estudio la parte alta de la cuenca del río Jamapa y la subcuenca del Metlac, trabajo desarrollado mediante observaciones de campo y entrevistas semiestructuradas con actores clave en el manejo de los recursos naturales en el periodo 2016-2017. Los resultados demostraron que la gran cantidad de actores involucrados en el manejo de los recursos lo vuelven un fenómeno multidimensional en escalas temporales y espaciales que hacen inminente la necesidad de abordar el problema desde un enfoque holístico, que proponga una estrategia de acción, que incluya un proceso de identificación de los elementos naturales y sociales de una zona, su evaluación, y que deriven en propuestas que permitan desarrollar instrumentos para la gestión y uso sostenible del territorio. El enfoque de cuenca permite entender las interrelaciones entre los ecosistemas que la conforman y la gestión del uso de los recursos por parte de la población que la habita. Para atender y resolver la problemática ambiental en las cuencas, la vinculación de la academia con la sociedad es fundamental; por un lado, para conocer y rescatar los saberes tradicionales que los pobladores tienen sobre sus recursos y, por otro lado, el conocimiento académico para mejorar muchos de los procesos productivos que se llevan a cabo en la cuenca.

**Palabras clave:** Cuenca hidrológica, manejo de recursos naturales, manejo integral, México, Veracruz.

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Universidad Veracruzana. Hidalgo # 607, Col. Río Jamapa C.P. 94290, Boca del Río, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Departamento de Ecología Humana. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Mérida. Km 6 Antigua Carretera a Progreso C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México.

\* Autor para correspondencia: mnazgul@yahoo.com

## Abstract

Natural resource management is the result of human interactions with nature and can be mediated by traditional knowledge and culture, but the population and economic dynamics in many regions have modified such interactions. In the present study, a case study of the upper part of the Jamapa River watershed and the Metlac River sub-basin was performed through field observations and semi-structured interviews with key actors in the management of natural resources in 2016-2017. The results showed that the large numbers of actors involved in resource management make it a multidimensional phenomenon on different temporal and spatial scales. Thus, there is the need for developing a holistic approach to tackle the problem, including a strategy of action to allow identification of the natural and social elements in an area, their evaluation and the designing of proposals that allow the development of programs for the management and use of the territory. The watershed analysis approach allows an understanding of interrelationships among the ecosystems that constitute the watershed and the management and use of resources by the population that inhabits it. The link between academy and society is fundamental for knowing and rescuing the traditional inhabitants and for knowledge of their resources on one hand. On the other hand, academic knowledge is also necessary for improving many of the productive processes occurring in the watershed.

**Keywords:** Watershed, management of natural resources, integral management, Mexico, Veracruz.

## Introducción

Las relaciones entre la naturaleza y el ser humano se encuentran mediadas por la cultura; cada sociedad percibe, conoce, utiliza y maneja de manera singular los recursos existentes en sus territorios. Estas relaciones han existido siempre y persisten hasta nuestros días, con modificaciones sustanciales por efectos de colonizaciones y migraciones (Descola y Pálsson, 2001). De esta manera, el manejo y uso de los recursos naturales es un acto ligado a la historia de la evolución social del ser humano (Tommasino *et al.*, 2005).

Lo anterior se observa claramente en aquellos lugares o territorios en los que aún existen etnias o grupos nativos que conservan su identidad y costumbres (Descola, 2001; Larson y Sarukhan, 2003), pero en comunidades donde las etnias son muy reducidas, no están presentes o no hay una identidad cultural fuerte; el manejo del territorio y los recursos naturales queda sujeto a las diferentes visiones e intereses de los tomadores de decisión (Brenner, 2010).

Los actores involucrados en el uso y administración de los recursos naturales suelen generar antagonismos en su manejo, ya que en las comunidades se encuentran sectores de la población que extraen los recursos con la meta exclusiva de satisfacer las necesidades del mercado, sin considerar el valor ambiental de los terrenos o áreas que explotan (Bautista-Tolentino *et al.*, 2011).

