



Kayac nancyaga. Banco de imágenes, Conabio (Foto: Mary Carmen García)



SECCIÓN VII

Sistemas productivos y alternativas económicas sustentables

RESUMEN EJECUTIVO

Cesáreo Landeros-Sánchez

El modelo económico neoliberal que impera en nuestro país ha repercutido en los sistemas de producción agropecuario, forestal y acuícola, y en el aprovechamiento de la flora y fauna del estado de Veracruz. Lo anterior se ha traducido en la práctica de sistemas de producción no sostenibles que representan una amenaza para la conservación de la biodiversidad. Muestra de esto es la ganadería en el estado de Veracruz que toma alrededor del 69 % de la tierra de labor, la cual puede considerarse totalmente deforestada y bajo el monocultivo de pastos. La superficie de maíz, también altamente deforestada, participa con 12.7 % de la superficie agropecuaria estatal. El cultivo de caña de azúcar (5 % de la superficie agropecuaria), es un caso especial de eficiencia para producir capital por unidad de superficie (28.2 % del PIB agropecuario), sólo que, al igual que el maíz y la ganadería, es una actividad de monocultivo y totalmente deforestada. La suma porcentual de estas tres actividades en el estado alcanza el 86.8 % de la superficie bajo labor agrope-

cuaria de Veracruz, lo que indica la problemática reducción de biodiversidad en el ámbito agropecuario veracruzano, además de los problemas de erosión de suelos que han resultado, los cuales se han hecho evidentes en más del 40 % del estado.

Del total de la superficie cultivada con café (2.9 % de la superficie agropecuaria estatal), no más del 5 % se produce bajo sombra y, junto con algunos frutales, constituyen los pocos sistemas agropecuarios que contribuyen a la conservación de la biodiversidad agropecuaria estatal. Por otro lado, existen grupos de plantas como las epífitas que enfrentan dos principales fuentes de presión para su sobrevivencia: la primera es la deforestación y fragmentación del hábitat, y la segunda es la extracción de las plantas para uso humano.

Todo lo anterior ha provocado también impactos negativos en los sistemas ecohidrológicos de Veracruz, los cuales se han hecho manifiestos a través de: contaminación de mantos freáticos; contaminación de sistemas acuáticos como lagos, lagunas

y mares; modificación de la morfología de los cauces y de las zonas adyacentes; alteración de la dinámica hidrológica, principalmente de la recarga local y de las relaciones de flujo entre el acuífero y el río. En particular, es esencial mantener la calidad del agua, así como asegurar la disponibilidad de este recurso en todos los sistemas, esto es, agrícola, pecuario, forestal, pesquero y acuícola, así como preservar los diversos hábitats que integran los ecosistemas naturales, a fin de procurar su conservación y sostenibilidad, y promover en éstos el turismo alternativo. Esta modalidad de turismo plantea, además de un ingreso económico para los pobladores locales, la

conservación de los recursos naturales y sociales del área, y se propone como una estrategia viable para el uso sustentable de la riqueza biológica de Veracruz, subrayándose su contribución a la conservación de la biodiversidad.

Veracruz es un estado que aún presenta alta biodiversidad. Cuenta con instituciones de enseñanza e investigación que pueden seguir contribuyendo a la descripción y explicación de las causas y efectos de la pérdida de biodiversidad para encontrar soluciones a esta problemática. Además, ha comenzado a formarse la conciencia ciudadana para contribuir a la solución de este problema.

El agroecosistema, unidad de estudio y transformación de la diversidad agrícola



Juan Pablo Martínez Dávila
Felipe Gallardo López
Lisette C. Bustillo García
Arturo Pérez Vázquez

INTRODUCCIÓN

El proceso a través del cual los agricultores veracruzanos desarrollan la producción de alimentos y materias primas que la sociedad demanda, bajo criterios heredados de la Revolución Verde, tienen –históricamente– efectos socioeconómicos múltiples, pero sobre todo negativos en el aspecto ambiental.

Es por ello que el enfoque de agroecosistema, para estudiar y posteriormente transformar a la agricultura, contiene elementos fundamentales para pensar que –con base en él– es posible contribuir al mejoramiento de la biodiversidad veracruzana. Por el hecho de contar con una mirada integral y con un evidente criterio ecológico, puede pensarse que el complejo manejo de los agroecosistemas podría cumplir con la expectativa de mantener y mejorar la cantidad y calidad de los alimentos, materias primas y servicios ambientales que la sociedad demanda, manteniendo, con equilibrio dinámico, la base de los recursos naturales (Morin, 2002).

En ese ambicioso proceso es necesario vincular el concepto de agroecosistema con el de desarrollo

rural sustentable (DRS). En ambos conceptos, el hombre, manejador del sistema, protagonista fundamental del DRS, tiene la responsabilidad social de cumplir su misión productiva bajo la necesaria mirada del equilibrio ecológico, y no es viable, por tanto, intentar contribuciones al mejoramiento de la biodiversidad sin considerar al principal protagonista de este proceso, tomando en cuenta, por supuesto, las responsabilidades obvias de su contexto socioeconómico y político.

Un plan para la conservación y mejoramiento de la biodiversidad en el estado de Veracruz, obliga a considerar el papel del agroecosistema y su manejador; pero también tiene que ver con los procesos formativos de agrónomos, médicos veterinarios y tomadores de decisiones, entre otros muchos actores del proceso.

EL CONCEPTO DE AGROECOSISTEMA

Un concepto científico es una síntesis abstraída, en la cual se expresan los conocimientos adquiridos

acerca de la actividad de algún proceso, de una relación entre procesos o de sus conexiones internas (De Gortari, 1984). La palabra agroecosistema es una palabra compuesta (agro-eco-sistema). Agro del latín *ager* o *agri* que significa campo (Diccionario etimológico del español, 1990) y ecosistema, concepto introducido en 1935 por Tansley, definido como “la distribución de las especies y su ensamblaje, el cual es fuertemente influenciado por el ambiente asociado”.

Los agroecosistemas, al igual que los ecosistemas incluyen el componente biótico y abiótico e interacciones entre ellos (Maass y Martínez-Yrizar, 1990). Pero los primeros difieren de los segundos porque incluyen además componentes como el social, económico, político y tecnológico, que orienta y define la producción.

Es a partir del año de 1970 en que se empiezan a aplicar algunos conceptos básicos de ecología en la agricultura (Cox y Atkins, 1979; Spedding, 1979; Lowrance, Stinner y House, 1984). La aplicación de la herramienta, teoría ecológica y de sistemas en la agricultura desde un enfoque holístico a los agroecosistemas (Chiavenato, 1997) ha permitido analizar el proceso agrícola en función de flujos de energía, materia e interacciones biológicas, únicamente.

De esa manera surge la agroecología, la cual se ha centrado en gran medida a estudiar las relaciones ecológicas que se dan en la agricultura tradicional e industrial (Altieri, 1999; Gliessman, 1975 y Ruiz, 1995). Ciertamente, los ecosistemas tienen un valor biológico, ecológico y estético innegable, pero los agroecosistemas, por su lado, poseen un valor eminentemente social en términos de producción de alimentos y otros satisfactores sociales de uso o consumo.

El concepto de agroecosistema, construido por el autor (Martínez, 2001) se presenta como una opción para su manejo eficiente en lo económico, social y ambiental. El Agroecosistema

(AST) es un modelo conceptual de la actividad agrícola en su nivel mínimo de control cibernético humano. Es considerado unidad óptima para el estudio de la agricultura y para su propia transformación; está integrado a un sistema agrícola y rural regional a través de cadenas producción-consumo, con interferencias de política y cultura de instituciones públicas y privadas. El AST es un sistema contingente abierto y construido a partir de la modificación social de un sistema natural, para contribuir a: 1) La producción de alimentos, materias primas y servicios ambientales que la sociedad en su conjunto demanda; 2) al bienestar de la población rural, y 3) a su propia sostenibilidad ecológica. El AST posee procesos dinámicos de retroalimentación y control, regulados y autorregulados, como respuesta a variaciones internas y de su entorno. La dimensión espacial, biodiversidad y objetivos del Agroecosistema dependen del tipo de controlador que lo regula, de los recursos que éste maneja y de su interrelación con el entorno complejo.”

APORTACIÓN DE BIODIVERSIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS AL AMBIENTE

En el análisis de los agroecosistemas se sabe que: son éstos un ecosistema que ha sido modificado para satisfacer necesidades humanas de alimentos y materias primas y que tienen en sí mismos la semilla de su propia reducción en la biodiversidad. Es responsabilidad, entonces, de científicos, gobernantes, legisladores, pero sobre todo de quienes manejan directamente los agroecosistemas, el que sea posible producir lo que la sociedad necesita para alimentarse, sin afectar en exceso el equilibrio dinámico de la biota. El impacto que los agroecosistemas generan en pérdida de biodiversidad puede observarse en el cuadro 1.

CUADRO 1. Composición de actividades agropecuarias en el estado de Veracruz.

CULTIVOS	SUPERFICIE (ha)	%	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (miles de pesos)	%	EFICIENCIA SUPERFICIE- VALOR
Ganadería	3 644 738.69	69.11	3 850 787.25	23.86	0.345
Maíz	669 076.02	12.70	1 958 204.11	12.12	0.954
Frijol	37 523.40	0.71	147 007.89	0.91	1.282
Arroz	29 382.35	0.56	179 233.47	1.10	1.964
Sorgo grano	23 427.00	0.44	50 664.72	0.31	0.704
Chile	5 145.50	0.10	215 416.95	1.33	13.300
Papa	5 023.00	0.10	143 834.06	0.89	8.900
Sandía	4 902.75	0.09	93 017.45	0.57	6.333
Soya	4 027.00	0.08	9 902.50	0.06	0.750
Haba seca	3 410.50	0.06	30 697.46	0.19	3.166
Tabaco	2 766.00	0.05	95 186.64	0.59	11.800
Otros cíclicos	15 416.32	0.29	433 147.17	2.68	9.241
Caña de azúcar	261 792.04	5.00	4 552 847.20	28.19	5.638
Naranja	160 928.70	3.05	1 252 523.04	7.75	2.540
Café	152 993.00	2.90	1 115 772.98	6.91	2.380
Mango	31 526.00	0.60	346 611.92	2.15	3.583
Piña	23 849.00	0.45	218 646.51	1.35	3.000
Limón	21 770.50	0.41	568 413.59	3.52	8.585
Papaya	12 412.50	0.24	191 729.29	1.19	4.958
Plátano	11 923.45	0.23	133 272.60	0.83	3.609
Tangerina	11 826.00	0.22	162 056.63	1.00	4.545
Otros perennes	137 737.05	2.61	403 250.49	2.50	0.958
TOTAL	5 271 597.08	100.00	16 152 223.92	100.00	

FUENTE: INEGI, 2001, Anuario Estadístico Veracruz.

La ganadería, como ejemplo de mayor efecto negativo (Posee, 1984), toma más del 69 % de la tierra de labor, superficie que puede considerarse totalmente deforestada y bajo monocultivo de pastos, aunque aporta, a nivel estatal, un 23.9 % del PIB agropecuario, con una baja eficiencia de la superficie para producir capital (0.345 de punto porcentual por cada uno de superficie). La superficie de maíz, también prácticamente deforestada en el estado, participa con 12.7 % de la superficie agropecuaria, con casi un punto porcentual de capital por cada uno de superficie, se agrega a las actividades agropecuarias que más contribuyen a la reducción de la biodiversidad ambiental.

El cultivo de caña de azúcar (5 % de la superficie agropecuaria), es un caso especial de eficiencia para

producir capital por unidad de superficie (28.2 % del PIB agropecuario) sólo que, igual que el maíz y la ganadería, es una actividad de monocultivo y totalmente deforestada. La suma porcentual de estas tres actividades alcanza un 86.8 % de la superficie bajo labor agropecuaria en el estado de Veracruz, lo cual indica dónde están los problemas más importantes en la de reducción de biodiversidad en Veracruz. Atención especial merece la producción de café, el cual toma 2.9 % de la superficie agropecuaria estatal, de esta proporción se estima que no más del 5 % se produce bajo sombra que, sumado a algunos frutales, son los pocos relictos agropecuarios donde la producción contribuye al mantenimiento de la biodiversidad agropecuaria estatal.

EXPERIENCIAS EN EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD AGRÍCOLA EN VERACRUZ

Se presentan dos estudios que describen el efecto del tipo de tenencia en la diversidad agrícola y la eficiencia en el uso de la energía en el estado de Veracruz. Estos son:

a) Factores que determinan la diversidad agrícola y los propósitos de producción en los agroecosistemas del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México (Gallardo, 2001). El objetivo de esta investigación fue caracterizar la diversidad agrícola (DA), los propósitos de producción y la asociación de factores que los determinan en los agroecosistemas con producción bovina del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. Los datos de una encuesta desarrollada en 1997 en ese municipio se analizaron con la técnica de correlación canónica. Se encontraron seis componentes agropecuarios principales: bovinos, maíz (*Zea mays*), papaya (*Carica papaya*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), mango (*Mangifera indica*) y acahual (vegetación secundaria); la combinación de éstos determinó la DA. El promedio de la DA ejidal (E) fue 0.41 y 0.30 en la pequeña propiedad (PP) (Shannon y Weaver, 1963). El autoconsumo es superior en el tipo E (30 %) en relación con PP (11.75 %). La correlación canónica significativa ($r=0.63$) permite inferir que los agroecosistemas con mayor diversidad agrícola y producto destinado al autoconsumo se asocian con el régimen de tenencia ejidal, con menor superficie y localizados en la zona agrícola de temporal. Lo anterior define que los productores con menos tierra y sin acceso a la infraestructura de riego diseñan una estrategia de subsistencia, con manejo diversificado en sus actividades agropecuarias, para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación y participar en el mercado con una parte de su producción.

b) Grado de desarrollo rural sustentable en el Distrito de Desarrollo Rural 006, La Antigua, Veracruz (Bustillo, 2008). En este trabajo, se

presentan procesos autopoiéticos (autorreproducción) enmarcados en la relación sociedad-naturaleza, donde además de los procesos sociales (flujo de materiales y energía) que son dados, producto de las decisiones de los seres humanos en sus modos de reproducción, también existen elementos del sistema normativo, tecnológico y económico (Herscher, 2004). Por ello, comprender los componentes que ayudan a explicar el proceso autorreproductivo-cultural que obstaculiza el logro del desarrollo rural sustentable en tres tipos de productores (subsistencia, intermedios y empresarios), del Distrito de Desarrollo Rural 006, representa un reto en esta investigación.

GRADO DE COGNICIÓN ECOLÓGICA (GCE)

El grado de cognición ecológica se consideró un impulsor de conductas pro-ambientales, basado en la evaluación de las consecuencias de nuestras acciones y en la obligación moral hacia el ambiente. Se observa en la figura 1, que los empresarios (3.01 ± 0.1) tienen el mayor grado de cognición ecológica (GCE) diferenciándose ($p<0.01$) del grupo de subsistencia (1.28 ± 0.1) e intermedios (1.42 ± 0.1). Son los empresarios los que tienen mayores oportunidades para acceder a la educación e información, lo cual conecta directamente esos temas con el grado de desarrollo rural sustentable (GDRS), que al estar conformado, además de eficiencia energética (EE), por el grado de cognición ecológica (GCE), el índice de manejo agrícola sostenible (IMAS) y el índice de bienestar económico racional (IBER), sería lógico encontrar que quienes tengan un mayor GDRS sean los que manejen más eficientemente la energía en sus agroecosistemas. Para determinar si la eficiencia energética de los agroecosistemas está influenciada por el grado de cognición ecológica de los productores, se hace un análisis sucinto enfocado.

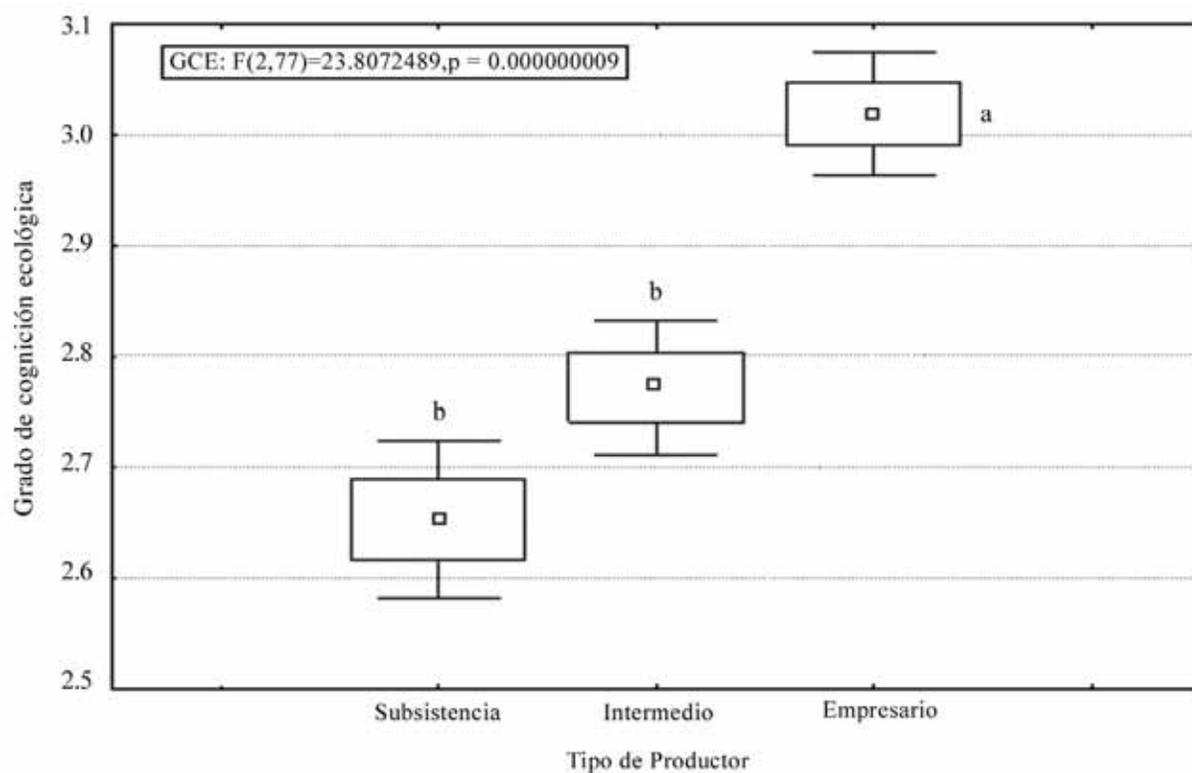


FIGURA 1. El grado de cognición ecológica del tipo empresario posee el mayor nivel de cognición ecológica, lo cual parecería definir un manejo sostenible de los agroecosistemas.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se realizó un análisis de flujo total de energía controlable, en una muestra de 80 agroecosistemas en el Distrito de Desarrollo Rural 006. En la mayor parte de los balances energéticos se ha encontrado que la agricultura moderna ha alterado su naturaleza misma, ya que pasó de apoyarse fundamentalmente en un flujo de energía renovable hasta llegar a ser una actividad muy exigente en combustibles fósiles, recursos no renovables y reducción de la biodiversidad. Del análisis comparativo de eficiencia energética (EE) por tipo de productor, se puede observar en la figura 2 que, contra lo esperado, los más efi-

cientes son los productores del tipo intermedio (4.62 ± 1.4) y que además se diferencian ($p < 0.01$) con respecto a los productores de subsistencia (2.01 ± 0.7) y empresarios (2.56 ± 0.8). Se esperaba que a mayor cognición ecológica hubiera mayor eficiencia energética, lo cual no sucedió.