También se encontraron otros actores que, con fines políticos, aprovechan las necesidades de los pobladores y promueven acciones para el logro de sus intereses individuales; estas acciones van desde ofrecer apoyos de beneficio social, hasta el promover asentamientos humanos en lugares con condiciones de riesgo o poco seguras para la población, o en sitios establecidos como áreas naturales protegidas o zonas que aún conservan una gran diversidad biológica, histórica o cultural (Gerritsen *et al.*, 2003).

Dentro de esta gama de actores, también se tienen aquellos que, preocupados por la conservación del patrimonio ambiental y cultural, ven en los sitios que cuentan con una gran biodiversidad, belleza escénica o patrimonios históricos o culturales, un espacio de oportunidad para llevar a cabo proyectos detonadores del desarrollo local (Brenner, 2010).

Sumado a los actores antes mencionados, algunas de las actividades ilícitas como el narcotráfico, la tala ilegal y el tráfico de especies, con frecuencia más lucrativas que otras legales que se realizan en las mismas zonas, han tomado relevancia en la forma de manejar los recursos en ciertos lugares, ya que estos grupos se establecen en grandes extensiones del territorio, controlan las actividades productivas de la zona y fomentan las actividades ilícitas (Alvarado-Martínez, 2012).

Esta complejidad de situaciones y actores converge en el uso de los recursos naturales que existen en una zona en donde los poseedores de la tierra y los administradores de los recursos juegan un papel primordial en su manejo, pero que pueden estar sujetos a presiones de grupos o intereses externos. En México, quienes poseen la tierra pueden ser ejidatarios, particulares o el Estado (Appendini, 2008; Lozano, 2012), mientras que la propiedad de los recursos puede ser común (administrados por entidades gubernamentales o comunitarias) o privada, lo cual con frecuencia lleva a que los diferentes actores busquen de una u otra forma controlar el uso y destino de estos recursos (Nogar, 2010).

Por otro lado, el avance de las tecnologías para la percepción remota, junto con el uso de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha permitido incorporar el componente espacial de los recursos y sus servicios ecosistémicos, asociándolos con los aspectos sociales, apoyando criterios sobre este manejo (Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010; Burkhard *et al.*, 2014).

Todos estos aspectos convierten al manejo de los recursos naturales en un fenómeno multidimensional a diferentes escalas espaciales y temporales, por lo que, para poder comprender la relación entre los actores involucrados en el manejo del territorio y los recursos naturales, es necesario abordar el problema con un enfoque holístico, que proponga una estrategia de acción, que incluya un proceso de identificación de los elementos naturales y sociales de una zona, su evaluación y deriven en propuestas que permitan desarrollar instrumentos para la gestión y uso del territorio con elementos para la administración de sus recursos naturales. Todo ello sin perder de vista el desarrollo local de las comunidades y la conservación de los recursos naturales asociados.

En este sentido y para lograr una integración regional, la visión territorial y de cuenca es fundamental. Estudiar una zona en un contexto integral de cuenca, permitiría analizar y entender las interrelaciones entre los ecosistemas que la conforman y la gestión del uso de los recursos por parte de la población que la habita.

## El papel de las comunidades en el manejo de los recursos

Para entender el manejo de los recursos naturales, es necesario reconocer el espacio geográfico como factor que determina la dinámica y el desarrollo de una comunidad, además de comprender la importancia de los recursos económicos, humanos, materiales, culturales y naturales en la conformación de la cohesión social, lo que se refleja en las características culturales de una comunidad como factores que le otorgan identidad (Espinosa, 2010).

La explotación de la naturaleza por parte del hombre se vincula tanto a la adaptación cultural al medio, como a los procesos productivos, creando diferentes concepciones de la relación sociedad-naturaleza (Descola y Pálsson, 2001; Rocha, 2004).

En las zonas con herencia cultural muy arraigada, la dualidad sociedad-naturaleza está estrechamente ligada y se mantiene una relación de equilibrio con la naturaleza, mientras que, en donde se ha perdido esta herencia cultural o la tasa de inmigración es muy alta, los elementos naturales no son más que objetos que pueden y deben ser explotados para el beneficio humano (Descola y Pálsson, 2001).

En las comunidades con herencia indígena y modelos de producción apegados a sus tradiciones, la obtención y extracción de los recursos utilizados para satisfacer sus necesidades se hace respetando la capacidad de producción y reproducción de las plantas y animales.

Por otro lado, en las sociedades en las que la identidad cultural se ha ido perdiendo, son los mercados los que establecen los ritmos y tasa de explotación de los recursos, haciendo necesaria la creación de tecnologías que ayuden a aumentar la eficiencia en la producción y extracción de los mismos. En éstas, el equilibrio sociedad-medio ambiente se rompe, ya que los recursos se explotan de forma tal que, en muchos casos, se ha sobrepasado la capacidad de recuperación natural de los mismos (Descola y Pálsson, 2001; Rodríguez *et al.*, 2007).

Cómo la explotación de los recursos naturales está asociada a cuestiones económicas y al bienestar social, en muchos casos se ha establecido una restricción en el acceso a los mismos, mediante las normas y reglas que la sociedad o el mercado impone (Ángel-Lara, 2002).

## ¿Por qué es necesario entender las cuencas?

Las cuencas hidrográficas son espacios geográficos delimitados por los flujos del agua, que interconectan toda la zona que las conforma a través de flujos hídricos, de nutrientes, de materia y energía. Las cuencas sobrepasan los límites de las entidades de gestión, que pueden ser locales (a nivel de comunidad, ejido o municipio), estatales o nacionales (Garrido *et al.*, 2010). En ellas se encuentra una serie de ecosistemas a lo largo de los gradientes altitudinales, los cuales se interrelacionan entre sí, y si bien, las interacciones son más fuertes de cuenca arriba a cuenca abajo, también hay procesos que van en sentido contrario, lo que permite el mantenimiento de todos los ecosistemas (Cotler, 2007).

Incorporar una visión de cuenca en el desarrollo de los proyectos de investigación o productivos, brindaría la posibilidad de evaluar y explicar las externalidades que resultan de las actividades asociadas al uso del suelo. Como entidad espacial, la cuenca hidrológica es un sistema complejo, dinámico y abierto y puede ser analizado a diferentes escalas. Con ello es posible caracterizar integralmente sus componentes, sin perder de vista el carácter espacial heterogéneo, desde un punto de vista geográfico, que dará una visión integradora de la naturaleza y las modificaciones antrópicas (Cotler, 2007).

En este trabajo, presentamos un ejercicio de manejo del agua en la parte alta de la cuenca del Jamapa y la subcuenca del río Metlac, para ejemplificar el uso de los recursos naturales y la importancia de tener una visión de cuenca.

## La cuenca del río Jamapa

La cuenca del río Jamapa, con coordenadas extremas entre los 18°45' y 19° 13' latitud norte, y los 95°56' y 97°16' longitud oeste; tiene un área aproximada de 3.912 km<sup>2</sup>, abarcando veintiocho municipios del Estado de Veracruz. Dentro de los límites de la cuenca están comprendidos dos cauces principales que son los ríos Jamapa y Cotaxtla, que se originan en Citlaltepetl o Pico de Orizaba, el volcán más alto de la República Mexicana con una altura de 5.700 metros y que desembocan en el Golfo de México (Figura 63).

Esta cuenca es la única en el país que nace en un glaciar y desemboca en un arrecife coralino. Su origen es en el glaciar Jamapa, dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba y desemboca en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

La cuenca, al iniciar en la montaña más alta del país, presenta pendientes muy abruptas en la parte alta, que se van suavizando hasta formar las planicies de inundación en la parte baja, desembocando en el Golfo de México (Figura 64).