Como se observa, los productores más eficientes (intermedios) pertenecen a los agroecosistemas con caña de azúcar, que de por sí es de los cultivos más eficientes para producir energía metabolizable por unidad de energía consumida, lo que refleja que, sin manifestar criterios intencionales de manejo energético en la entrevista, dirigidos a mejorar la relación salida/insumos de energía, obtienen los mejores resultados.

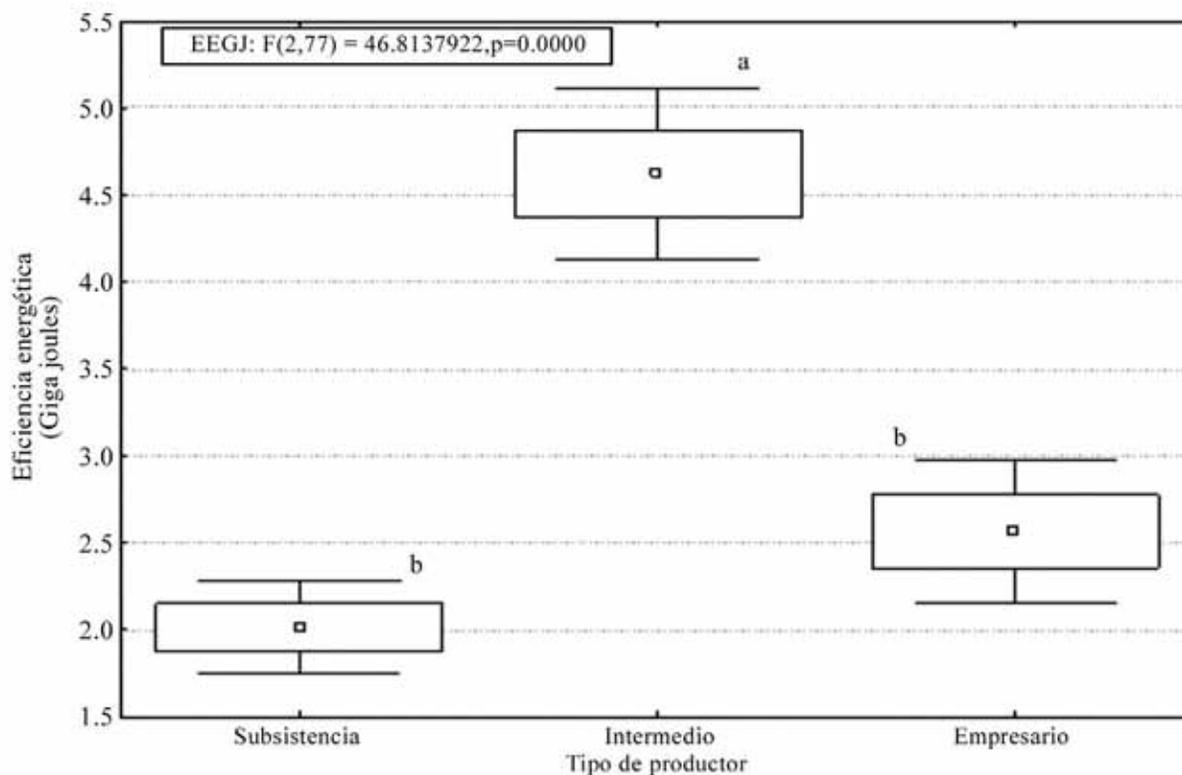


FIGURA 2. A pesar de que los empresarios tienen mayor conocimiento ecológico, su eficiencia energética es casi tan baja como la del tipo de subsistencia.

ÍNDICE DE BIENESTAR ECONÓMICO RACIONAL (IBER)

Con respecto al índice de bienestar económico racional (IBER), en la figura 3, puede verse que los empresarios (1.61 ± 0.1) se diferenciaron ($p < 0.01$) del grupo de subsistencia (1.46 ± 0.09) y fueron iguales al grupo intermedio (1.52 ± 0.1). Este indicador de bienestar refleja, por una parte, la calidad de vida de los productores, cuantificada en términos de infraestructura y potencialidades para participación efectiva y por la otra el consumo de la familia del productor.

Por tanto, de los resultados del IBER y sus componentes, se puede constatar que el grupo empresarial tiene mayor acceso en las dimensiones que están

directamente relacionadas con las políticas de estado (educación, salud, participación, vivienda y servicios, apoyos y recreación).

ÍNDICE DE MANEJO AGRÍCOLA SUSTENTABLE (IMAS)

En otro de los indicadores que componen el grado de desarrollo rural sustentable, específicamente en el índice de manejo agrícola sostenible (IMAS), se encontró que los empresarios (1.46 ± 0.2) y el grupo intermedio (1.42 ± 0.1) son iguales (figura 4), por lo que se puede entender que los paquetes tecnológicos utilizados carecen de criterios óptimos de aplicación. Al comparar los resultados aquí

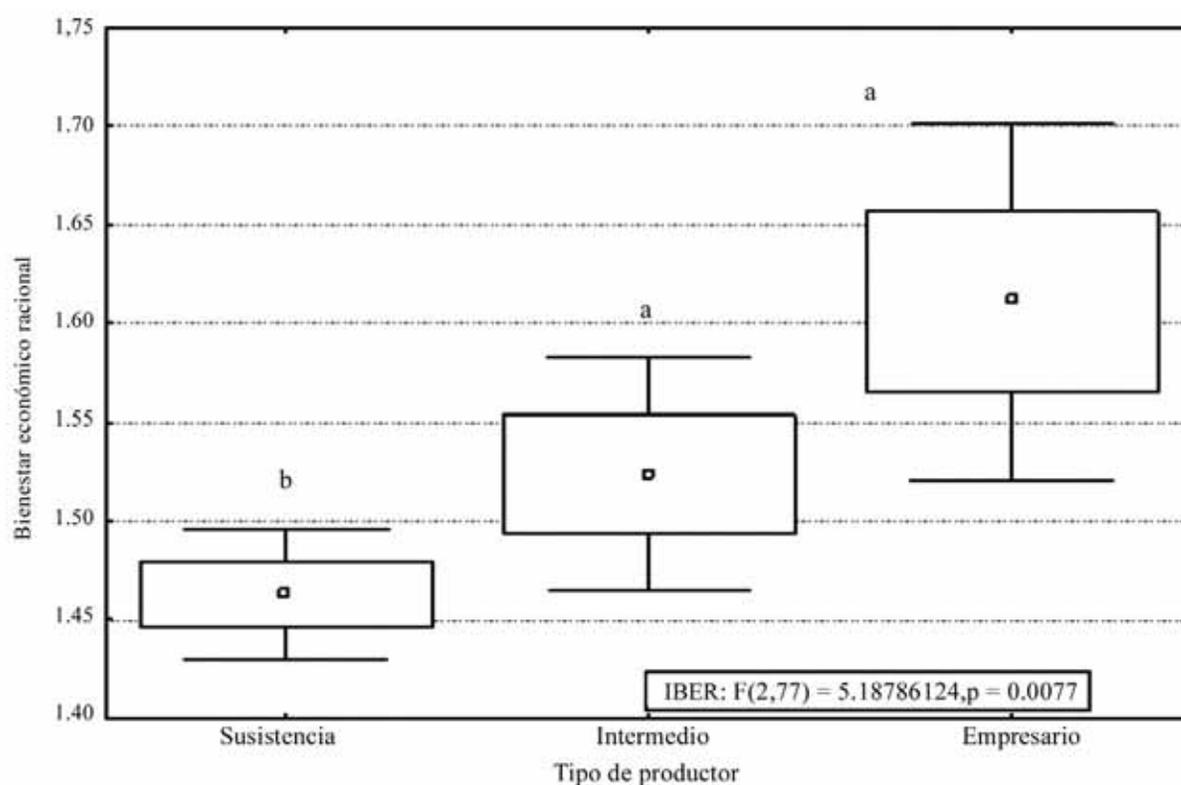


FIGURA 3. Aunque el Índice de Bienestar Económico Racional (IBER) empresarial es el más alto y estadísticamente igual al intermedio, su eficiencia energética es baja.

encontrados con los de eficiencia energética, donde el grupo intermedio resultó ser el más eficiente, se corresponden dichos resultados, ya que en ambos casos no se relacionan con criterios de sostenibilidad en su manejo.

COMPONENTES DEL GDRS DE ACUERDO AL TIPO DE PRODUCTOR

Del análisis del GDRS por tipo de productor, se puede observar en la figura 5, que todos los grupos son diferentes ($p < 0.01$). Los intermedios tienen mayor grado de desarrollo rural sustentable (2.58 ± 0.3), mientras que los grupos de subsistencia y empresarios tuvieron medias de 1.85 ± 0.1 y $2.16 \pm$

0.2 , respectivamente. Este indicador está compuesto por los índices antes analizados: eficiencia energética (EE), bienestar económico racional (IBER), grado de cognición ecológica (GCE) y el índice de manejo agrícola sostenible (IMAS), resultando los tres últimos superiores para el grupo empresarial, mientras que la EE fue superior en el grupo intermedio, de manera que el efecto de la EE, sobre el indicador GDRS, ejerció un efecto importante al colocar al grupo intermedio como el grupo con mejor GDRS.

Podría considerarse, finalmente, que en ninguno de los tres grupos, aún cuando uno de ellos es más eficiente en el uso de la energía, existe, o es muy reducido, el proceso de reproducción sociocultural (autopoiésis) para lograr la sostenibilidad.

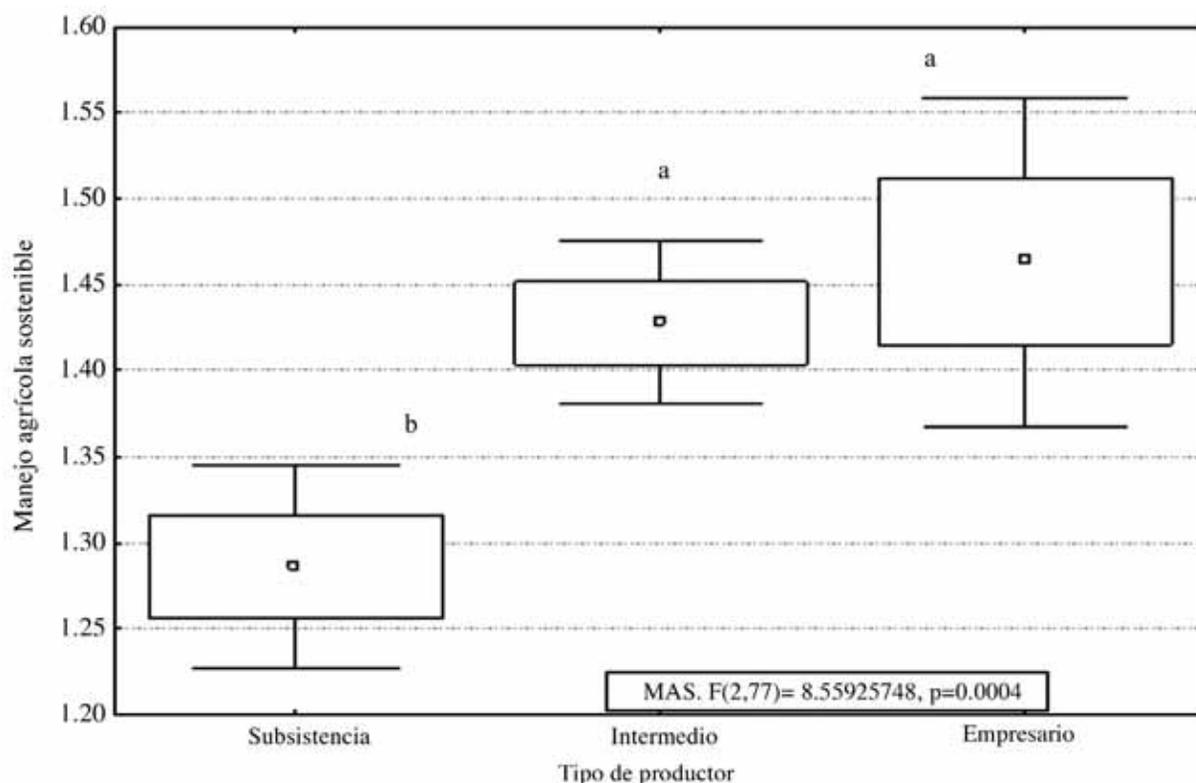


FIGURA 4. El tipo empresario tiene el índice de manejo agrícola sostenible también más alto, pero no es el más eficiente en el manejo de la energía.

CONCLUSIONES

A través de una síntesis de lo aprehendido se entendió que las condiciones de manejo de los agroecosistemas en el estado de Veracruz son ampliamente negativas para incrementar la biodiversidad. Por otra parte, el sector que de alguna manera produce con mayor diversidad actividades agropecuarias son los productores de subsistencia, debido a que su estrategia de supervivencia se los exige, para ellos comer es primero que capitalizarse y ser competitivo; asunto aún no bien comprendido por los tomadores de decisiones en el ámbito gubernamental. Finalmente, pudo verse que a pesar de tener mayor cognición ecológica y mejores condiciones económico-financieras para mane-

jar los agroecosistemas, la lógica de la ganancia supera al interés por mejorar la biodiversidad y la eficiencia energética. Sin embargo, el estado de Veracruz cuenta con una gran diversidad de instituciones educativas y de investigación, lo cual podría potenciar el estudio y manejo racional de los recursos naturales. Con base en las potencialidades antes mencionadas y el entendimiento y construcción de un concepto de agroecosistema, como unidad fundamental de estudio de la agricultura veracruzana, se permitiría visualizar la posibilidad de ayudar en el cumplimiento de la misión social de todos los actores aquí mencionados, sobre la base de la conservación y mejoramiento de la biodiversidad de los ecosistemas naturales y transformados en nuestra entidad.

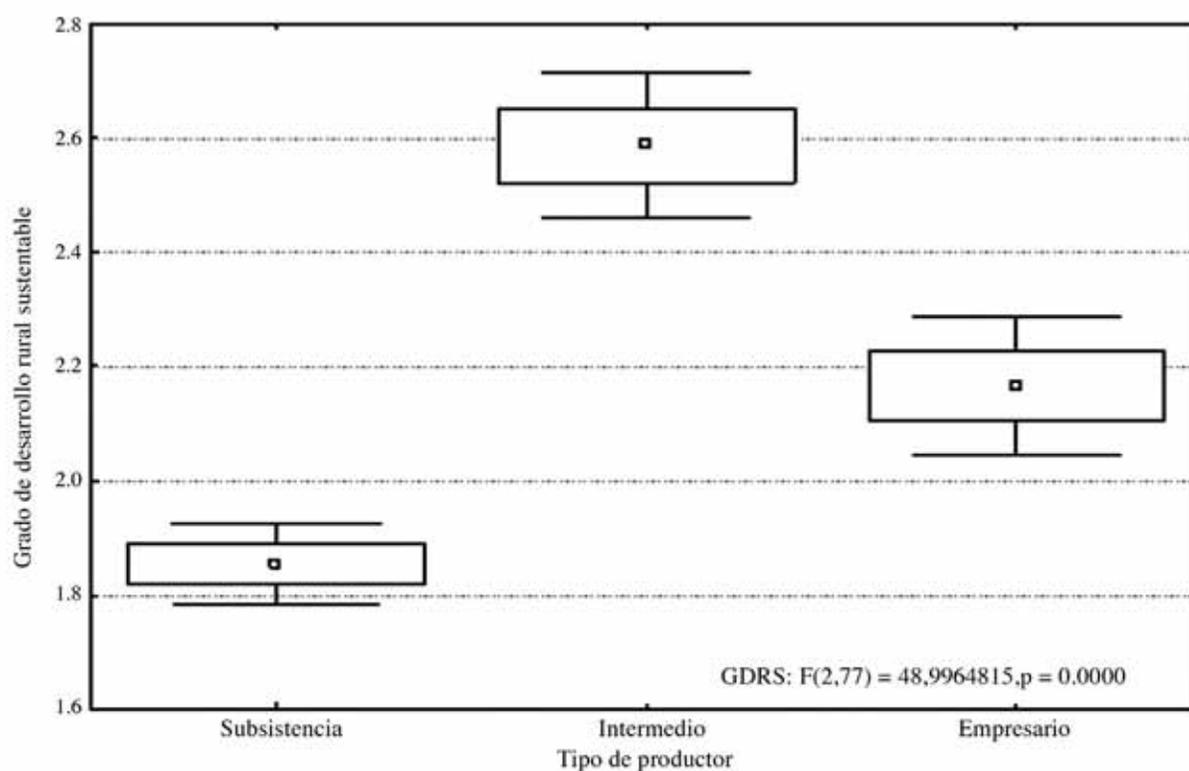


FIGURA 5. El Grado de Desarrollo Rural Sostenible (GDRS) del tipo intermedio es el más alto y el empresario y subsistencia poseen un GDRS bajo, tal como sucede con la eficiencia energética.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.A., 1999, The ecological role of biodiversity in agroecosystems, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- BUSTILLO, 2008, *Condiciones para el desarrollo rural sustentable del Distrito para el Desarrollo Rural 006-La Antigua, Veracruz, México: Bajo un enfoque autopoiético*, tesis doctoral en Agroecosistemas Tropicales, Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados.
- CHIAVENATO, I., 1997, *Introducción a la teoría general de la administración*, McGraw-Hill, Santa Fé de Bogotá Colombia, pp. 723-755.
- COX, G.W. y M.D. Atkins, 1979, *Agricultural ecology*, San Francisco, EUA, pp. 13-19.
- GALLARDO-LÓPEZ, Felipe, David Riestra-Díaz, Andrés Aluja-Schunemann y Juan Pablo Martínez-Dávila, 2002, Factores que determinan la diversidad agrícola y los propósitos de producción en los agroecosistemas del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México, *Agrociencia* 36: 495-502.
- GLIESSMAN, S.R., 1975, *Agroecosistemas con énfasis en el estudio de tecnología agrícola tradicional*, Manuscrito del Colegio Superior de Agricultura Tropical (CSAT), Tabasco, México, 19 pp.
- GORTARI, Eli, 1984, *Iniciación a la lógica*, Océano, México, pp. 39-60.
- HERSCHER, E., 2004, *Pensamiento sistémico*, Granica, Buenos Aires, Argentina, pp. 11-19.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), 2001, Anuario Estadístico de Veracruz, 221 pp.
- LOWRANCE, R., B.R. Stinner y G.J. House, 1984, *Agricultural Ecosystems*, Ed. John Wiley & Sons, EUA, 211 pp.
- MAASS, J.M. y Martínez-Yrizar, A., 1990, *Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto*, Ciencias (núm. 4 especial), pp. 10-19.
- MARTÍNEZ DÁVILA, J.P., 2001, *Documento interno*, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, 18 pp.
- MORÍN, E., 2002, Introducción al pensamiento complejo, (www.lander.es/~lmisa/complej6.html), 8 pp.
- POSEE, V.C., 1984, *La ganadería bovina en la región de Veracruz Centro*, IV Informe general de resultados del Diagnóstico Integral de la Ganadería en el Trópico Mexicano, 67 pp.
- RUIZ, R.O., 1995, Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico, II Seminario Internacional de Agroecología, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México, pp. 87-95.
- SEGURA, S., 1990, *Diccionario etimológico latino-español*, 1ª ed., Ediciones Generales Anaya, Madrid, España, 640 pp.
- SPEEDING, C.R.W., 1979, *Ecología de los sistemas agrícolas*, Blume, Madrid, España, 320 pp.
- STATSOFT, INC. (2006). STATISTICA (data analysis software system), Versión 7.1. www.statsoft.com.
- TANSLEY, A.G., 1935, The use and abuse of vegetational concepts and terms, *Ecology*, 16: 284-307.