## CUENCA DEL JAMAPA

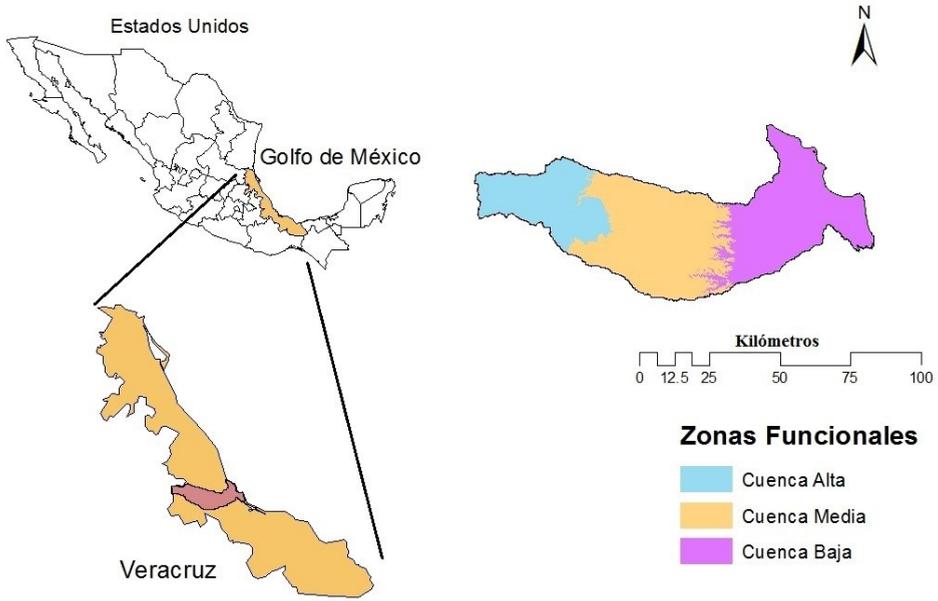


Figura 63. Ubicación de la cuenca del Jamapa

## MODELO 3D CUENCA DEL JAMAPA



Figura 64. Perfil de la cuenca del Jamapa. a) Modelo tridimensional. b) Perfil de la cuenca  
Fuente: INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática)

## Manejo de los recursos en la cuenca del Jamapa

A través del trabajo de campo, empleando técnicas de investigación cualitativa como la observación participante, se ha podido conocer con mayor detalle las características de algunas de las comunidades asentadas en la cuenca del Jamapa y el manejo de sus recursos.

La cuenca ha sido aprovechada por sus habitantes para diferentes actividades económicas como la agricultura y la ganadería, aunque la explotación forestal, principalmente en la parte alta, también está presente. La parte baja de la cuenca, en la franja costera, por las características de protección a eventos de los vientos del norte y huracanes que le ha dado la zona arrecifal, ha sido ocupada para el asentamiento de la conurbación Veracruz-Boca del Río y el puerto de Veracruz. Todas estas actividades han hecho que en el polígono de la cuenca existan diferentes coberturas de vegetación (Figura 65).

### COBERTURAS DE VEGETACIÓN EN LA CUENCA DEL JAMAPA

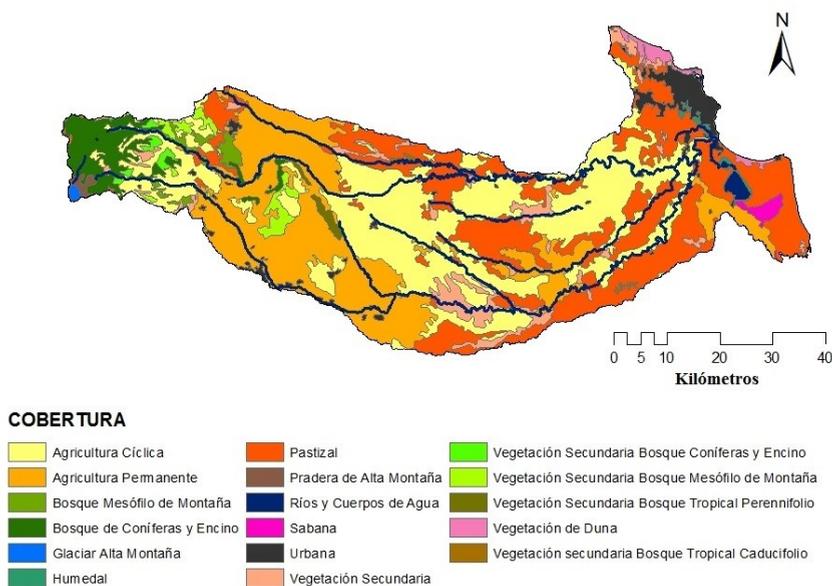


Figura 65. Coberturas de vegetación en la cuenca del Jamapa

Fuente: INEGI

Los veintiocho municipios que conforman la cuenca son administrados por autoridades provenientes de diferentes partidos políticos, que han desarrollado planes y acciones para cada municipio en particular y usualmente no hay una coordinación entre ellos, incluso si son contiguos y están gobernados por la misma fuerza política (Figura 66).

### MAPA POLÍTICO DE LA CUENCA DEL JAMAPA

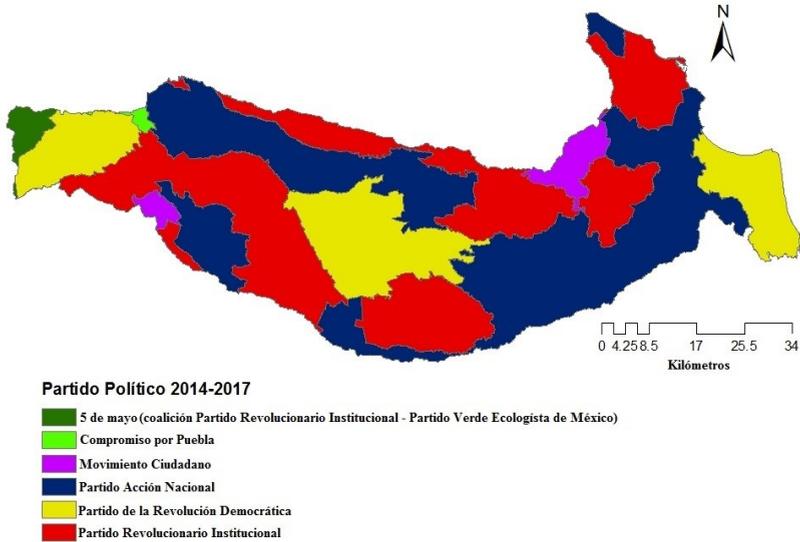


Figura 66. Mapa político de la cuenca del Jamapa en el periodo 2014-2017  
Fuente: INEGI

La cuenca del Jamapa por sus características orográficas, presenta una red de drenaje que con una buena planeación, puede ser aprovechada para el suministro de agua (Figura 67).

### RED DE DRENAJE CUENCA DEL JAMAPA Y SUBCUENCA DEL METLAC

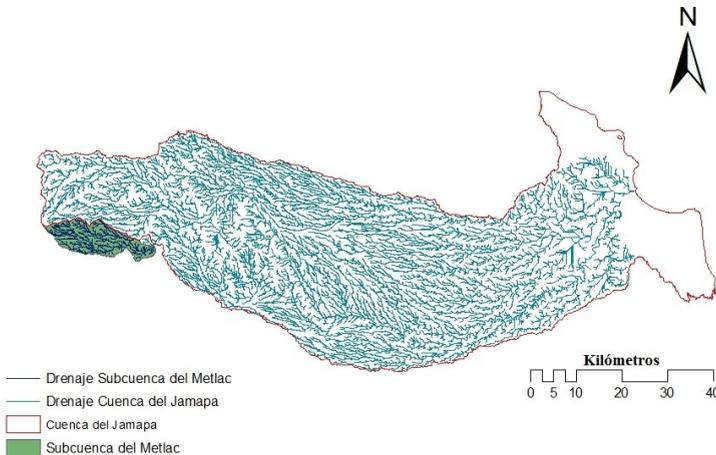


Figura 67. Red de drenaje de la cuenca del Jamapa y subcuenca del Metlac  
Fuente: INEGI

En esta cuenca, muchos de los manantiales están siendo entubados para llevar el agua a comunidades y en algunos casos a ciudades más alejadas de ellos, aunque también se trasvasa agua limpia de las cuencas próximas, como es el caso de la subcuenca del Metlac, en donde un manantial, tributario del río Mal Paso en la cuenca del río Blanco, surte de agua para consumo humano a comunidades de la cuenca del Jamapa, las cuales descargan aguas sin tratamiento a los ríos que conforman la cuenca del Jamapa.