Diversificación de cultivos



Cesáreo Landeros-Sánchez
Juan Carlos Moreno-Seceña
Esteban Escamilla-Prado
Romeo Ruiz-Bello

INTRODUCCIÓN

La degradación de la naturaleza, debido a una sobre-explotación de los recursos naturales, constituye uno de los grandes problemas que enfrenta el estado de Veracruz. Consecuentemente, es urgente buscar alternativas tecnológicas y de producción que conduzcan hacia un uso racional de los recursos y el desarrollo de una agricultura sustentable. Una buena parte de los sistemas de producción actuales, como los monocultivos de caña de azúcar, granos básicos, frutales, hortalizas y pastos, principalmente, han ocasionado problemas de fertilidad de suelo, debido a las continuas extracciones de nutrientes y a las mínimas o nulas incorporaciones de materia orgánica al suelo.

Los productores que practican estos sistemas enfrentan también serios problemas de comercialización y baja rentabilidad, debido a la sobreproducción de un sólo producto, políticas de mercado, organización de productores y falta de apertura de canales de comercialización. La diversificación de

cultivos es poco aplicada en las regiones norte y sur del estado. Sin embargo, en la región de las grandes montañas, donde se produce principalmente el café, existen experiencias que muestran que la diversificación representa una alternativa que puede favorecer económica y ambientalmente a los productores. Además, este modelo de producción puede contribuir a hacer un uso sustentable de la biodiversidad de Veracruz y, consecuentemente, mejorar y preservar la productividad de los recursos naturales destinados a la actividad agrícola en el estado.

En este marco de ideas, el proceso de diversificación de cultivos, mediante la incorporación de especies exóticas a los sistemas de producción agrícola ya existentes en el estado, es una opción que puede ser viable para contribuir al desarrollo de las comunidades, siempre y cuando esto no implique el avance de su frontera agrícola. De esta manera, la diversificación de cultivos y las aplicaciones tecnológicas que este proceso conllevan deberían enfocarse hacia la conservación de la biodiversidad mediante la reconversión productiva de las tierras agrícolas actual-

mente en uso. Además, el cultivo de frutales exóticos (litchi y maracuyá) puede ser útil en la apertura de canales de comercialización. En este capítulo se abordarán los cultivos de importancia económica, los cultivos exóticos, la agroforestería, los sistemas agroforestales, ornamentales y plantas medicinales que se cultivan en Veracruz.

CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN VERACRUZ

Veracruz cuenta con un gran potencial productivo y diverso en todo su territorio, y cuenta con una superficie agrícola de 1 780 984 hectáreas de las cuales 1 668 513 se cultivan en la modalidad de temporal y 112 470 hectáreas en la modalidad de riego, estableciéndose en éstas alrededor de 110 cultivos (Sagarpa, 2005). El estado ocupa los primeros lugares a nivel nacional en la producción de café, caña, vainilla, cítricos, mango manila, papaya, arroz, hule, chayote, piña, entre otros, bajo el sistema de monocultivo, generalmente. Como puede observarse, la práctica del monocultivo es intensa en diversas regiones del estado. Sin embargo, este sistema de cultivo ha traído consigo graves problemas de comercialización y baja rentabilidad, debido a la sobreproducción de un sólo producto y, en consecuencia, a problemas de mercado. Ante esta situación, los agricultores han tenido que desarrollar algunos de los cultivos referidos, intercalándolos con otros. Tales experiencias han sido exitosas, como es el caso del café y algunas plantaciones de cítricos.

El café (*Coffea arabica*)

Se produce en este estado como un cultivo asociado con sistemas forestales, los cuales presentan suelos que son generalmente friables y margosos; de origen volcánico; de color pardo, chocolate o rojizo; con muy poca profundidad de tipo tepetate; y con escasez de lluvias y

humedad ambiental. Se produce en 842 comunidades de 82 municipios y en una superficie de 152 993 hectáreas, identificadas en diez regiones localizadas entre las latitudes 18° 15' y 20° 45' N y las longitudes 94° 50' y 98° 15' W de la zona montañosa donde convergen la Sierra Madre Oriental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, cuyas alturas oscilan desde los 600 hasta los 1 400 msnm. El café se cultiva también en plantaciones que se encuentran en zonas con alturas alrededor de los 750 msnm, las cuales representan el 60 % de la superficie cultivada en el estado. Las regiones que más contribuyen con la producción estatal son: Coatepec (24.59 %), Córdoba (17.77 %), Huatusco (17.74 %), Misantla (12.08 %) y Atzalan (11.83 %). Estas regiones aportan aproximadamente el 84 % del total del café en el estado y las cinco regiones restantes, es decir: Tezonapa, Zongolica, Papantla, Los Tuxtlas y Chicon-tepec, aportan el 16 % restante.

La producción de café intercalado con otros cultivos se da principalmente en las regiones de Zongolica, Tezonapa y Córdoba, cuya producción está sujeta al intercalado con árboles maderables, así como con algunos frutales como son: nuez de macadamia, cítricos y plátano (figura 1). También se ha tenido éxito en plantaciones de café intercalado con especies ornamentales como los anturios y palma camedor.

Plátano (*Musa balbisiana*)

Representa una excelente alternativa de producción en asociación con el café, ya que permite un mejor y mayor aprovechamiento del recurso suelo, sin degradarlo. Además mejora la calidad del café debido a la sombra que le proporciona.

Dicha asociación trae también otros beneficios al productor, como son: la generación de recursos económicos extras provenientes de la venta del plátano, generación de empleo para las familias cafetaleras y disponibilidad de otro producto en la dieta alimenticia familiar.



FIGURA 1. El café (*Coffea arabica*) se produce a alturas mayores de 750 msnm en el estado de Veracruz. Una de las principales prácticas con este cultivo es el intercalado con otros cultivos, que ha representado diversidad en los ingresos del productor (Foto: Archivo propiedad de autores).

Cítricos

Ocupan una superficie de 186 336 ha que benefician a alrededor de 50 000 familias, como resultado del empleo de 9 millones de jornales año⁻¹, aproximadamente. Sin embargo, el problema de la comercialización no es tan serio como en otros monocultivos; lo que sí representa un problema es el bajo precio de venta del producto, debido a la sobreproducción. Las zonas productoras del estado se encuentran ubicadas en el norte principalmente, esto es, en las regiones Totonaca, Nautla y también, con una producción importante, la región de las Montañas. Los principales municipios productores de cítricos son Martínez de la Torre, Álamo, Gutiérrez Zamora, Papantla, Tuxpan y Cuitláhuac. La

diversificación de los cultivos y su intercalado con los cítricos no es muy aplicada en las regiones anteriores; sin embargo, existen registros que demuestran la práctica de la diversificación de la huerta citrícola, donde los cultivos son asociados principalmente con limón en los municipios de Martínez de la Torre y Papantla. Tales cultivos se refieren a tomate, calabaza, pipián, canela y algunos cultivos silvestres como el chiltepín o chile piquín. La diversificación ha traído consigo beneficios cuantificables para los productores, ya que ha representado otra alternativa de sistema de cultivo; sobre todo, por las ventajas de comercialización alternas que dicho sistema ofrece, donde los productos de los cultivos asociados son comercializados en fechas que no coinciden con las épocas de cosecha del limón.

El cultivo de cítricos también se realiza bajo el sistema de policultivos, lo que incluye la siembra de las cortinas rompevientos que sirven de protección a éstos y el establecimiento de leguminosas como cobertura dentro del sistema. Una de las leguminosas usadas en este sistema es el *Arachis pintoii*, conocido comúnmente como cacahuate forrajero.

En algunos casos, estos sistemas de policultivo incluyen, como cortina rompevientos, la siembra de plátano, el coco (*Cocos nucifera*) y algunos cultivos exóticos. El coco es una especie que suministra productos necesarios al hombre, como son: aceites, fruta en fresco con proteínas de alto valor nutritivo y agua, así como materiales para la construcción de viviendas en áreas rurales. Además, en algunos casos se usa para la alimentación del ganado. La distancia de plantación del coco en estos sistemas de policultivos es de 5.5 m x 5.5 m, lo que resulta en una densidad de plantación de 330 plantas ha⁻¹; esto equivale a un total de 4 950 plantas en el área destinada a este cultivo. La producción de coco seco es aproximadamente de 42 t ha⁻¹, lo que equivale a 2.8 t ha⁻¹ en coco fresco. La producción de coco está dirigida al consumo humano, generación de ingresos extras, ventas a la industria y al consumo animal (Oldays, 2004).

Otro de los componentes de los sistemas de policultivos son las leguminosas. Éstas se usan como cobertura, abonos verdes y consumo animal en las plantaciones de naranja valencia, con un marco de plantación de 8 x 6 m. Cabe señalar que en este tipo de sistemas no se ha podido prescindir, hasta el día de hoy, de la fertilización nitrogenada, la cual ha sido necesaria para la obtención de rendimientos rentables. Encontrar una solución para incorporar nitrógeno sin hacer uso de agroquímicos puede resultar, además, en beneficios tales como: disminución de la erosión, mejoramiento de la infiltración del agua y de las condiciones físico químicas del suelo, aumento en el contenido de materia orgánica, reducción del escurrimiento superficial, evita la pérdida de los elementos nutritivos y constituye un método de control de las malezas.

Cultivos exóticos

Los cultivos exóticos representan nuevas opciones productivas que permiten aprovechar las condiciones favorables del medio ambiente y la enorme riqueza de los suelos del estado. Existen frutales exóticos en Veracruz que tienen gran potencial agroecológico y de mercado como el mangostán, maracuyá, rambután, litchi, nuez de macadamia y otros que ocupan una superficie de 1 980 hectáreas, aproximadamente, en todo el estado. Al intercalar estos cultivos con otros, se generan sistemas de cultivo más diversificados y, en consecuencia, el sistema en su conjunto tiende hacia la sustentabilidad.

EL MANGOSTÁN (*Garcinia mangostana* L.), ha sido considerado como el fruto más exquisito de los trópicos. En Veracruz se produce en los municipios de la región de las Grandes Montañas, es decir, en los municipios de Tazonapa, Zongolica, Atoyac y Tepatlaxco, principalmente. Fue introducido a México, a través del estado de Veracruz, al establecerse una pequeña plantación en el Campo Experimental "El Palmar". Aunque es un cultivo poco

conocido, la creciente demanda y los altos precios que alcanza en ciertos nichos del mercado internacional como Japón, Inglaterra, Francia, Alemania y Estados Unidos, permiten considerar a este frutal como una de las mejores alternativas económico-productivas en la región trópico-húmeda de Veracruz. Sin embargo, el largo periodo reproductivo del mangostán (de 8 a 10 años), ha constituido una de las principales limitantes para el establecimiento de dicha plantación. Este frutal ha sido intercalado con cultivos de ciclo corto, lo cual ha constituido una alternativa rentable para la obtención de ingresos económicos durante la etapa reproductiva del mangostán. El sistema de diversificación, practicado en las plantaciones de mangostán, ha incluido las asociaciones con plátano, rambután, maíz, maracuyá, piña y coco.

Algunos estudios han mostrado que los efectos de los cultivos intercalados sobre el desarrollo y crecimiento del mangostán han sido favorables, debido a que la altura de éste se incrementa considerablemente, en la mayoría de los casos, en comparación al sistema sin intercalar. Lo anterior se debe a que se induce el crecimiento del mangostán al ocurrir una competencia por luz y espacio, principalmente (Díaz, 2005).

EL MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Sims) es originario de la zona tropical de América; su cultivo se vuelve cada día más popular en todo el mundo (figura 2).

Es un cultivo que también se ha vuelto popular en algunas zonas cafetaleras de Veracruz. Aunque su producción en el estado inició como cultivo de traspatio, sus frutos maduros son muy apetecidos para el consumo en estado fresco, como jugo concentrado para la preparación de helados y batidos, o para mezclarse con otros jugos. Su comercio exterior se ha facilitado por la capacidad de conservación del jugo o el extracto natural de la fruta, el cual mantiene gran estabilidad de sus propiedades organolépticas y no sufre deterioro al transportarse a grandes distancias. En Veracruz se cultiva sola-



FIGURA 2. El maracuyá (*Passiflora edulis sims*) es un cultivo introducido a Veracruz; se cultiva en pequeñas áreas de manera comercial en los municipios de Córdoba, Fortín y Martínez de la Torre (Foto: Archivo propiedad de autores).

mente la variedad amarilla, en pequeñas áreas de los municipios de Córdoba, Fortín y Martínez de la Torre. A escala comercial e intercalado con café, este cultivo se produce en la región de la Grandes Montañas, la cual se encuentra en la zona centro del estado de Veracruz. Los principales municipios productores son Comapa, Huatusco, Zentla y Tenampa, donde los rendimientos y la calidad del fruto no son buenos, debido a lo deficiente del sistema de explotación, la falta de mantenimiento de los cafetales y una falta de capacitación y asistencia técnica en relación con los diferentes aspectos de manejo del cultivo (Navarro, 2003).

En 1996, existían 16.8 hectáreas de maracuyá en producción comercial en el estado, (http://www.vinculando.org/mercado/mercado_maracuya_mexico.htm). Para el 2005 la superficie sembrada con maracuyá alcanzó las 533 hectáreas, y se ha ido incrementando, debido a que algunos productores han adoptado este cultivo como una alternativa para la diversificación de la producción agrícola, intercalándolo con otros cultivos. De acuerdo con las experiencias de productores vera-

cruzanos, los costos de establecimiento y manejo son relativamente bajos, y obtienen buenos rendimientos. Algunos de los beneficios de la producción de maracuyá, asociado con otros cultivos, son: *a*) generación de empleo; *b*) ingresos económicos adicionales; *c*) mejoramiento en la dieta alimenticia familiar; *d*) los costos de producción se ven reducidos en las zonas cafeteras, ya que la presencia de lluvias en estas zonas hace posible la producción de maracuyá sin la aplicación de agua de riego y, *e*) protección del suelo contra la erosión causada por las gotas de lluvia.

EL RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum* L.) o nefelio, es un fruto que, al igual que el litchi, pertenece a la familia de las Sapindáceas, la cual está formada por más de 1 000 especies de árboles y arbustos distribuidos por regiones cálidas de todo el mundo. De hecho, por su aspecto se le conoce también como “litchi peludo” (figura 3). Se trata de una fruta dulce, muy agradable al paladar y de consistencia similar a la de las uvas. También se le conoce en Centroamérica como “mamón chino”.



FIGURA 3. El rambután (*Nephelium lappaceum* L.) es una alternativa rentable para los productores de Veracruz, en zonas frutícolas con altitudes que van desde los 100 hasta los 700 msnm (Foto: Archivo propiedad de autores).

En México este cultivo aún no ha alcanzado una amplia distribución; las zonas más importantes de producción se encuentran en los estados de Chiapas y Veracruz, aunque en Veracruz la superficie cultivada no rebasa las 200 hectáreas. El rambután ha demostrado ser una alternativa accesible y económica en el estado, para una transformación ecológica de zonas frutícolas y cafetaleras en altitudes que van desde los 100 hasta los 700 msnm. Sin embargo, el cultivo de este frutal requiere de mayor difusión, más investigación sobre su manejo y aspectos de mercado, lo que implica acciones energéticas y programadas. Lo anterior deberá tener como objetivo principal lograr y mantener rendimientos redituables y buena calidad externa e interna de los frutos.

El rambután se comercializa como fruta en fresco en los mercados regionales del estado, donde su venta a granel permite que los productores de café obtengan ingresos extras al intercalar este frutal dentro de sus cafetales.

EL LITCHI (*Litchi chinensis*) en Veracruz ha tenido un desarrollo claro e inminente, desplazando considerablemente a otros frutales como los cítricos, mango y papaya, y su alto precio en el mercado estimula su producción (figura 4).

Para el año de 1996, Veracruz contaba con una superficie sembrada de 216 ha, no obstante, la superficie cosechada sólo alcanzó las 30.20 ha, cuya producción obtenida fue de 23.70 toneladas (Aserca, 1996). La superficie sembrada en el estado alcanzó las 600 hectáreas, para el año 2003 (Rebollo y Lid, 2003).

La zona centro-norte del estado es la que ha mostrado un importante potencial para la producción de litchi. Comprende a varios municipios, los cuales, de acuerdo a su magnitud de producción, son: Tuxpan, Martínez de la Torre, Misantla, Tlapacoyan, Entabladero, Atzalan, Yecuatla y Tihuatlán, principalmente. Los productores de estos municipios son en general de bajo nivel económico, con una muy baja o nula cultura del cultivo de este



FIGURA 4. La producción de litchi (*Litchi chinensis*) en Veracruz ha crecido considerablemente, desplazando otros cultivos frutícolas; los principales municipios productores son: Tuxpan, Martínez de la Torre, Misantla, Tlapacoyan y Atzalan (Foto: Archivo propiedad de autores).

frutal, y el conocimiento que tienen de éste se restringe a lo que han escuchado o han podido ver en algún huerto pequeño. Estos productores de litchi poseen una superficie sembrada reducida y han intercalado este frutal con cítricos, plátano o café. Para ellos, el cultivo del litchi es una alternativa para incrementar sus ingresos a mediano plazo, mediante la venta de fruta y de plantas. Lo anterior puede darles la posibilidad de aumentar la superficie de su plantación.

Resulta importante mencionar que también existen productores que cultivan el litchi en sus traspatios, denominándoseles productores de traspatio. Este tipo de productores se iniciaron como tales al adquirir algunas plantas de esta especie para su jardín o para experimentar al lado de cultivos tradicionales (5 a 20 plantas), a fin de obtener fruta, observar y valorar su potencial productivo. Existe una gran cantidad de estas plantas, cultivadas a nivel

de traspatio, distribuidas en todo el estado; por lo que resulta complicado obtener un buen censo de la superficie sembrada con este frutal. De acuerdo a las experiencias de productores veracruzanos, que intercalan este cultivo con los tradicionales, se ha encontrado que la práctica de este sistema rinde buenas ganancias económicas. Además, las condiciones edafoclimáticas en el estado favorecen el desarrollo y producción de frutos de buena calidad.

La fruta de este cultivo se comercializa en tres tipos de mercado: *a)* mercado de exportación hacia Japón, Francia y Estados Unidos; *b)* mercado nacional hacia la Central de Abasto de la Ciudad de México y otras ciudades; y *c)* mercado local, en la propia zona productora.

En la zona centro-norte existe la infraestructura para la exportación del litchi, la cual corresponde a las empacadoras de limón persa que se exporta al mercado norteamericano, europeo y japonés. Hasta ahora la escasa producción de litchi ha sido exportada a Japón, Francia y Estados Unidos. El producto no exportable, por ser de menor calidad o por tener un grado de madurez desarrollado, se comercializa hacia la Ciudad de México, Puebla, Monterrey, Guadalajara, Veracruz y a otras localidades del estado.

Los principales beneficios del sistema de cultivo del litchi, en asociación con otros cultivos, son:

1. Un sistema de cultivo nuevo y de mayor rentabilidad que el sistema de monocultivo tradicional, el cual fomenta una mayor biodiversidad en la producción agrícola.
2. El intercalado, durante los primeros años, disminuye los costos de mantenimiento y representa un ingreso adicional para las familias de los productores.
3. El intercalado induce un mayor crecimiento de las especies cultivadas dentro del sistema.
4. Este sistema demanda poca inversión en mano de obra e insumos.
5. Se obtiene un mayor aprovechamiento de los recursos agua, suelo, biodiversidad y clima.