La agricultura y ganadería han desplazado las coberturas primarias en las partes media y baja de la cuenca, por lo que el suministro de agua es importante para poder mantener estas actividades. Los cultivos principales en esta cuenca son: café, papa y chayote en la región montañosa y la caña de azúcar, en las planicies de la cuenca media y parte de la baja, incluso ha desplazado otro tipo de cultivos. Estas actividades requieren el uso de agroquímicos que con frecuencia llegan al subsuelo, a los cuerpos de agua y a los ríos por efecto de las lluvias.

Dentro de la problemática existente en la cuenca, se encuentra el manejo de los residuos sólidos, el cual en varias comunidades no es eficiente, ya que la recolección es muy esporádica y es frecuente encontrar tiraderos clandestinos en las barrancas y, en temporada de lluvia, son arrastrados por las corrientes de los ríos llegando hasta el mar.

## Vinculación social

Para atender y resolver la problemática ambiental en las cuencas, la vinculación de la academia con la sociedad es fundamental, por un lado para conocer y rescatar los saberes tradicionales que los pobladores tienen sobre sus recursos y que se está perdiendo, porque las nuevas generaciones no están continuando las actividades de los padres, entre otros múltiples factores. Por otro lado, el conocimiento académico también es necesario para mejorar muchos de los procesos productivos.

Hacer contacto con las comunidades y conocer parte de sus saberes y conocimientos, así como sus necesidades, puede hacerse de varias maneras: una de ellas son los talleres participativos; en ellos, los mismos pobladores hacen un autodiagnóstico, reconocen sus fortalezas y debilidades, y pueden elegir ir hacia el empoderamiento mediante el manejo de sus recursos.

Aunado a ello, si se les plantea y analiza la visión de cuenca y reconocen la importancia de sus actividades en el mantenimiento de los procesos naturales en ella, se pueden cambiar actitudes hacia el entorno, que podrían mejorar en gran medida la calidad de vida en las comunidades asentadas en la cuenca.

## Conclusiones

Es necesario que el punto de vista académico no pierda de vista las interacciones entre los ecosistemas y sus componentes, a través de varios procesos y experiencias prácticas como la desarrollada en el presente artículo, porque no tienen límites establecidos y dichas interacciones pueden llegar incluso más allá en el manejo y gestión del ecosistema de referencia.

Es necesario comunicar el conocimiento generado a los tomadores de decisiones en todos los niveles, incluyendo a los poseedores de los terrenos o usufructuarios de los recursos, para considerar todos los elementos existentes en el manejo del territorio y sus recursos.

Actualmente resulta cada vez más urgente la pertinencia social que parte de los conocimientos provenientes de la academia. Se requiere de una colaboración en grupos de trabajo multidisciplinarios, con colaboradores de diversas ramas de la investigación, para permear el conocimiento en las decisiones de los cambios que las poblaciones involucradas decidan; así también, para que los proyectos productivos que deseen llevar a cabo puedan detonar un desarrollo local sustentable.

## Referencias bibliográficas

- Alvarado-Martínez, I. 2012. Delincuencia organizada ambiental en México, una nueva manifestación criminal del tráfico de especies. *Revista Criminalidad*, 54(1): 283-311.
- Ángel-Lara, H. 2002. Elinor Ostrom (2000), El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. *Región y Sociedad*, 14(24): 264-269.
- Appendini, K. 2008. La regularización de la tierra y la resolución de conflictos: el caso de México. En: García Barrios, R., B. de la Tejera Hernández y K. Appendini (eds.). *Instituciones y desarrollo: Ensayos sobre la complejidad del campo mexicano* (pp. 225-249). UNAM, CRIM, Colegio de México, Universidad Autónoma de Chapingo. México D.F.
- Arriaga, L. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública*, 1(1): 6-16.
- Balderas Torres, A., D.C. MacMillan, M. Skutsch y J.C. Lovett. 2013. Payments for ecosystem services and rural development: Landowners' preferences and potential participation in western Mexico. *Ecosystem Services*, 6:72-81. doi: 10.1016/j.ecoser.2013.03.002.

- Bautista-Tolentino, M., S. López-Ortíz, P. Pérez-Hernández, M. Vargas-Mendoza, F. Gallardo-López, y F.C. Gómez-Merino. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad el Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1): 63-79.
- Bhatta, L.D., B.E.H. van Oort, I. Rucevska y H. Baral. 2014. Payment for ecosystem services: possible instrument for managing ecosystem services in Nepal. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 10(4): 289-299. doi: 10.1080/21513732.2014.973908.
- Brenner, L. 2010. Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Revista Mexicana de Sociología*, 72(2): 283-310.
- Burkhard, B., M. Kandziora, Y. Hou y F. Müller. 2014. Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape Online*, 34(1): 1-32. doi: 10.3097/LO.201434.
- Chapin III, F.S., E.S. Zavaleta, V.T. Eviner y R.L. Naylor. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783): 234-242. doi: 10.1038/35012241.
- Cotler, H. (Comp.). 2007. El Manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Segunda edición. México D.F. 264 p.
- DeFries, R. S., J.A.Foley y G.P. Asner. 2004. Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(5): 249-257.
- Descola, P. 2001. Construyendo naturalezas. ecología simbólica y práctica social. En: Descola, P. y Palssón, G. (coords) *Naturaleza y Sociedad* (pp. 101-123). Siglo XXI. México D.F.
- Descola, P. y G. Pálsson. 2001. Naturaleza y sociedad. Perspectivas Antropológicas. Siglo XXI. México D.F. 360 p.
- Dietz, T., E. Ostrom y P.C. Stern. 2003. The struggle to govern the commons. *Science*, 302(5652): 1907-1912. doi: 10.1126/science.1091015.
- Espinosa de Rivero, O. 2010. Cambios y continuidades en la percepción y demandas indígenas sobre el territorio en la Amazonía peruana. *Anthropologica*, 28(28): 239-262.
- Falcucci, A., L. Maiorano y L. Boitani. 2007. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecology*, 22(4): 617-631. doi: 10.1007/s10980-006-9056-4.

- Garrido, A., J.L. Pérez-Damián y C. Enríquez-Guadarrama. 2010. Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México. En: Cotler-Ávalos, H. (ed.). *Las cuencas hidrográficas en México. Diagnóstico y priorización* (pp. 14-17). INE-SEMARNAT. México D.F.
- Gerritsen, R., M. Montero y P. Figueroa. 2003. El mundo en un espejo. Percepciones campesinas de los cambios ambientales en el occidente de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 4(14): 253-278.
- Hu, H., W. Liu y M. Cao. 2008. Impact of land use and land cover changes on ecosystem services in Menglun, Xishuangbanna, Southwest China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 146(1): 147-156. doi: 10.1007/s10661-007-0067-7.
- Lambin, E.F., B.L. Turner, H.J. Geist, S.B. Agbola, A. Angelsen, C. Folke, J.W. Bruce, O.T. Coomes, R. Dirzo, P.S. George, K. Homewood, J. Imbernon, R. Leemans, X. Li, E.F., Moran, M. Mortimore, P.S. Ramakrishnan, J.F. Richards, W. Steffen, G.D. Stone, U. Svedin y T.A. Veldkamp. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4): 261-269.
- Larson, J. y J. Sarukhán. 2003. Cuando los bienes comunes son menos trágicos: dominios eminentes y privilegios comerciales en la valoración patrimonial del México rural. *Gaceta Ecológica*, 67: 7-26.
- Metzger, M.J., M.D.A. Rounsevell, L. Acosta-Michlik, R. Leemans y D. Schröter. 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(1): 69-85. doi: 10.1016/j.agee.2005.11.025.
- Polasky, S., E. Nelson, D. Pennington y K.A. Johnson. 2011. The impact of land-use change on ecosystem services, biodiversity and returns to landowners: A case study in the State of Minnesota. *Environmental and Resource Economics*, 48(2): 219-242. doi: 10.1007/s10640-010-9407-0.
- Quétier, F., E. Tapella, G. Conti, D. Cáceres y S. Díaz. 2007. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta Ecológica*, (84-85): 17-27.
- Raudsepp-Hearne, C., G.D. Peterson y E.M. Bennett. 2010. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(11): 5242-5247. doi: 10.1073/pnas.0907284107.
- Rocha, J. 2004. Cambios en la percepción de los recursos naturales como resultado de la participación en la economía de mercado: Una comunidad campesina de los Andes peruanos. *Anthropologica*, 22(22): 179-213.