FIGURA 5. La nuez de macadamia (*Macadamia hildebrandii*) ha demostrado ser una alternativa rentable en el estado, sobre todo al intercalarse con otros cultivos, tales como café y especies forestales (Foto: Archivo propiedad de autores).

6. Se promueve el desarrollo de un microclima dentro y alrededor del sistema de cultivo que amortigua el efecto de cambios climáticos bruscos en la atmósfera exterior.

Desde el punto de vista del mercado de los productos, la práctica del sistema de cultivo, por ejemplo, litchi-limón presenta ventajas para los productores, ya que el proceso y ruta de exportación que se han establecido para el limón persa, puede facilitar la exportación del litchi.

LA NUEZ DE MACADAMIA (*Macadamia hildebrandii*) es otro de los cultivos exóticos que puede asociarse con el café, lo que representa otra alternativa productiva, económica y nutritiva para los productores de café en Veracruz (figura 5).

La nuez de macadamia posee un alto valor nutricional, característica importante que impacta positivamente la calidad de la dieta alimenticia familiar, cuando este fruto es consumido. Este cultivo proporciona al cafetal la sombra necesaria para su desarrollo y el fruto, esto es, la nuez de macadamia, puede comercializarse a precios altos. En el estado es poco cultivada de manera comercial; sin embargo su producción en forma intercalada con el cultivo del café ha venido en aumento. La siembra en el 2001 fue de 50 hectáreas, lográndose una producción de 177.50 toneladas, con un rendimiento promedio de 3.55 t ha^{-1} (Sagarpa, 2001). Los datos para Veracruz se basan en estimaciones que se muestran contrastantes e indican cambios importantes en la superficie cultivada. En 1994 se estimó que la superficie sembrada con este cultivo fue de 500 ha y, de esta superficie, solamente 150 ha se encontraban en producción. La población en estas plantaciones era de 13 mil árboles y una producción de 100 toneladas de nuez en concha (Mosqueda, 1994). Sin embargo, para 1998 se reportó una drástica disminución de la superficie sembrada, la cual se redujo a una superficie de 57 ha plantadas, con una producción de 66 toneladas (Aserca, 2000). El comportamiento anterior puede deberse a que algunas plantaciones establecidas en áreas ambientalmente inadecuadas fueron sustituidas por otros cultivos, como es el caso del Rancho Las Nueces, localizado en el municipio de Cuitláhuac, donde se habían establecido alrededor de 100 ha y se decidió eliminar los árboles de macadamia, debido a problemas de adaptación y fitosanitarios. En cambio, en otras regiones se establecieron nuevas plantaciones, como en Huatusco, donde se encuentra la plantación más grande del estado.

Para el año 2005 se tenían plantados 40 000 árboles en los ranchos Casa Blanca, Cassandra, Cruz Verde y Dos Puentes. Estas plantaciones se caracterizan por la intercalación de macadamia con café y especies forestales como cedro rojo, cedro rosado y liquidámbar. En ese mismo año se inició el

establecimiento de una planta agroindustrial para el procesamiento de la nuez, hasta el envasado de la almendra, adicionalmente se empezó con el acopio de frutos con productores de la región.

Para el estado de Veracruz, los municipios que presentan áreas importantes de macadamia en etapa productiva, con materiales originados de semillas e injertos son Coatepec, Xalapa, Tlalnahuayocan, Xico, Teocelo, Córdoba, Huatusco, Totutla, Sochiapa, Zentla, Ixhuatlán, Chocamán, Fortín y Amatlán. Más recientemente se han establecido árboles en la Sierra de Zongolica, en las comunidades de Xonamanca y Nacaxtla, así como en el municipio de Tezonapa, en particular en la localidad El Triunfo. La mayoría de las huertas se ubican entre los 800 y 1 600 msnm, aunque las altitudes más frecuentes se ubican entre 1 000 y 1 500 msnm.

En cuanto al relieve, las plantaciones se ubican en lomeríos suaves con pendientes menores al 5 %; le siguen lomeríos ondulados con pendientes entre 15 y 30 %; y en menor escala laderas y cañadas abruptas con pendientes mayores al 30 %. De acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO, los suelos predominantes de las áreas donde se ubican las plantaciones de macadamia son: Andosol, Luvisol, Acrisol, Cambisol y Litosol.

Es un cultivo que no requiere de fertilización química, de hecho el 59 % de productores realiza la fertilización con productos y desechos orgánicos, y la tendencia es hacia una producción orgánica. Entre las fuentes orgánicas se reportan las siguientes: gallinaza, pulpa de café, estiércoles de ovinos y bovinos, cachaza, compostas y lombricompostas. La introducción de los primeros árboles de macadamia en el estado estuvo a cargo del Inmecafé, que estableció varios lotes de prueba. Uno de estos lotes, intercalado con café, lo estableció el ingeniero Miguel Montalvo, a principios de los años setenta del siglo pasado, en la comunidad de Sabanas del municipio de Huatusco. A partir de esta huerta se fueron plantando árboles de semilla en la región de Huatusco.



FIGURA 6. La agroforestería conlleva a una práctica de manera sustentable que resulta en interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes (Foto: Archivo propiedad de autores).

AGROFORESTERÍA

Se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1993). En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes (figura 6).

El objetivo de la mayoría de los Sistemas Agroforestales (SAF) es optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo. Los patrones productivos así obtenidos, y que tienen mayor representatividad y potencial en el estado de Veracruz, son los cultivos agroindustriales, como el café, y las áreas de praderas dedicadas a la ganadería (López-Morgado, 2005). Como ciencia, es multidisciplinaria y a menudo involucra, o debe involucrar, la

participación de campesinos o agricultores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades de investigación.

La agroforestería tiene como meta optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido. Es parte fundamental del proceso integral de la conservación y mejoramiento del suelo (Clason y Robinson, 2000).

Combinar árboles con cultivos permanentes en una unidad de área dentro de una parcela o en los linderos, es una forma beneficiosa de hacer agroforestería, debido a que: *a)* protegen de la radiación solar y de los fuertes vientos; *b)* aportan materia orgánica al suelo; *c)* protegen de daños causados por la erosión hídrica; *d)* aprovechan mejor los nutrientes y el agua de los horizontes inferiores, y *e)* capturan CO₂, producen oxígeno y sirven de hábitat a aves y especies de la fauna silvestre.

En función de su estructura existen diversos sistemas agroforestales practicados en Veracruz, como son: agrosilvicultura; silvopastoril; agrosilvopastoril, y cortinas cortavientos.

Los beneficios de la agroforestería son múltiples. Se pueden dividir en beneficios directos, aquellos productos que se obtienen directamente como resultado del establecimiento de especies leñosas, y en beneficios indirectos, aquellos aspectos benéficos derivados de la presencia de árboles y arbustos en zonas agrícolas.

Agrosilvicultura

En estos sistemas se combinan árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas, en la misma unidad predial. En este caso se pueden asociar cultivos agrícolas en forma de callejones entre las hileras de árboles. Los espacios entre árboles para incluir cultivos, pueden variar (por ejemplo, entre seis y 21 metros) dependiendo de los tipos de árboles a usar (álamo, castaño, encino, cerezo, nogal u otros) y de los cultivos por establecer (maíz, frijol, trigo, arvejas u otros).

Silvopastoril

En este sistema se combinan árboles y/o arbustos, ganado y pradera en un mismo sitio (Byrd *et al.*, 1983). De los árboles se puede obtener madera para usos industriales y para usos domésticos (construcciones, leña, carbón, frutos, hojas y otros) y, además, protección y albergue para el ganado, así como protección para el suelo y los cauces de agua. El ganado generará un ingreso para el agricultor mientras crecen los árboles, de los cuales se podrán obtener carne y otros productos como leche, lana y cueros que pueden ser destinados para venta o autoconsumo.

Los sistemas silvopastoriles tienden a tener una alta diversidad genética y a incorporar una amplia variedad de especies de árboles, arbustos y pastos que son deliberadamente plantadas o mantenidas por el agricultor (Clason, 1999). Los componentes arbóreo, arbustivo y pastura, a su vez, proveen estructuras físicas, recursos y hábitat que apoyan especies de plantas y animales adicionales (“biodiversidad asociada”). Comunidades ricas en lianas, musgos, líquenes y plantas epífitas a menudo se encuentran sobre las ramas y troncos de los árboles, mientras que muchas especies de plantas forestales pueden establecerse bajo la sombra del dosel de los árboles. Una amplia variedad de animales (insectos, pájaros, murciélagos y algunos mamíferos) pueden usar los sistemas silvopastoriles para alimento, sombra o para protección contra predadores o condiciones microclimáticas adversas. Además, para proveer hábitat y recursos para animales y plantas, los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a conservar la biodiversidad de la siguiente manera: al contribuir a crear condiciones microclimáticas y de suelo que son más favorables para especies del bosque; al servir como escalones o corredores que facilitan el movimiento de los animales a través de los hábitats agrícolas; y al actuar como zonas de amortiguamiento (*buffer*) alrededor de áreas naturales o protegidas. Tal vez, igualmente importante, es que los sistemas

silvopastoriles proveen fuentes alternativas de madera, leña y otros subproductos del bosque. De esta manera reducen consecuentemente la presión sobre el hábitat de bosques naturales remanentes y su biodiversidad.

En la mayoría de pasturas de Veracruz, algunos árboles grandes y arbustos son mantenidos para proveer sombra para el ganado. Estos árboles dispersos pueden pertenecer al bosque original o haberse regenerado, o haber sido plantados desde que las pasturas fueron establecidas. Además de servir como fuente importante de forrajes, frutas, madera, leña y sombra para el ganado, estos árboles aislados también proveen importantes hábitat y recursos para la biodiversidad dentro del paisaje agrícola; asimismo, pueden ayudar a promover la conectividad del paisaje con algunas especies (Clason, 1996).

Aunque la riqueza de especies representada por árboles aislados varía grandemente entre pasturas, fincas y diferentes regiones ecológicas, los árboles dispersos a menudo representan un gran número de especies. En estudios realizados en Veracruz, por ejemplo, se encontró un total de 98 especies de árboles aislados (pertenecientes a 33 familias) presentes en pasturas. De estas especies, 76 correspondieron a bosque primario, mientras que en estudios de pasturas activas en Monteverde, Costa Rica, se encontró un total de 190 especies de árboles, de las cuales el 57 % correspondió a especies de bosque primario. Aunque la densidad de árboles aislados en pasturas es usualmente bastante baja (< 25 individuos ha^{-1} , comparada con densidades de 300-500 árboles ha^{-1} en bosques nativos), la presencia de árboles aislados ayuda a mejorar la conectividad de paisajes y provee una cobertura adicional de árboles dentro del área; además, reduce el área abierta que los animales necesitan cruzar.

En adición a la diversidad florística que los árboles mismos representan, muchos árboles aislados, que son remanentes del bosque original, retienen comunidades ricas en epífitas sobre sus ramas y

troncos. Estudios en Veracruz, por ejemplo, han reportado un total de 58 especies de epífitas vasculares y hemiepífitas que representan el 37 % del total de la flora epífita en la región. Estas especies epífitas están presentes en 38 árboles de bosques aislados en pasturas, con una densidad similar a la encontrada sobre árboles de bosques no perturbados. Es conveniente resaltar que mientras los árboles de bosque aislados en pasturas contienen ricas y diversas poblaciones de epífitas, los árboles aislados que son plantados o que se regeneraron naturalmente dentro de las pasturas parecen ser colonizados muy lentamente por epífitas.

Agrosilvopastoril

En este sistema se combinan árboles y/o arbustos con cultivos y ganado en forma simultánea (figura 7) o en forma secuencial. Este tipo de sistema puede ser usado por productores para satisfacer necesidades de alimento, madera y energía; para dar solución a problemas de espacio; y para contrarrestar los efectos adversos de la erosión sobre los suelos que son susceptibles a este fenómeno.



FIGURA 7. La agrosilvicultura es un sistema para diversificar la huerta y consiste en intercalar árboles maderables o arbustos con ganado (Foto: Archivo propiedad de autores).

Cortinas cortavientos

Este tipo de sistema está diseñado para la protección de los cultivos agrícolas, ganado, infraestructura y de los recursos naturales, especialmente del suelo. Consiste en el establecimiento de una o más hileras de árboles, en forma perpendicular al viento, como una barrera para detener el viento o para reducir su intensidad. Otros beneficios de las cortinas es que pueden ser utilizadas como deslindes de predios, cercos y, con un adecuado manejo de los árboles empleados para este fin, se pueden obtener productos maderables y/o madera para combustible. En Veracruz se utilizan algunos árboles frutales como cortinas rompevientos, aunque la siembra de estas especies para este propósito no es muy frecuente. Las especies explotadas en la zona centro de Veracruz, se pueden clasificar en especies forestales y agrícolas (cuadro 1).

CUADRO 1. Especies forestales y agrícolas utilizadas como cortinas rompevientos en el centro del estado.

ESPECIE FORESTAL	FRECUENCIA
Palo Gusano	4
Ixpepe (<i>Trema micrantha</i> L. Blume.)	5
Huizache (<i>Acacia pennatula</i> Schlecht.)	5
Cedro (<i>Cedrela mexicana</i>)	8
Grevillea (<i>Grevillea robusta</i> Cunn.)	9
Jonote (<i>Heliocarpus donell-smithii</i> Rose.)	3
Encino (<i>Quercus</i> spp.)	2
Iquimite (<i>Eritrina</i> spp.)	2
Nogal (<i>Juglans</i> spp.)	2
Nacaxtle (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	2
Bracatinga (<i>Mimosa scabrella</i>)	1
ESPECIE AGRÍCOLA	FRECUENCIA
Higuerilla (<i>Ricinus comunis</i>)	4
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	1
Chalahuite o Vainillo (<i>Inga</i> spp.)	278
Jinicuil (<i>Inga jinicuil</i>)	1
Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	4
Hule (<i>Hevea brasiliensis</i>)	1
Litchi (<i>Litchi chinensis</i>)	1

Otros sistemas

Otro sistema de producción que ha contribuido a la diversificación de los agroecosistemas en Veracruz, es la producción de especies agrícolas menores como son las especies ornamentales y las plantas aromáticas y medicinales. Una de las especies ornamentales con gran potencial de producción en Veracruz es la palma camedor (*Chamaedorea elegans*), la cual se desarrolla en forma natural bajo las sombras de los árboles, sin demandar muchos nutrientes. Se ha cultivado en asociación con hule, café, plátano, cacao, entre otras, y ha alcanzado una producción de 288 t/año (INIFAP, 2000). Se cultiva en zonas con alturas de 0 a 1 450 msnm, temperaturas que oscilan entre 22 y 28 °C y con precipitaciones de 1 600 a 4 000 mm.

Las plantas aromáticas representan una alternativa para la recuperación de suelos pobres. Productos como el zacate limón, clavo, pimienta, canela y cominos, los cuales forman parte de nuestra alimentación, cuentan con gran potencial para la diversificación de los productos que se obtienen en las huertas. Se ha tenido la idea de que la mayor parte de las especias como el clavo, pimienta y canela generalmente provienen de Asia; sin embargo, este tipo de cultivos se introdujeron a Veracruz hace 35 años, aproximadamente, a través del Campo Experimental El Palmar, donde, según se reporta, se cuenta con plántulas para la obtención de los productos referidos (Martínez-Sosa, 2002). Estas plantas se han propagado en los municipios de Huatusco, Córdoba, Soledad de Doblado, Comapa, entre otros, con resultados favorables en sistemas agrícolas de policultivos. Su producción, sin embargo, está limitada al sistema de cultivo de traspatio, por la falta de apertura de mercados.

Las plantas medicinales también se han venido produciendo de forma comercial en Veracruz y se han cultivado de manera intercalada con otros cultivos. Bajo estos sistemas de producción, las plantas medicinales constituyen el cultivo secundario que

rinde ingresos extras. Algunas de estas plantas se intercalan en la huerta y otras se ponen dentro del cerco perimetral de la misma. El cultivo de las plantas medicinales es una actividad ancestral en el campo veracruzano, el cual puede representar un gran negocio no sólo para satisfacer materias primas de tiendas naturistas y mercados, sino para abastecer la industria creciente de la fitoterapia, que tenderá a sustituir de forma paulatina a la medicina alópata. Algunas plantas medicinales en el estado se usan como insecticidas, por ejemplo: flor de cempasúchil, ajo, tabaco y toronjil; otras, como la raíz de oro, se han empleado durante muchos años para combatir plagas, ya que se puede producir en la misma parcela, cosecharla y aplicarla en caso de que algún flagelo se presente. El cultivo de las plantas medicinales en Veracruz es altamente rentable, siempre y cuando se tenga establecido y asegurado su mercado; son plantas que no requieren fertilizante, riego, ni el uso de tractor, pues simplemente se siembran y se cosechan. Además, es una oportunidad importante para mantener a los campesinos en su tierra, ya que obtendrían beneficios cuatro o cinco veces superiores a los obtenidos con la siembra de maíz o frijol. Las prácticas que se realizan y fomentan en el estado en relación con las plantas medicinales están orientadas a la diversificación de cultivos, mediante el intercalado de éstas con monocultivos para generar un sistema de mutualismo entre ambos sistemas.

CONCLUSIONES

La diversidad de cultivos en Veracruz es alta, debido a que en el estado se cuenta con gran variedad de climas y tipos de suelos que permiten el desarrollo y adaptación de las especies. Las especies que mejor potencial demuestran son las siguientes: café, caña, vainilla, limón, naranja, toronja, mango, papaya y piña, principalmente. Además, existe un fuerte potencial en la producción de frutas exóticas y algu-

nos granos, como el arroz, por lo que el estado de Veracruz representa un pilar en el desarrollo agroalimentario de nuestro país, sobre todo en los tiempos actuales de la anunciada crisis mundial alimentaria. En este sentido, la diversificación de cultivos, mediante la incorporación de especies exóticas como el litchi y el maracuyá a los sistemas de producción agrícola ya existentes en Veracruz, es una opción que puede ser viable para contribuir al desarrollo de sus comunidades, siempre y cuando esto no implique el avance de la frontera agrícola en el estado. De esta manera, la diversificación de cultivos y las aplicaciones tecnológicas que este proceso conllevan deberían enfocarse hacia la conservación de la biodiversidad a través de la reconversión productiva de las tierras agrícolas actualmente en uso; lo anterior puede, adicionalmente, resultar en mayores ingresos económicos para los productores y, en consecuencia, mejorar su bienestar familiar y el ambiente en general. Además, el cultivo de los referidos frutales exóticos puede ser de gran utilidad en la apertura de canales de comercialización. La agroforestería se ha convertido en una parte importante de la actividad agrícola en Veracruz. Los beneficios que ésta rinde son los siguientes: alimento para ganado, protección a los cultivos, energía, recursos maderables, entre otros.

LITERATURA CITADA

- APOYOS Y SERVICIOS A LA COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA (Aserca), 2000, Macadamia, la nuez más fina del mundo, *Revista Claridades Agropecuarias* 81: 3-39.
- ASERCA/CIESTAAM, 1996, *Mercado Mundial de Litchi mexicano*, Informe técnico.
- BYRD, Nathan A., Lewis, Clifford E., 1983, Managing Pine Trees and Bahiagrass for Timber and Cattle Production, USDA Forest Service, General Report R8-GR 2, pp. 1-9.
- CLASON, T.R., 1996, Timber-Pasture Management Enhances Productivity of Loblolly Pine Plantations, *Louisiana Agriculture* 39(2): 14-16.
- , 1999, Silvopastoral Practices Sustain Timber and Forage Production in Commercial Loblolly Pine Plantations of Northwest Louisiana USA, *Agroforestry Systems* 44: 293-303.
- CLASON, T.R. y J.L. Robinson, 2000, *From a Pine Forest to a Silvopasture System*, USDA NAC, Agroforestry Note 18, pp. 1-4.
- DÍAZ, F.V.H., 2005, *Rentabilidad de los cultivos intercalados durante la etapa preproductiva de Mangostán (Garciana mangostana L.)*, Memoria de la XVIII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz 2005, p.128.
- <http://lead.virtualcentre.org/silvopastoral/servicio/biodiversidad.htm>, verificado: 13 julio de 2006.
- http://www.vinculando.org/mercado/mercado_maracuya_mexic, verificado el 6 de julio de 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP), 2000, *Manual para la producción de palma camedor*, Folleto Técnico número 26, Centro Investigación Regional Golfo Centro, Campo experimental El Palmar, ISSN 1405-1095.
- LÓPEZ-MORGADO, R., 2005, *Los sistemas agroforestales en el manejo de la agricultura y la ganadería*, Foro Diagnóstico de Ciencia y Tecnología en Veracruz.
- MARTÍNEZ-SOSA, M., 2002, *El cultivo de las plantas aromáticas como alternativa de recuperación de suelos pobres*, Participación en el programa de radio institucional.
- MOSQUEDA V., R., 1994, Situación actual y perspectivas de la Macadamia en México, en *Frutales nativos e introducidos con demanda nacional e internacional*, XXXV Aniversario Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México, pp. 55-73.
- NAVARRO, A., 2003, Reconversión de cultivos para el desarrollo local: El proyecto de 'Industrialización del maracuyá' en zonas cafetaleras de Veracruz, *Boletín informativo*, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).

OLDAYS A., A., 2004, Propuesta de manejo agroecológico para el cultivo de los cítricos, artículo publicado en Sapiens.com.

REBOLLEDO M., A. y A. Lid, 2005, Diversidad frutícola tropical en el estado de Veracruz: sostenibilidad y desarrollo socioeconómico, Foro Diagnóstico de Ciencia y Tecnología en Veracruz, Disponible en

(http://www.uv.mx/posgrado/memorias/mesa_6.htm), verificado: 15 de julio de 2005.

SAGARPA, 2005, Producción Agrícola de cultivos 2005, México.

SCHWENTESIUS, Rita y Manuel Ángel Gómez Cruz, *Mercado mexicano de maracuyá*, (http://www.vinculando.org/mercado/mercado_maracuya_mexico.htm).

Impacto de la agricultura sobre la biodiversidad



Cesáreo Landeros-Sánchez
Juan Carlos Moreno-Seceña
Lourii Nikolskii Gavrillov
Oktiabrina Bakhlaeva Egorova

INTRODUCCIÓN

Veracruz es uno de los tres estados con mayor biodiversidad en México. Se estima que cuenta con una flora de alrededor de 8 000 especies, y es el tercer estado con mayor número de especies endémicas (Castillo-Campos *et al.*, 2005). Este estado es potencialmente agrícola y es uno de los tres estados del país con mayor participación en el sector agropecuario. Cuenta con una superficie de 1 780 984 hectáreas de las cuales 1 668 513 se cultivan en la modalidad de temporal y 112 470 en la modalidad de riego, estableciéndose en éstas alrededor de 110 cultivos (Sagarpa, 2005). Veracruz produce el 37.2 % de la caña, 28.8 % de los frutales, 27.3 % del café, 17.2 % del arroz y 14.9 % de carne de bovino del país. Sin embargo, la agricultura en el estado comenzó a cobrar sus efectos sobre la biodiversidad debido a la exploración e incorporación de nuevas áreas, cuyo potencial no es apto para la agricultura. Se ha reportado que en el estado de Veracruz se ha observado la segunda tasa más alta de deforestación

del país, ya que se tiene una pérdida, durante el periodo de 1984 a 2000, del 35 % de los bosques, equivalente a 47 000 ha año⁻¹; probablemente Veracruz es el estado con mayor número de especies amenazadas. Esta deforestación ha provocado, a su vez, ciclos de inundación y sequía que cada vez son más fuertes. También ha causado que más del 40 % del estado tenga problemas graves de erosión, cuya tasa supera una pérdida de suelo correspondiente a 10 t ha⁻¹año⁻¹. Lo anterior, sin lugar a duda, ha resultado en una pérdida de la biodiversidad. En este apartado se abordarán los impactos que tienen el uso de zonas forestales para actividades agrícolas y la agricultura de temporal y de riego en la biodiversidad de Veracruz.

LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y LA AGRICULTURA

El grado de perturbación del sistema natural varía grandemente entre diferentes tipos de agricultura.

Las prácticas agrícolas de baja intensidad, tales como el pastoreo, jardines y barbechos en rotación, alteran los procesos y composición de la flora, fauna y de los microorganismos de los ecosistemas naturales. Los sistemas más intensivos, incluyendo el monocultivo moderno, las plantaciones y ranchos de ganado de alta densidad, pueden modificar el ecosistema de una manera tan severa que muy poco de la biota previa y del paisaje permanecen (Romero, 2001).

Los impactos sobre los ecosistemas se han hecho más evidentes con el tiempo, a medida que los sistemas agrícolas se han ido intensificando en todo el mundo. La agricultura puede afectar las funciones de los ecosistemas, y a la biota que compone la parte viva de ese ecosistema, en diversas formas. A nivel del paisaje, la agricultura produce una reconversión de las cubiertas terrestres y la eliminación de ciertas características del paisaje (Andrén, 1994). Al nivel de la unidad de producción agraria, genera con frecuencia la pérdida de las coberturas del suelo y la perturbación de la estructura del mismo (Andreasen *et al.*, 2001). La producción de plantas y animales domesticados afectan de manera directa a la diversidad biológica mediante la sustitución de plantas de aparición natural y espontánea (Beier y Noss, 1998).

El United Nations Environment Programme (UNEP) (2006), mencionó que los impactos de la agricultura sobre las funciones de un ecosistema pueden agruparse en cinco áreas: 1) estructura del suelo; 2) nutrientes y microorganismos; 3) ciclo del agua; 4) complejidad del paisaje, 5) propiedades atmosféricas. La agricultura afecta la estructura del suelo y la biota, fundamentalmente, a través de la reducción de material orgánico que se incorpora por encima de la tierra y de las raíces, por la roturación del suelo debido a las labores de cultivo y por la compactación por el ganado. La simplificación de los sistemas agrarios mediante la eliminación de vegetación, particularmente árboles y la cubierta del suelo, provoca la exposición del suelo a las fuerzas

erosivas del sol, la lluvia y el viento, con la consecuente pérdida del mismo.

En el caso de los impactos hacia los microorganismos, éstos se ven afectados por la aplicación de agroquímicos reduciendo la presencia de invertebrados, microorganismos e insectos, responsables de la descomposición y del ciclo de nutrientes, entre ellos, las bacterias fijadoras del nitrógeno, hongos micorrizales, lombrices y termitas.

Por otro lado, la actividad agrícola afecta el movimiento y la calidad de agua, que es esencial para la producción agrícola, así como para el mantenimiento del hábitat (Stoms *et al.*, 2002). La compactación del suelo es un ejemplo de ello, repercutiendo en la pérdida de vegetación y la eliminación de características del paisaje, como son los humedales y arroyos, reducen la infiltración de agua al suelo, lo que afecta el crecimiento de las plantas. La falta de infiltración también genera inundaciones y la reducción de la recarga de los acuíferos. Los agroquímicos y los residuos líquidos de estiércoles, con un alto contenido en nitrógeno, son una fuente importante de contaminación de los recursos hídricos, tanto subterráneos como superficiales. Esto tiene impactos de largo alcance sobre la diversidad biológica de los sistemas acuáticos.

El cuarto tipo de impacto que puede tener la agricultura sobre las funciones de un ecosistema es la reducción de la complejidad biótica y estructural a nivel del paisaje. Una parte importante de la superficie terrestre (aproximadamente un tercio) es utilizada para la producción de alimentos, lo que convierte a la agricultura en la mayor causa aislada de conversión del hábitat a nivel mundial. La tendencia en la agricultura es hacia unidades cada vez más grandes de producción mecanizadas en monocultivo, aunque la disminución de la disponibilidad de agua en el mundo para los diversos sectores y, en particular, para el agrícola, hará que los actuales sistemas de producción experimenten una contracción, lo que resultará en sistemas de producción muy intensivos. Dentro de los escenarios que origi-

nan este tipo de impactos son tierras en barbecho, árboles solitarios, los cuales generalmente son eliminados, pérdida de hábitat y la nivelación de terrenos, como pantanos, arroyos y hondonadas. Asimismo, la conversión de la tierra para la agricultura puede tener un efecto sobre la fijación del carbono y del nitrógeno atmosférico.

LA AGRICULTURA Y SUS IMPACTOS EN VERACRUZ

Veracruz tiene una gran diversidad biológica, fisiográfica y cultural que ha sido y es la base material y de valores de su desarrollo. Sin embargo, en las últimas décadas la capacidad productiva en el estado ha dis-

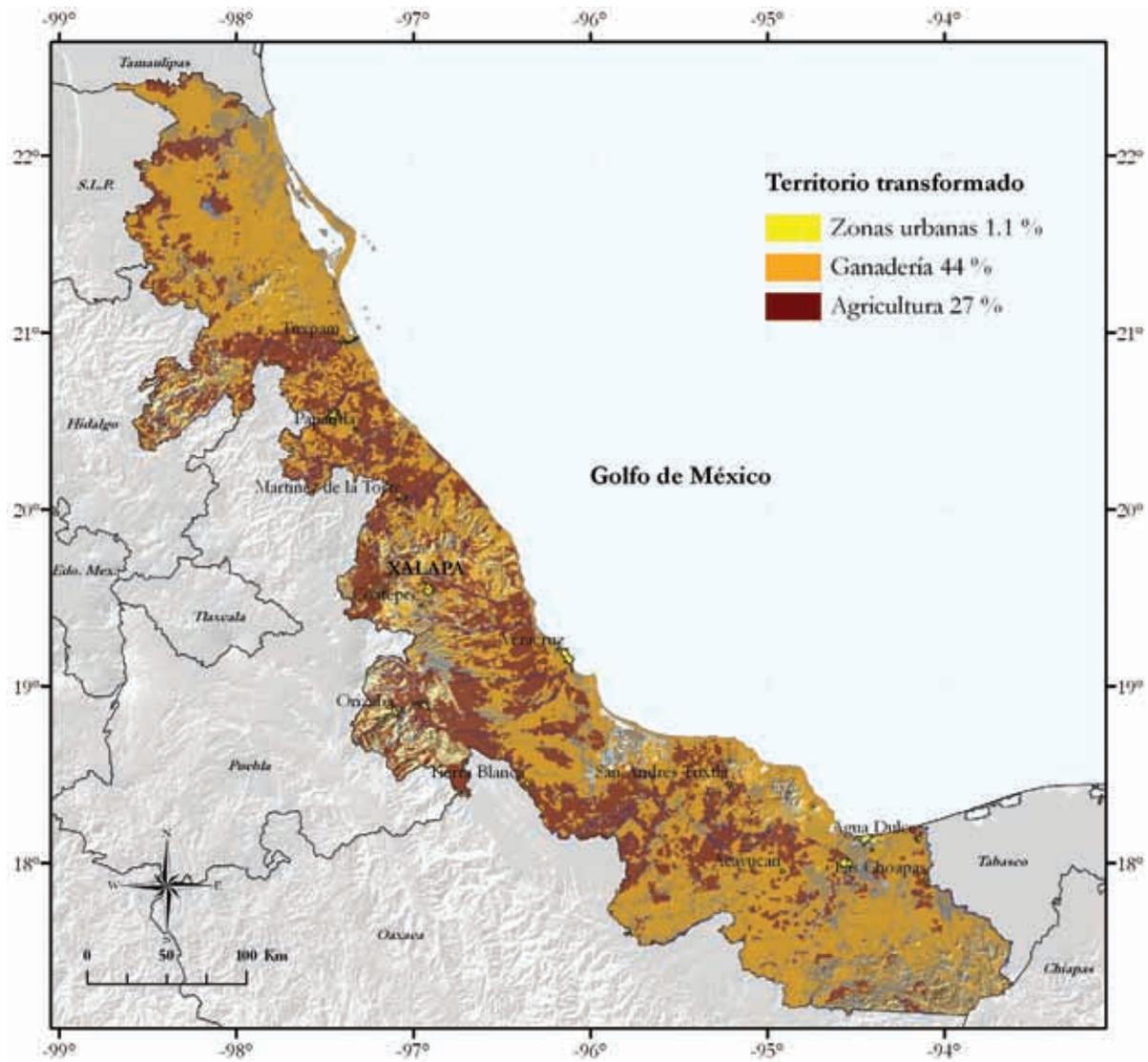


FIGURA 1. La vegetación y uso de suelo en Veracruz han sido transformados, solamente el 27% del territorio veracruzano es destinado para la producción de cultivos y un 44% para el pastoreo de ganado (Fuente: propiedad de Semarnat, citado por Guevara-Sada, 2000).

minuido paralelamente a la pérdida de su diversidad biológica y cultural. Se estima que es el tercer estado en el país con mayor transformación de sus espacios para usos productivos y urbanos (figura 1). Lo anterior es resultado del uso inadecuado de los espacios productivos, aunque es necesario citar que Veracruz es potencialmente agrícola, pues ocupa el tercer lugar con mayor participación en el sector agropecuario.

El estado cuenta con una superficie de 1 780 984 hectáreas de las cuales 1 668 513 hectáreas se cultivan en la modalidad de temporal y 112 470 hectáreas en la modalidad de riego (Sagarpa, 2005). Sin embargo, la agricultura ya comenzó a cobrar sus efectos negativos sobre la biodiversidad, debido a la exploración y apertura de nuevas áreas no aptas para la agricultura, como el uso de zonas forestales.

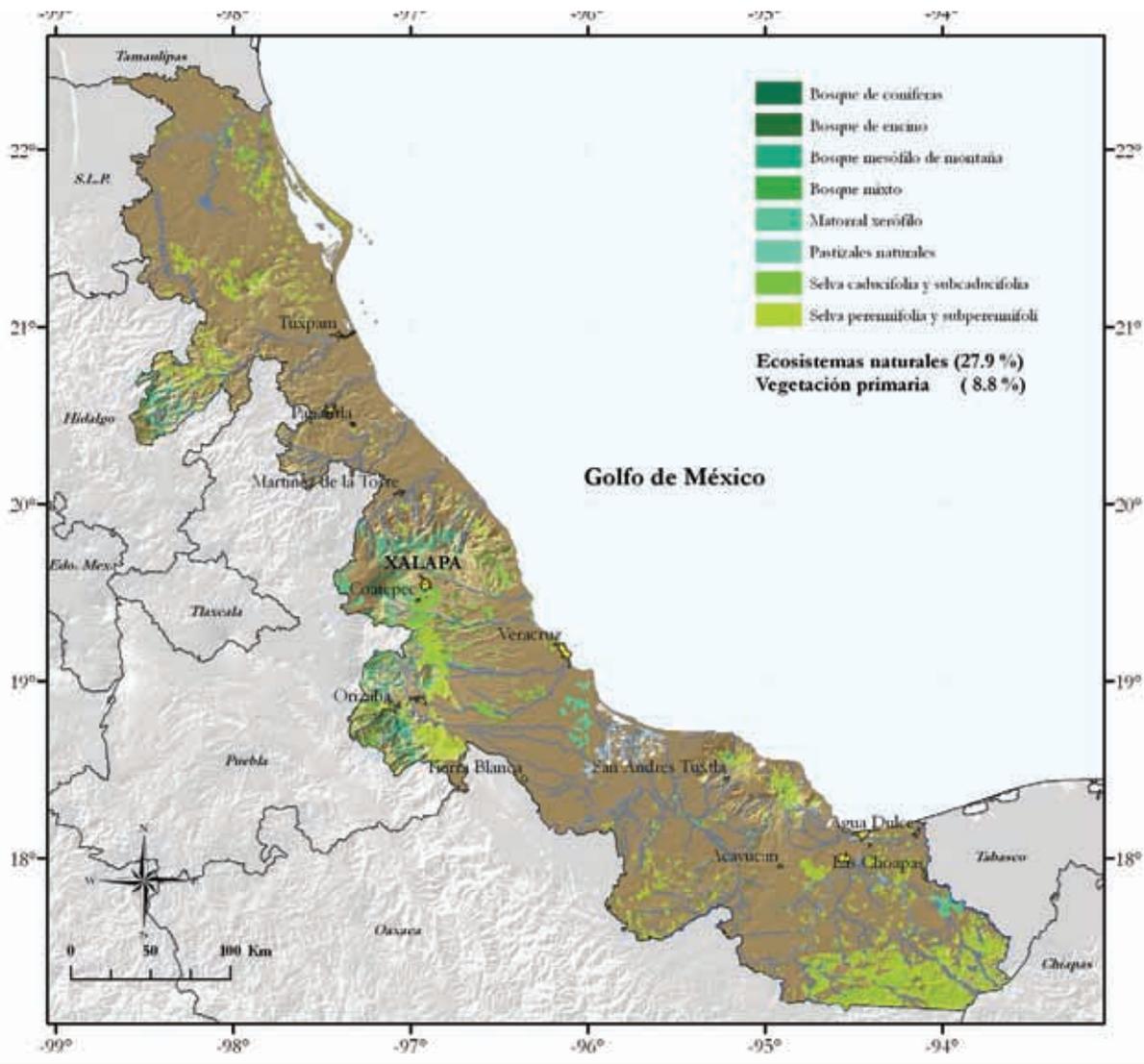


FIGURA 2. El impacto más agresivo de la agricultura en Veracruz ha sido, sin duda, hacia los ecosistemas, los cuales cubren aproximadamente el 27.9% del estado (Fuente: propiedad de Semarnat, citado por Guevara-Sada, 2000).

La introducción de pastos es una práctica alternativa de producción que muchas veces desplaza a las especies nativas del lugar y crea un desequilibrio ecológico, muy pocas veces percibido. Debido a la introducción de nuevas áreas no aptas para la agricultura, así como al crecimiento urbano, se han originado modificaciones ecológicas importantes, causando la reducción de áreas ecológicas en un 27.9 % (figura 2).

De acuerdo con Soto (2004), en el estudio realizado sobre la biodiversidad, se reporta que existen ocho causas por las cuales se modifica el estado ecológico (figura 3). Se agrupan de la siguiente manera:

1) *Zonas poco modificadas*: paisajes prácticamente inalterados o en estado natural, o muy cercano al mismo.