- Rodríguez, J.P., A.B. Taber, P. Daszak, R. Sukumar, C. Valladares-Padua, S. Padua, L.F. Aguirre, R.A. Medellín, M. Acosta, A.A. Aguirre, C. Bonacic, P. Bordino, J. Bruschini, D. Buchori, S. González, T. Mathew, M. Méndez, L. Mugica, L.F. Pacheco, A.P. Dobson y M. Pearl. 2007. Globalization of conservation: a view from the South. *Science*, 317(5839): 755–756. doi: 10.1126/science.1145560.
- Tejeda, C. 2007. Bienes comunes en Frontera Corozal, Chiapas. En: Contreras, A. y S. Córdoba (eds.). *El cambio en la sociedad rural mexicana ¿Se valoran los recursos estratégicos?*. Vol 5 (pp. 137–164). Casa San Juan. México D.F.
- Tommasino, H., G. Foladori y J. Task. 2005. La crisis ambiental contemporánea. En: Foladori, G. y N. Pierri (eds.). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 7–26). Miguel Ángel Porrúa, UAZ. México D.F.

### Referencias por Internet:

- Lozano Moheno, I. 2012. Ejidos y comunidades: ¿cuarto nivel de gobierno? Exploración sobre las facultades legales de ejidos y comunidades en materia ambiental. Disponible en: [http://cide.edu/publicaciones/status/dts/DTAP\\_268.pdf](http://cide.edu/publicaciones/status/dts/DTAP_268.pdf).
- Nogar, G. 2010. Pequeñas localidades rurales, cambios globales y conocimiento local: Estudios comparados en América Latina. *Mundo agrario*, 11(21). Disponible en: <http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/v11n21a12>.



Prácticas agrícolas y ganaderas en la cuenca del Pixquiác / © C.C. Acosta-Hernández





Con el fin de orientar y operativizar la investigación biológica hacia el manejo y conservación de los ecosistemas de México, y en particular del estado de Veracruz, hemos reunido una serie de trabajos enfocados en alguno de tres aspectos: la gestión, la educación y el manejo. Consideramos que estas son etapas necesarias para el abordaje de los sistemas biológicos, en correspondencia con los grupos humanos que dependen de ellos directa, o indirectamente.

Así, la gestión comprende acciones ante instancias y entidades que, de alguna manera, afectan al ambiente, lo que incluye la normatividad y la evaluación de su aplicación, como en el caso del programa de pago por servicios ambientales hídricos. Se incluye también un trabajo que analiza el efecto del vaciado del agua de lastre de embarcaciones y hace propuestas para su reglamentación desde la perspectiva biológica. Así mismo, los financiamientos asignados a la gestión también pueden ser aprovechados para la investigación, como en el caso de la zona portuaria y ecosistemas arrecifales de Veracruz.

Por otro lado, con la idea de que es necesario que los usuarios de los recursos tomen conciencia de su responsabilidad y actúen a partir de conocimientos firmes en cuanto a su estructura y funcionamiento, incluimos un apartado de educación sobre algunos ecosistemas y especies, abarcando casos desde la zona costera del Estado, hasta las altas montañas frías.

La última sección se corresponde con acciones concretas de manejo, emanadas de la investigación y aplicadas a situaciones específicas como en el manejo forestal, la restauración de ecosistemas, el establecimiento de agroecosistemas y, en una escala de menor detalle, el manejo de cuencas.