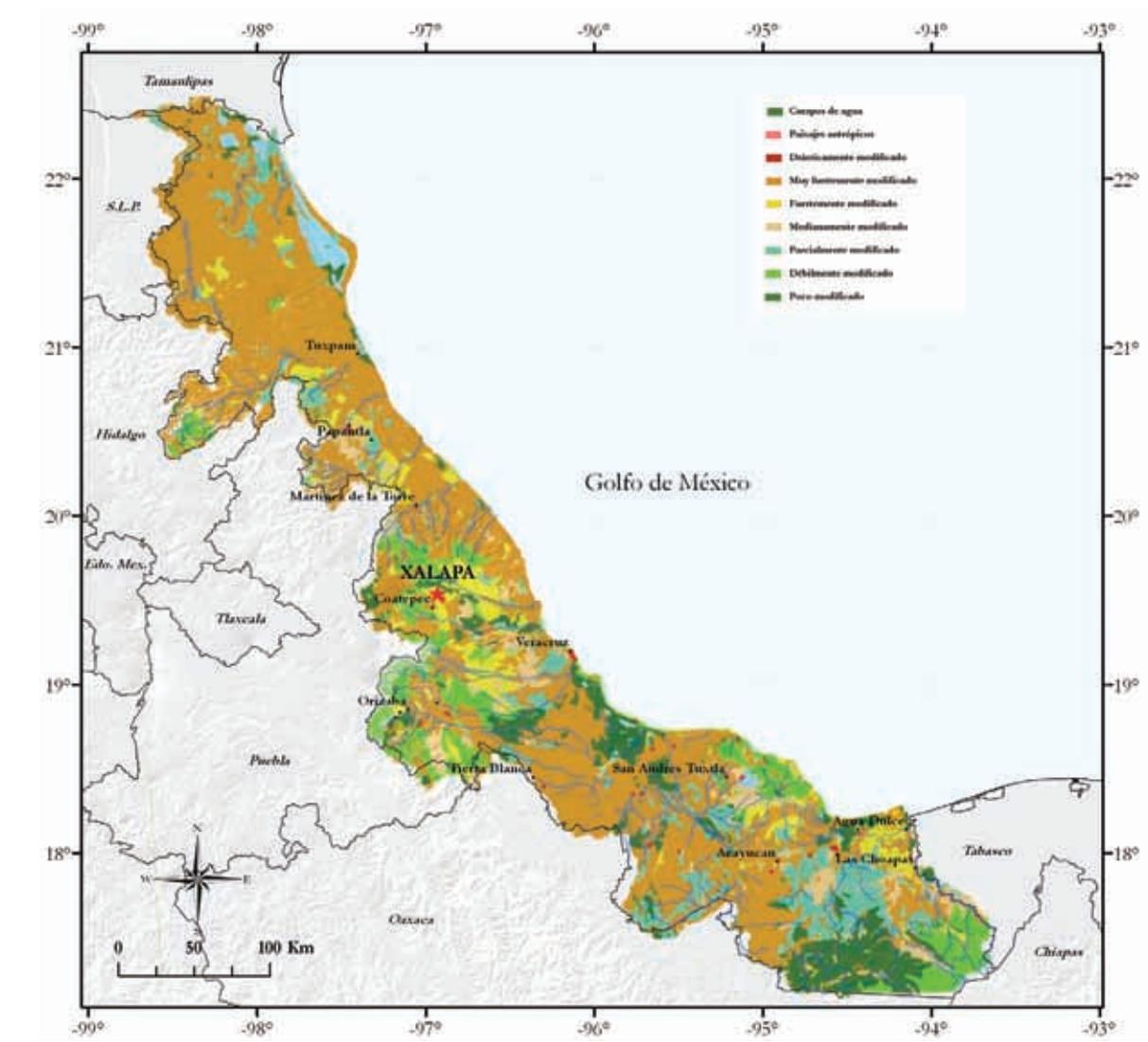


FIGURA 3. La mayoría de las modificaciones ecológico-paisajísticas que ha sufrido el estado de Veracruz, se han concentrado muy fuertemente en la zona norte; esto se ha debido al impulso y al desarrollo de la ganadería y la citricultura en esa región (Fuente: propiedad de la Conabio, citado por Soto, E. M., 2004).

2) *Zonas débilmente modificadas*: paisajes con ligeras modificaciones de carácter antropogénico o natural en sus componentes bióticos. Estas modificaciones son automitigables.

3) *Zonas parcialmente modificadas*: paisajes con alteraciones en la composición y estructura de elementos bióticos, en los cuales se origina una

secundarización. Su recuperación es posible por vía natural.

4) *Zonas medianamente modificadas*: paisajes que presentan alteraciones en su composición, estructura y dinámica funcional; se originan por un proceso gradual y constante de transformaciones antrópicas. Su restauración es posible.

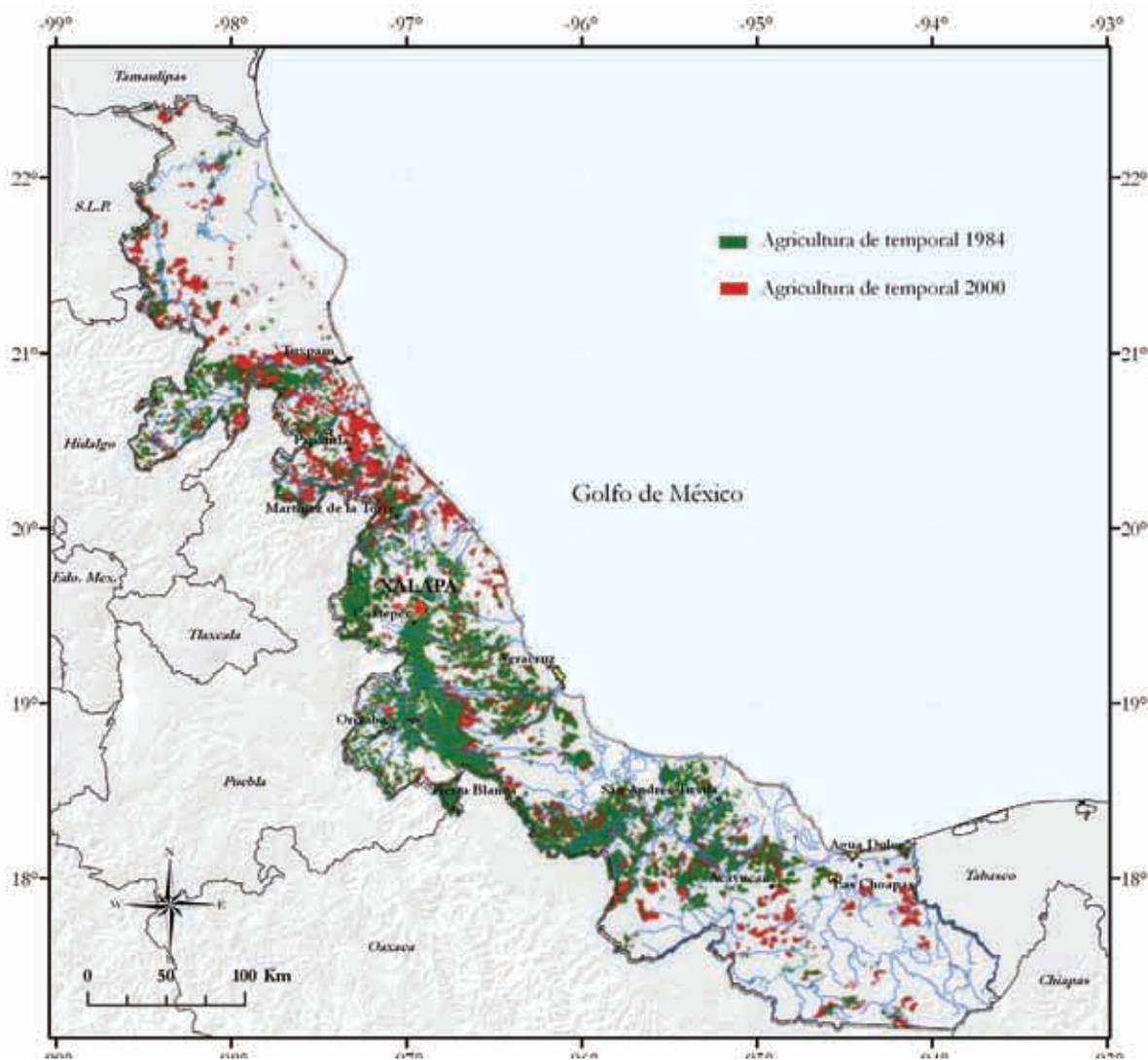


FIGURA 4. La superficie destinada a la agricultura de temporal en el estado se ha venido incrementado (Fuente: Mapa propiedad del INECOL, citado por Manson, 2005).

5) *Zonas fuertemente modificadas*: paisajes con predominio de agroecosistemas poco mecanizados sobre restos de formaciones secundarias. Las prácticas antropogénicas comienzan a afectar los componentes abióticos como el microclima y el suelo. Su restauración es posible con una gran inversión de recursos.

6) *Zonas muy fuertemente modificadas*: zonas que han sufrido una total sustitución de sus componentes biogénicos. Presentan transformaciones del microclima, aguas superficiales y subterráneas, y micro y macro relieve. En ellas existen agroecosistemas altamente mecanizados.

7) *Zonas drásticamente modificadas*: paisajes con severas alteraciones en sus propiedades geológicas de carácter irreversible. Sus componentes más estables están afectados. En su entorno destacan un gran número de elementos tecnológicos.

8) *Paisajes antrópicos*: construidos por el hombre. Predominan los elementos tecnológicos y su dinámica funcional es totalmente artificial.

Manson (2005) señaló algunas causas del impacto que ha tenido la agricultura en el estado de Veracruz y citó, como las más importantes, las siguientes:

1. Los potreros, cultivos y zonas urbanas ocupan un 72 % de la superficie del estado; sólo un 8.8 % de vegetación no perturbada.

2. Veracruz cuenta con la segunda tasa más alta de deforestación en el país (pérdida del 35 % de los bosques de 1984 a 2000, es decir, 47 000 ha año⁻¹).

3. Más de 40 % del estado está afectado por erosión grave (>10 ton ha⁻¹año⁻¹).

4. Veracruz es probablemente el estado con mayor número de especies amenazadas.

5. En los últimos cuatro años se han presentando en el estado ciclos de inundación y sequía cada vez más fuertes que causan miles de millones de pesos en daños.

La mayor parte de sus cuencas y ríos están contaminados, entre otras.

Es notorio que al relacionar el efecto del crecimiento de la agricultura en el estado con los impactos sobre la diversidad, ésta es negativa debido a que, al incrementarse los espacios productivos, existe una disminución en la diversidad del ambiente ecológico.

Tan sólo en Veracruz, la agricultura aumentó en 29 %, aproximadamente 473 114 ha en el periodo de 1984 al 2000; asimismo, se tuvo un aumento en la agricultura de temporal de un 27 % (figura 4), cubriéndose 1 862 922 ha del estado (Manson, 2005).

La agricultura de riego también experimentó un incremento de 46 %, cubriéndose 173 148 ha, es decir, el 2.4 % del estado. Sin embargo, cabe señalar que no es el crecimiento o expansión de la agricultura la que causa efectos negativos en la biodiversidad directamente, si no la apertura de nuevas áreas para la agricultura que no son aptas para ella. Estos casos están principalmente representados por los pastizales. En Veracruz, los pastizales aumentaron un 5.9 % durante el periodo de 1984 al 2000; actualmente cubren 3 323 507 ha (figura 5), lo cual representa el 46 % del estado; su crecimiento ha sido mayor en la zona norte y sur de la entidad (Manson, 2005).

Se tienen ubicadas algunas problemáticas de las regiones del estado, las cuales han sido, generalmente, provocadas por el efecto de la agricultura intensiva. Al respecto se citan las regiones siguientes:

Los Tuxtlas

Está ubicada en las coordenadas extremas de 18°42'36" y 18°03'00" de latitud N, y 95°25'48" y 94°34'12" de longitud W. La principal problemática es sobre las especies endémicas y amenazadas debido a la modificación del entorno, deforestación, fragmentación de hábitat, erosión de suelos, presión demográfica, azolvamiento y eutrofización de cuerpos de agua.

Encinares tropicales de la planicie costera veracruzana

Se localizan a todo lo largo de la costera veracruzana, la principal problemática es la pérdida de la biodiversidad por la alta presión que se ejerce sobre especies clave en los encinares dominantes,

debido a la utilización directa de madera de encino, y sobre especies asociadas, como resultado de las actividades ganaderas. Además, ocurre una alta pérdida de superficie vegetal original.

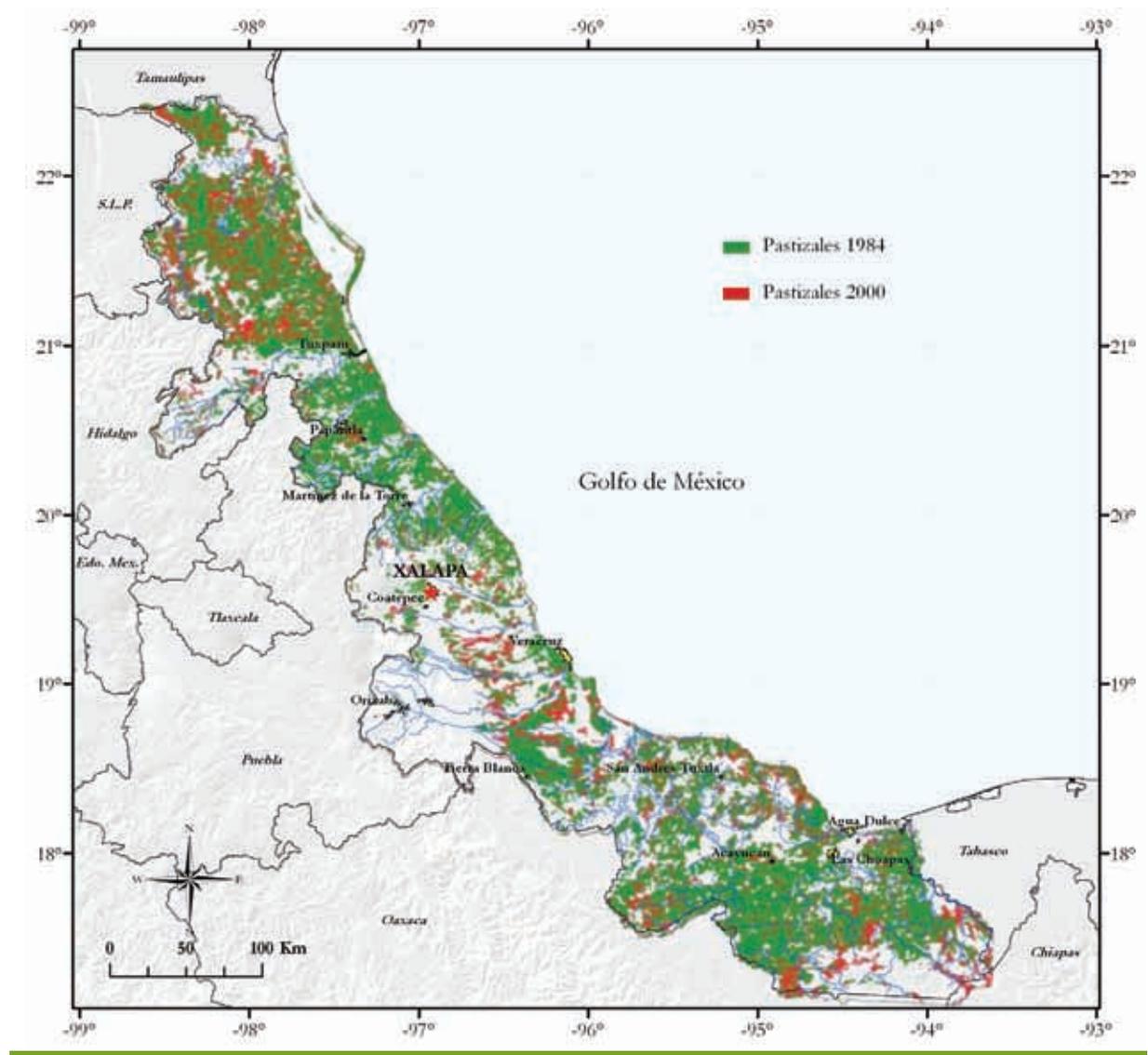


FIGURA 5. La distribución y el crecimiento de las áreas con pastizales han sido considerables; tan sólo durante el periodo de 1984 al 2000, éstas aumentaron un 5.9 % llegando a cubrir una superficie de 3 323 507 ha (Fuente: Mapa propiedad del Inecol, citado por Manson, 2005).

Dunas costeras del centro de Veracruz

Se ubican en el centro de Veracruz, en las coordenadas extremas 19°12'20" y 19°39'50" de latitud N y 96°11'15" y 96°39'50" de longitud W. La problemática se cimbra sobre las especies endémicas, ya que esta área forma parte del corredor migratorio de aves rapaces. La principal problemática incluye a los proyectos turísticos mal planeados, tala de vegetación, relleno de lagunas para construcción y la fragmentación del hábitat.

Centro de Veracruz

Esta área se localiza en las coordenadas geográficas 19°12'20" y 19°39'50" de latitud N, y 96°11'15" y 96°26'18" de longitud W. Forma parte del corredor migratorio de aves rapaces y zona de anidación de siete especies de garzas, las cuales están amenazadas por la puesta en marcha de proyectos turísticos no sustentables, tala de vegetación de dunas para siembra y algunas obras como relleno de lagunas para construcción.

La Mancha y El Llano

Esta área natural, ubicada en las coordenadas 19°36' de latitud N y 96°23' de longitud W, es importante porque alberga un bosque deciduo estacionalmente inundado de *Crysobalanus icaco* y *Enteolobium cyclocarpum*, y comunidades de *Cyperus articulatus* y *Phyla nodiflora*. Los manglares hospedan poblaciones de *Crocodylus moreletii*, *Mycteria americana* y *Egretta rufescens*. Es de importancia económica para la pesca de ostión, camarón y almeja, aunque esto ha sido afectado por el reemplazo de dunas costeras debido al crecimiento urbano y la obstrucción de lagunas por deforestación de la cuenca superior. La infraestructura de ductos petroleros y el crecimiento intensivo de pastizales han causado un impacto negativo en esta área.

Además, se tienen casos más graves y más estudiados en el estado, como el bosque de niebla en la región oeste de Xalapa y la del manglar de Sontecomapan, donde el principal problema es la extensión de las áreas agrícolas.

La destrucción del bosque de niebla en la región oeste de Xalapa

Este fenómeno se ha acelerado considerablemente en las últimas décadas. El bosque mesófilo de montaña proporciona varios servicios ambientales importantes, como son: la captación de agua, reducción del escurrimiento pluvial y el aumento en la recarga de los mantos acuíferos. Lo anterior resulta en un aumento de la cantidad de agua disponible de la precipitación anual (Stadtmüller, 1987) y disminución de las inundaciones y sequías que dañan a los sistemas agropecuarios.

El bosque de niebla igualmente contribuye de manera significativa al enriquecimiento y desarrollo de los suelos debido a su baja tasa de descomposición (Challenger, 1998). Además, los bosques saludables son muy importantes en la purificación del agua, control de la erosión de los suelos y en la disminución del azolvamiento de los ríos, riesgo de inundaciones y deslaves, como los que recientemente han afectado varios estados del sureste de la República Mexicana (Myers, 1997).

A pesar de lo importante de su biodiversidad y los servicios ambientales que presta a nivel mundial, el bosque de niebla está sumamente amenazado y presenta la tasa de deforestación más alta entre los bosques de tipo tropical (Aldrich *et al.*, 2000). Se estima que en México, más del 50 % de los bosques de niebla han desaparecido (Challenger, 1998).

Históricamente, Veracruz ha sido el cuarto estado del país con mayor proporción de este tipo de ecosistemas, pero gran parte de éste y otros tipos de bosque han sido convertidos en otro tipo de sistemas, donde el uso del suelo ha sido cambiado (Williams-Linera, 1992). Lo anterior ayuda a expli-

car el hecho de que Veracruz tenga el mayor número de especies en peligro de extinción (Flores-Villela y Gerez, 1988).

El manglar de Sontecomapan, Veracruz

Los manglares representan un gran potencial económico y alimenticio para las poblaciones humanas que habitan en los alrededores de estos ecosistemas lagunares, y su deterioro ha traído una baja en la productividad natural del manglar. Particularmente, los árboles de los manglares son apreciados como fuente de leña, carbón y madera para construcción. Sin embargo, el manejo inadecuado de estos recursos ha hecho que los manglares estén desapareciendo a un ritmo acelerado (Villalobos *et al.*, 1999). Un ejemplo de esto, lo constituye la laguna de Sontecomapan (figura 6), ubicada dentro de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, al sur del estado de Veracruz, donde la falta de un plan de manejo propició la pérdida continua de sus recursos (Carmona-Díaz *et al.*, 2004). Se encuentra en la localidad del mismo nombre, dentro del municipio de Catemaco y cuenta con una extensión aproximada de 891 hectáreas (Contreras y Castañeda, 1995). La superficie actual de este manglar es de, aproximadamente, 700 hectáreas, localizándose la mayor cobertura en el extremo noreste de la laguna (Carmona-Díaz *et al.*, 2001).

La deforestación del manglar y de otros ecosistemas adyacentes a la laguna de Sontecomapan es promovida con la finalidad de ampliar áreas para la agricultura y para la ganadería extensiva. La práctica ganadera avanza cada vez más hacia el interior del manglar, aún cuando los sitios inundables no son propicios para la cría de ganado. No obstante, los ganaderos han desarrollado técnicas para superar esta limitante, mediante la apertura de canales en los linderos de los terrenos vecinos al manglar, con lo que se evita que la



FIGURA 6. El manglar de Sontecomapan, Veracruz es uno de los que han sido fuertemente modificados; está ubicado dentro de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, al sur del estado de Veracruz (Foto: Carmona-Díaz *et al.*, 2004).

marea inunde los campos ganaderos cuando ésta sube. Asimismo, las prácticas agrícolas que se realizan en la zona están sustituyendo manchones de selva para introducir la agricultura de temporal. Así, por ejemplo, los cultivos tradicionales de maíz y frijol son reemplazados por el cultivo de chile, el cual, hoy en día, genera empleos para los habitantes de la región. Esto también ha ocasionado graves problemas ambientales como son el azolve de los ríos y de la laguna por arrastre eólico y fluvial. Como consecuencia de lo anterior, se tienen los problemas siguientes: se impide la circulación normal de lanchas turísticas y de pescadores; se observa un descenso de los niveles de profundidad de los ríos y la laguna; se presentan cambios de temperatura en los cuerpos de agua; y la descarga de agroquímicos, tales como fertilizantes, insecticidas y herbicidas causan la contaminación de los ríos y de la laguna de Sontecomapan. Esta problemática ha causado el descenso de los niveles de productividad pesquera en esta área.

LA DEFORESTACIÓN PRODUCTO DE LA AGRICULTURA INTENSIVA EN VERACRUZ

El estado de Veracruz es representativo de la dramática situación que sufre el país por la pérdida de masa forestal, biodiversidad y recursos hidráulicos. Esto no sólo nos muestra un problema “ecológico”, como algunos sectores pretenden presentarlo, sino también un problema económico y social, ya que sus implicaciones

afectan la mayoría de las actividades humanas y ponen en grave riesgo la factibilidad de un futuro digno y sustentable para toda la población. La pérdida de bosques y selvas causa alteraciones al ciclo hidrológico, al clima, a la flora y fauna, y provoca una fuerte erosión del suelo que se traduce en una pérdida de tierra cultivable. Todo lo antes mencionado es claro que trae como resultado una pérdida de la biodiversidad. Una muestra de la gravedad de esta problemática se ilustra en las figuras 7 y 8.

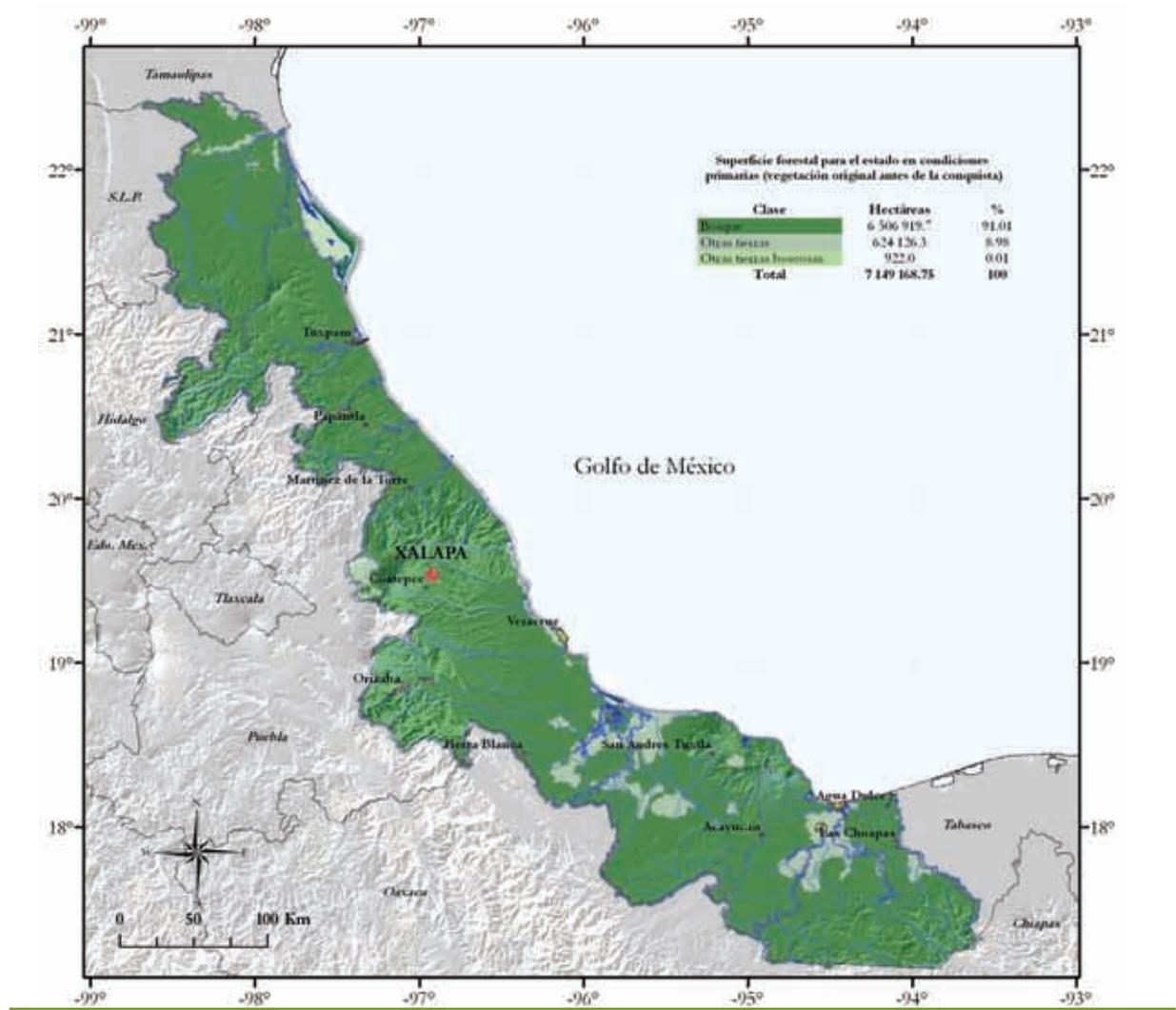


FIGURA 7. La población de árboles forestales y otra vegetación antes de la Conquista de México era, sin duda, abundante y diversa, cubriendo el 91.01% del estado, donde predominaba la vegetación primaria (Fuente: INEGI; obtenido de la Iniciativa para el Agua, Bosques y la Cuenca; Iniciativa ABC, Gobierno del Estado de Veracruz 2006).

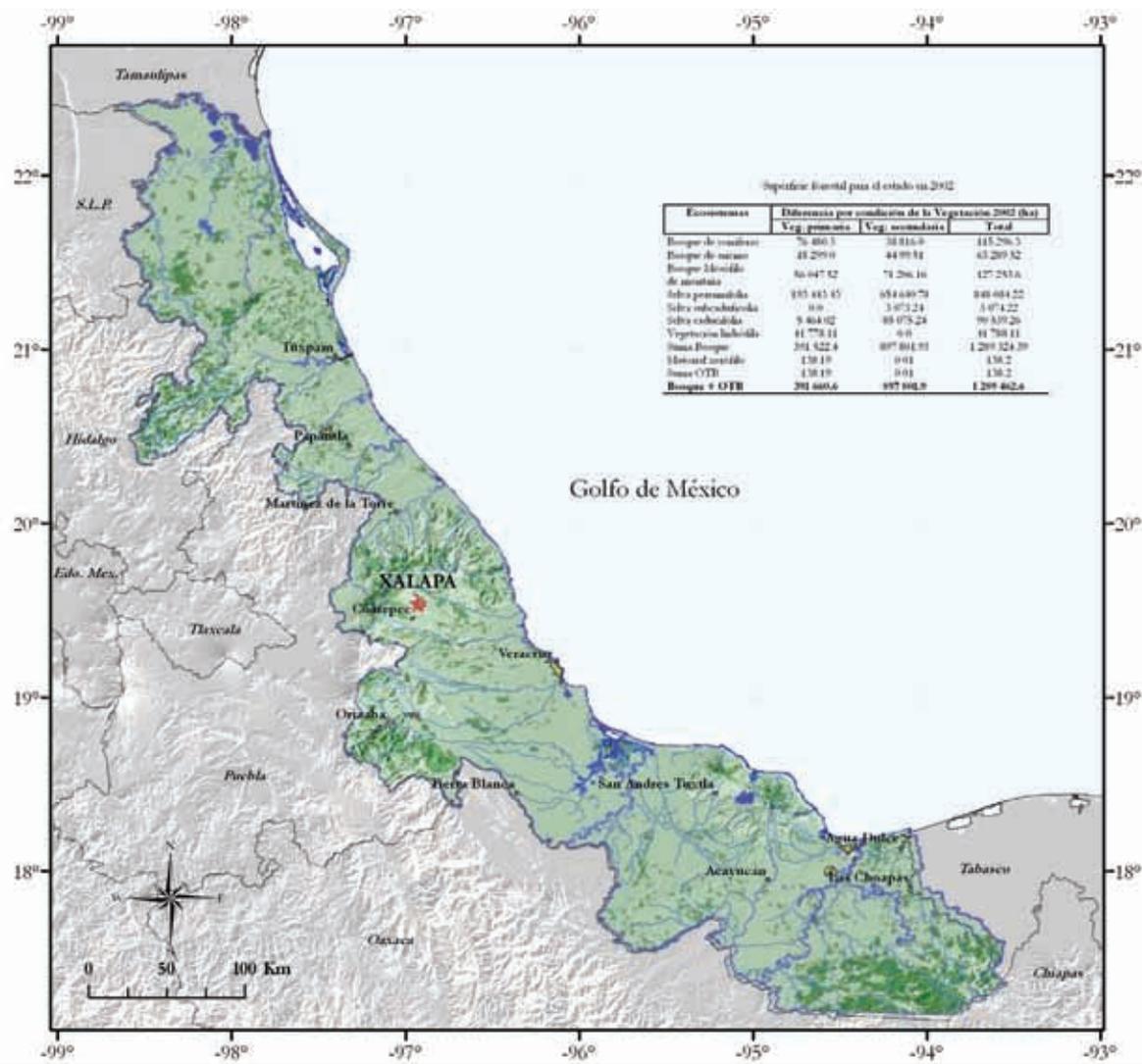


FIGURA 8. Para el año 2002, la población de árboles forestales era escasa en comparación a la que existía durante la Conquista de México por los españoles; actualmente predomina la vegetación secundaria (Fuente: INEGI; obtenido de la Iniciativa para el Agua, Bosques y las Cuencas; Iniciativa ABC, Gobierno del estado de Veracruz, 2006).

Como se observa, Veracruz ha perdido gran parte de sus recursos forestales. Un factor determinante de esta pérdida lo representa la ganadería con la extensión de pastizales.

LA EROSIÓN Y LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Se denomina erosión al transporte de partículas sedimentarias acumuladas en superficie por corrientes superficiales de agua, viento y procesos gravitatorios (Benes y Forsbach, 2001). La erosión de una cuenca puede ser influenciada fuertemente por actividades humanas tales como la

deforestación, la construcción de caminos y la urbanización. Sin embargo, este fenómeno es, sin lugar a duda, acelerado por las explotaciones agrícolas intensivas. Un problema serio en Veracruz es la erosión causada por ríos, arroyos o por las aguas que fluyen sobre la superficie del suelo durante las lluvias intensas, en áreas cuyas tierras no se encuentran protegidas adecuadamente. La erosión de los suelos en Veracruz es provocada por muchos factores; sin embargo, los que mayor impacto han tenido en el aceleramiento de este fenómeno son las actividades antrópicas, como lo es la excesiva deforestación, la cual causa, a su vez, la destrucción de la vegetación de la superficie del suelo y provoca la degradación de las capas superiores del suelo. Asimismo, este proceso destruye la integridad física de los terrenos, provoca la pérdida de nutrimentos orgánicos e inorgánicos, y causa, además, el transporte de material de un lugar a otro por acción del agua (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica).

Manson (2005) mencionó que Veracruz posee la tasa más alta de deforestación en el país, lo que ha causado que más de 40 % del estado esté afectado por erosión grave, es decir, se tiene una pérdida de suelo mayor de 10 ton ha⁻¹año⁻¹.

El INEGI, en 1999, reportó que en Veracruz existe una superficie afectada por erosión eólica de 71 429 ha, la cual se distribuye, de acuerdo a la intensidad de este fenómeno, de la siguiente manera:

Ligera:	4 104 ha
Moderada:	34 130 ha
Severa:	22 538 ha
Muy severa:	10 657 ha
<i>Total:</i>	71 429 ha

La erosión hídrica en Veracruz es la que más daños ha causado al entorno agroecológico, debido a prácticas incorrectas en la agricultura.

Al respecto, el INEGI (1999) reportó una superficie de 72 005 ha dañadas por erosión hídrica y el INIFAP (2006) reportó la existencia de alrededor de 4 709 875 ha, distribuidas en todo el estado de Veracruz (figura 6).

Según Lal (1982), el surgimiento de daños causados por la erosión hídrica en áreas cultivadas no es más que un síntoma del empleo de métodos de cultivo inadecuados para determinada área y su ecosistema. No es la naturaleza (relieve e intensidad de lluvias), sino los métodos irracionales de cultivo utilizados por el hombre. El agricultor puede, mediante la utilización de sistemas de cultivo adaptados al lugar, controlar eficazmente la erosión, reducir la escorrentía y aumentar la infiltración de agua en sus campos. Las prácticas agrícolas tradicionales utilizadas en Veracruz, han traído consigo consecuencias negativas en términos de conservación de suelos, conservación del agua y del medio ambiente en general. Esto se debe al mal uso y manejo del suelo, a la práctica del sistema de monocultivo y al uso de implementos de labranza inadecuados, así como a la excesiva deforestación que deja el suelo desnudo y pulverizado, dejándolo en condiciones propicias para ser arrastrado por la lluvia.

La incapacidad de los propietarios de tierras y empresarios agrícolas de comprender el significado de la erosión, así como el intenso desgaste de los suelos bajo condiciones de climas calurosos y húmedos, ha causado la amplia distribución de suelos pobres, fuertemente erosionados, infértiles en todas las regiones de los trópicos y subtropicos (Ochse *et al.*, 1961). La presencia de vegetación, en particular de árboles y arbustos, disminuye de manera significativa la tasa de erosión de suelos (Gade, 1996). Sin embargo, con un aumento en la pendiente de 5 a 25 %, la tasa de erosión de suelo en milpas del estado de Veracruz se eleva de 62 t ha⁻¹ año⁻¹ a 492 t ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente (Sancholuz, 1984).

CONCLUSIONES

Los impactos sobre los ecosistemas se han hecho más evidentes con el tiempo, a medida que los sistemas agrícolas se han ido intensificando en todo el mundo. La agricultura ha afectado las funciones de los ecosistemas, lo cual se ha venido manifestando, de manera significativa, a través de la pérdida de su diversidad biológica. Tal pérdida causa impactos negativos en los diversos procesos que se dan dentro de los ecosistemas y en aquellos que ocurren como resultado de la interacción de éstos con otros sistemas. Ejemplo de esto último es el caso del cambio climático y calentamiento global. Es claro que lo anterior ha traído severas consecuencias al medio ambiente y, por ende, al ser humano. Una de las acciones que puede contribuir a mitigar tal afectación de manera importante es la incorporación de mejores prácticas de manejo en la producción agrícola, las cuales deberán integrar los conocimientos técnicos más relevantes que han sido generados en la región y en otras áreas afines, sobre nuevas tecnologías en el manejo sustentable de los recursos agua, suelo y planta.

LITERATURA CITADA

- ANDREARSEN, J.K., O'Neill, R.V., Noss, R. y N.C. Slosser, 2001, Considerations for a terrestrial index of ecological integrity, *Ecological Indicators* 1: 21-35.
- ANDRÉN, H., 1994, Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review, *Oikos* 71: 355-366.
- ALDRICH, M., P. Bubb, S. Hostettler y H. Van de Wiel, 2000, *Bosques nublados tropicales montanos. Tiempo para la acción*, WWF International/IUCN The World Conservation Union, Cambridge, Inglaterra, 28 pp.
- BEIER, P. y R. F. Noss, 1998, Do Habitat Corridors Provide Connectivity?, *Conservation Biology* 12 (6): 1241-1252.
- BENES, B., y R. Forsbach, 2001, Layered Data Structure for Visual Simulation of Terrain Erosion, en IEEE Proceedings of SCCG'01 25(4): 80-86.
- CARMONA-DÍAZ, G. y E. Rodríguez-Luna, 2001, *Estructura, distribución y abundancia del manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz*, Memorias del XXI Congreso Mexicano de Botánica, Querétaro, Querétaro, 118 pp.
- 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.
- CASTILLO-CAMPOS, G., M. Medina, P. Dávila y José Alejandro Zavala, H., 2005, Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular de Veracruz, México, *Acta Botánica Mexicana* 73: 19-57.
- CONTRERAS, F. y O. Castañeda, 1995, *Los ecosistemas costeros del estado de Veracruz*. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero, Veracruz, México, 144 pp.
- CHALLENGER, A., 1998, *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*, Conabio/UNAM, Agrupación Sierra Madre, S.C., México, 847 pp.
- FLORES-VILLELA, O. y P. Gerez, 1988, *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*, Inireb y Conservation International, México, 302 pp.
- GADE, D.W., 1996, Deforestation and its effects in highland Madagascar, *Mountain Research and Development* 16: 101-116.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ, 2006, Iniciativa para el agua, bosques y las cuencas; Iniciativa ABC. Disponible en: (<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/GOBVERSFP/SFPDIFUSION/SFPOTRASPUBLICACIONES/SFPFORODELAGUA2006/5.%20INICIATIVA%20ABC.PDF>).
- GUEVARA-SADA, S., 2000, *Diversidad de ecosistemas de Veracruz*, Instituto Nacional de Ecología.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), 1999, *Superficies Continental e Insular del Territorio Nacional*, inédito, México.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP), 2006, *Erosión Hídrica en Veracruz*, Laboratorio de agro mapas digitales, Producción Cartográfica 2006.
- LAL, R., 1982, Management of clay soils for erosion control, *Tropical Agriculture* 59 (2), 133-138.
- LÓPEZ-ZAMORA, I., 2006, Periódico *El Dictamen*, martes 1º de agosto de 2006, estado de Veracruz.
- MANSON, R., 2005, Primera reunión de trabajo hacia la Estrategia estatal sobre biodiversidad de Veracruz, Instituto de Ecología.
- MYERS, N., 1997, The world's forests and their ecosystem services, en G.C. Daily (ed.), *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, Washington, D.C., pp. 215- 235.
- OCHSE, J.J., M.J Soule Jr., M.J. Dijkman y N.C. Wehlburg, 1961, *Tropical and Subtropical Agriculture*, vol. 1, The Macmillan Company, Nueva York, Londres, 760 pp.
- ROMERO CASTILLO, Daniel, 2001, *La agroindustria de Veracruz ante la globalización. Problemas y perspectivas*, Arana Editores, México, 270 pp.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (Sagarpa), 2005, Producción Agrícola de cultivos 2005, México.
- SANCHOLUZ, L.A., 1984, *Land degradation in Mexican maize fields*, tesis doctoral, Universidad de British Columbia, 212 pp.
- SOTO, E., M., 2004, *La Biodiversidad y el Desarrollo Regional*, Informe Técnico, Instituto de Ecología.
- STADMÜLLER, T., 1987, *Los Bosques Nublados en el Trópico Húmedo*, UNU, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 85 pp.
- STOMS, D., J.M. McDonald y F.W. Davis, 2002, Fuzzy Assessment of Land Suitability for Scientific Research Reserves, *Environmental Management* 29: 545-558.
- VILLALOBOS, J.G., A. Yáñez-Arancibia, J.W. Day y A.L. Lara-Domínguez, 1999, Ecología y manejo de los manglares en la Laguna de Términos, Campeche, México, en A. Yáñez-Arancibia y A.L. Lara-Domínguez, (eds.), *Ecosistemas de manglar en América Tropical*, Instituto de Ecología, México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS, Silver Spr., MD, EUA, pp, 263-274.
- WILLIAMS-LINERA, G., 1992, Ecología del paisaje y el bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, *Ciencia y Desarrollo XVIII* (105): 132-138.
- WILLIAMS-LINERA, G., R. Manson y E. Isunza, 2002, La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México, *Madera y Bosques* 8(1) 2002: 73-89.
- (www.unep.org/unep/regoffs/medu/home.htm), verificada el 7 de julio de 2006.

ESTUDIO DE CASO

PÉRDIDA DE SUELO Y NUTRIMENTOS EN UN ENTISOL CON PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN EN LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO

Sergio Uribe-Gómez
Néstor Francisco-Nicolás
Antonio Turrent-Fernández

La erosión es el principal problema edáfico en gran parte de los terrenos agrícolas de México, donde las características de su clima tropical, la baja estabilidad de sus diferentes tipos de suelos y la marginación y pobreza de sus habitantes aceleran la pérdida de suelo (Benés y Forsbach, 2001). Para estudiar este problema, se instalaron lotes de escurrimiento de 2 m de ancho por 25 m de longitud, en un suelo Entisol, es decir, suelo con proceso de transformación lento, que no cuenta con horizontes característicos, con 15 % de pendiente, con el objetivo de evaluar la pérdida de suelo, el escurrimiento superficial y la pérdida de nutrientes en Los Tuxtlas, Veracruz. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) labranza tradicional, la cual consistió en la quema de los residuos y roturación mecánica del suelo en el sentido de la pendiente; 2) terrazas de muro vivo con setos a 1 m de desnivel y tracción mecánica; 3) terrazas de muro vivo con setos a 1 m de desnivel y tracción animal; 4) labranza de conservación. La pérdida de suelo media registrada de 1995 a 1999 fue 199, 13, 3 y 1 t ha⁻¹ año⁻¹ para los tratamientos indicados, respectivamente. El escurrimiento superficial para los mismos tratamientos fue 31, 16, 15 y 17 % de la lluvia. La pérdida promedio de nitratos en los tratamientos con terrazas fue 23 kg ha⁻¹, debido tal vez al aporte de nitrógeno por la descomposición de los residuos de la poda de los setos que se colocaron en la superficie del suelo. La mayor pérdida de bases se registró con labranza tradicional, (19, 21 y 25 kg ha⁻¹ de K, Ca y Mg, respectivamente) originada quizá por el alto contenido de cationes en las cenizas de los residuos de los cultivos. El costo ecológico fue 40.0, 3.0, 0.5 y 0.2 kg de suelo perdido por cada kg de maíz producido, para el mismo orden de los tratamientos. La labranza de conservación y las terrazas de muro vivo redujeron la pérdida de suelo y el escurrimiento superficial (Martínez, 1997); sin embargo, su eficacia fue menor para disminuir la pérdida de nutrientes solubles en el agua de escurrimiento.

BENES, B., y R. Forsbach, 2001, Layered Data Structure for Visual Simulation of Terrain Erosion, en *IEEE Proceedings of SCCG'01* 25(4): 80-86.

MARTÍNEZ R., E., 1997, *Comportamiento de un suelo Xerosol háptico ante la acción de los implementos de labranza*, tesis doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Diversidad y conservación de plantas epífitas vasculares en el centro del estado



Alejandro Flores-Palacios
José G. García-Franco
Susana Valencia-Díaz
Lislie Solís-Montero
Andrea Cruz-Angón

RESUMEN

En Veracruz hay al menos 604 especies de plantas epífitas y el centro de Veracruz es uno de los sitios donde este grupo ha sido más estudiado, desde el punto de vista ecológico y de su diversidad. En esta zona se han encontrado al menos 297 especies de plantas epífitas y al menos para un municipio este grupo comprende el 32 % de las especies. Al igual que otros grupos, las plantas epífitas enfrentan dos principales fuentes de presión para su supervivencia, la primera es la deforestación y fragmentación del hábitat, y la segunda es la extracción de las plantas para uso humano. En la presente investigación se encontró que la fragmentación cambia la estructura de la comunidad de epífitas, reduciendo su riqueza, su diversidad y produciendo comunidades saturadas. Estos cambios se deben en parte a la eliminación de hospederos específicos, a la reducción de ambientes riparios y posiblemente al cambio microclimático en los doseles aislados. Además, la extracción de las plantas de los fragmentos podría estar

amenazando al 58.6 % de las especies de epífitas del centro del estado, lo cual es particularmente intenso en orquídeas epífitas. Sin embargo, cultivos arbolados como el cafetal de sombra podrían ser útiles para la conservación de las epífitas, pues en ellos se generan comunidades de epífitas similares a las del bosque y algunas especies son capaces de generar grandes poblaciones y encontrar a sus polinizadores. Además, la comunidad de epífitas tiene un papel fundamental para la diversidad de animales de los cafetales de sombra. A pesar del trabajo acumulado, la diversidad y ecología de las plantas epífitas vasculares del centro de Veracruz merece mucha atención, por lo que es necesario reforzar su protección legal y generar mecanismos de aprovechamiento sustentable.

INTRODUCCIÓN

Las plantas epífitas son aquellas que pasan al menos una parte de su ciclo de vida sobre otras plantas, sin

parasitarlas. Las plantas epífitas comprenden al menos el 10 % de las especies de plantas en el mundo (Kress, 1986), son un recurso importante para la fauna (Cruz-Angón y Greenberg, 2005) y participan en la dinámica de nutrientes y del agua en el bosque (Coxson y Nadkarni, 1995).

Las epífitas son un grupo poco estudiado en México, pero en el estado de Veracruz se condensa la investigación. En Veracruz al menos 604 especies de plantas pueden vivir como epífitas (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). En el centro del estado se ha estudiado con detalle la flora epífita (cuadro 1) y las listas generadas (Castillo-Campos, 2003; Flores-Palacios y García-Franco, 2001; Valencia-Díaz, 2002; Zamora-Crescencio y Castillo-Campos, 1997), sugieren que hay al menos 297 especies de plantas

epífitas. De éstas, los grupos más importantes son las orquídeas (133 especies), los helechos y plantas afines (63 especies) y las bromelias (42 especies). Sin embargo, aún existen especies que no están registradas (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007).

La alta diversidad de epífitas del centro de Veracruz contrasta con ser uno de los paisajes más afectados por la acción humana. Esta zona concentra actividades agropecuarias y dos de las principales ciudades del estado (Xalapa y Veracruz). Esto ha ocasionado la reducción y fragmentación de los ambientes naturales y un fuerte impacto por la extracción de los recursos naturales que albergan (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). Ante este escenario de constante deterioro del ambiente ¿cuál es la situación de las plantas epífitas en estos nuevos ambientes?

CUADRO 1. Localidades donde se ha estudiado la diversidad de plantas epífitas en el centro de Veracruz

LOCALIDAD	MUNICIPIO	ALTITUD (msnm)	NÚMERO DE ÁRBOLES MUESTREADOS	TIPO DE VEGETACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES DE EPÍFITAS POR ÁRBOL		
					Epífitas	Parásitos	(%)
La Mancha ¹	Actopan	50	107	Dunas	6	1	0.06
Jalcomulco ²	Emiliano Zapata	720	61	Selva mediana			
				Encinar	42	-	0.69
Chavarrillo ²	Emiliano Zapata						
Coatepec		1 000	49	Encinar tropical	40	-	0.82
Coacoatzintla ²	Coacoatzintla	1 370	38	Bosque mesófilo	22	-	0.58
Cerro Campana ²	Coatepec	1 430	35	Bosque mesófilo	53	-	1.51
Acatlán ²	Acatlán	1 980	35	Bosque mesófilo	39	-	1.11
La Joya ²	Acajete	2 370	34	Pinar	23	-	0.68
La Orduña ³	Coatepec	1 200	51	Cafetal	42	1	0.82
Rancho Viejo ⁴	Tlalnelhuayocan	1 600	31	Bosque mesófilo (borde)	34	3	1.10
Rancho Viejo ⁴	Tlalnelhuayocan	1 570	36	Bosque mesófilo (interior)	49	3	1.36
Rancho Viejo ⁴	Tlalnelhuayocan	1 520	41	Bosque mesófilo (junto a un río)	87	1	2.12
Rancho Viejo ⁴	Tlalnelhuayocan	1 557	36	Pastizal	49	3	1.36
Rancho Viejo ⁴	Tlalnelhuayocan	1 500	46	Riparia	55	3	1.20
Rancho Viejo ⁴	Tlalnelhuayocan	1 500	47	Riparia	74	3	1.57
Rancho Viejo ⁵	Tlalnelhuayocan	1 500	100	Bosque mesófilo (junto a un río)	55	-	0.55
La Orduña ³	Coatepec	1 200	96	Cafetal	55	1	0.57

FUENTES: ¹ García-Franco (1996), ² Hietz y Hietz-Seifert (1995), ³ Cruz-Angón (datos no publicados), ⁴ Flores-Palacios (2003), ⁵ Mehlreter *et al.* (2005).

EFFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN EN LAS PLANTAS EPÍFITAS

La fragmentación es la división de un hábitat continuo como consecuencia de actividades antropogénicas (Meffe y Carrol, 1994) y es, junto con la deforestación, la principal amenaza para la supervivencia de la vida silvestre (Saunders *et al.*, 1991). Por la dependencia de sus hospederos y por su distribución en parches de hábitat, las plantas epífitas podrían ser particularmente afectadas por la deforestación y la fragmentación (Williams-Linera *et al.*, 1995; Olmsted y Juárez, 1996; Sosa y Platas, 1997). Por ejemplo, en Yucatán 22 especies de orquídeas no han sido vistas en los últimos 10-20 años (Olmsted y Juárez, 1996), y en Veracruz seis especies de orquídeas epífitas están erradicadas y una se propuso como extinta (Sosa y Platas, 1997). En estos casos la desaparición de especies de epífitas ha sido asociada a un efecto combinado de deforestación, fragmentación y extracción ilegal.

Un árbol es la unidad mínima de hábitat de las plantas epífitas ya que están adaptadas para germinar, establecerse y pasar su vida en él (Flores-Palacios y García-Franco, 2006, 2008). Desde este punto de vista, en un bosque los árboles pueden ser considerados como las islas de un archipiélago denso. Mientras que en sitios muy perturbados y fragmentados, como lo es un pastizal, los árboles son islas completamente apartadas de las demás. En estudios sobre fragmentación del hábitat, esto permite diferenciar el efecto por la reducción del tamaño del hábitat, del efecto por el aislamiento, pues los árboles remanentes en los pastizales son hábitats aislados, pero no reducidos.

Para investigar el efecto de la fragmentación en la comunidad de epífitas se ha trabajado en un paisaje derivado de la fragmentación de bosque mesófilo de montaña (estudios de caso 1, 2 y 3). Este tipo de bosque es el de vegetación con mayor número de especies epífitas en el país. En él habitan preferentemente especies de las familias Bromeliaceae (la

familia de la piña) y Orchidaceae (orquídeas), entre otras familias que contienen una alta proporción de epífitas (Aguirre-León, 1992; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1999). Esto hace que el bosque mesófilo de montaña sea un modelo adecuado para estudiar el efecto de la fragmentación en la comunidad de epífitas. Se ha encontrado que al dividir el bosque mesófilo en pequeños fragmentos aislados, se puede disminuir la heterogeneidad de hábitats, pues cada fragmento contiene sólo algunos de los hábitats del bosque (estudio de caso 1), y la alta diversidad de epífitas del bosque mesófilo está asociada a la heterogeneidad de hábitats.

El ambiente dominante en muchas zonas de Veracruz es el pastizal y en numerosas zonas este ambiente contiene árboles aislados que se usan para dar sombra al ganado. En estos árboles aislados se alberga una importante cantidad de plantas epífitas, pero en ellos se ejemplifica lo que ocurre cuando la disminución del hábitat es llevada al máximo. En los árboles que nacieron en el bosque y quedaron aislados, la comunidad de epífitas se satura, esto es, ya no caben más especies (estudio de caso 2) y en ellos dominan especies de epífitas que no lo hacen en el bosque, ocasionando una comunidad poco diversa y con dominancia de especies xéricas (estudio de caso 3). Pero, además, estas nuevas características de la comunidad aislada pueden también explicar su baja tasa de recambio de especies entre árboles (estudio de caso 1).

COMERCIO ILEGAL DE PLANTAS EPÍFITAS EN XALAPA

El comercio ilegal de vida silvestre es una de las actividades más importantes a nivel mundial. Dos herramientas legales, íntimamente ligadas, tratan de regular la extracción de vida silvestre, la primera es la lista de especies protegidas y la segunda son las regulaciones al comercio ilegal (De Grammont y Cuarón, 2006). En México la lista de plantas protegidas reconoce el nivel de amenaza que enfrenta una

especie (Semarnat, 2002) y protege a 980 plantas vasculares, de las cuales al menos 19 % son especies de plantas epífitas (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007).

Las plantas epífitas son particularmente interesantes para el comercio porque incluyen, entre otros grupos, a orquídeas y bromelias que son altamente codiciadas en el mercado hortícola. Si la protección legal está frenando el tráfico ilegal, es de esperarse que el comercio ilegal de plantas epífitas incluya sólo a las especies de alto valor comercial, que sea secreto y poco frecuente. Para probar esto se monitoreó por 85 semanas un punto de venta ilegal de flora silvestre en Xalapa (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). Se encontró que en este punto de venta se comerciaron 7 598 plantas o fragmentos de planta de 207 especies. Diecinueve especies eran plantas colectadas fuera de Veracruz pero conocidas para México y dos especies fueron colectadas en Veracruz pero nuevas para México. El 99.6 % de los ejemplares que se registraron fueron plantas que no estaban sembradas, que tenían raíces descubiertas y con rastros de su origen silvestre (*e.g.* flora acompañante, cohortes de adultos e hijuelos, marcas de herbivoría) (figura 1), el resto eran plantas sembradas (no cultivadas) pero con algunos signos de origen silvestre. Los datos muestran que el comercio ilegal en un sólo punto de venta cubre al menos al 25.3 %

de las epífitas de Veracruz y al 58.6 % de las epífitas del centro de Veracruz. Entre los grupos con mayor presión de colecta están las orquídeas, en este grupo la presión de colecta ilegal abarca al menos al 46.9 % de las especies de Veracruz y al 92.5 % de las especies del centro del estado.

La mayor parte de las especies que se venden ilegalmente son habitantes de bosque mesófilo, siendo éste, al parecer, el principal tipo de vegetación de donde se extraen epífitas, aunque potencialmente todos los tipos de vegetación del centro de Veracruz son áreas de extracción (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). El tráfico ilegal observado incluyó 27 especies protegidas en México (figura 1), 41 especies endémicas de México y seis especies endémicas de Veracruz. Lo anterior indica que el amparo legal es insuficiente para la protección de este grupo, pues el tráfico de flora silvestre incluye tanto especies de alto y bajo valor comercial (particularmente orquídeas y plantas de flores pequeñas), y no es una actividad que ocurra en la clandestinidad, pues ocurre de manera frecuente, a plena luz del día, en puntos de venta establecidos y con una clientela regular. Pero, además, después de 85 semanas de monitoreo sólo hubo dos decomisos consecutivos de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, lo que refleja la subestimación oficial sobre el tráfico ilegal.

FIGURA 1 (página de enfrente). En un tianguis de Xalapa se monitoreó el comercio ilegal y se encontró que la riqueza y volumen de plantas que se comercializan es muy alta. Entre otras especies se observó tráfico ilegal de plantas afines a helechos como *Hupertzia taxifolia* (Sw.) Trevis. (5); de bromelias como *Pitcairnia heterophylla* (Lindl.) Beer (12), *Tillandsia leiboldiana* Schltdl. (11) y *Tillandsia lucida* E. Morren ex Baker (2). La mayor parte de las especies traficadas fueron orquídeas como *Acineta barkeri* (Bateman) Lindl. (19), endémica de México y amenazada de extinción; *Coelia triptera* (Sm.) G. Don ex Steud. (8); *Epidendrum longipetalum* A. Rich. & Galeotti (14), endémica de México; *Epidendrum raniferum* Lindl. (1); *Lycaste aromatica* (Graham) Lindl. (7); *Maxillaria cucullata* Lindl., *Maxillaria variabilis* Bateman ex Lindl. (15); *Oncidium sphacelatum* Lindl. (3); *Pleurothallis ornata* Rchb. f. (16), endémico de México; *Prosthechea vitellina* (Lindl.) W. E. Higgins (18), sujeta a protección especial; *Rhynchostele cordata* (Lindl.) Soto Arenas & Salazar (4); amenazada de extinción; *Rhynchostele rossii* (Lindl.) Soto Arenas & Salazar (17), amenazada de extinción; *Stanhopea tigrina* Bateman ex Lindl. (6 y 13), endémica de México y amenazada de extinción; *Stelis* sp. (9) y *Stenorrhynchos speciosus* (Jacq.) Rich. ex Spreng. (10). En algunos casos el comercio ilegal es realizado por vendedores ocasionales pero especializados, como el vendedor (6) de la foto, quien únicamente vendía la orquídea *Stanhopea tigrina* Bateman ex Lindl. (6), nótese en el acercamiento de esta especie (13) la flora acompañante del ejemplar (briofitas y dos especies de helechos).



SOBREVIVENCIA DE EPÍFITAS EN PLANTACIONES DE CAFÉ

Una opción alentadora para la conservación de las plantas epífitas en el centro de Veracruz es que algunas especies están invadiendo ambientes secundarios y al parecer en ellos encuentran condiciones para su supervivencia (Solís-Montero *et al.*, 2005; Cruz-Angón y Greenberg, 2005). Gran parte de la superficie originalmente ocupada por bosque mesófilo ha sido sustituida por cafetales de sombra y se sabe que, a nivel nacional, 214 especies de orquídeas han sido colectadas en cafetales (Espejo-Serna *et al.*, 2005) pero desconocemos cuántas de ellas

realmente mantienen poblaciones estables en el cafetal.

Con las listas de especies de epífitas obtenidas en los bosques nativos y de un cafetal del centro de Veracruz (cuadro 1), se elaboró un análisis preliminar para saber si la comunidad de epífitas de un cafetal cercano a Coatepec se parece a la del bosque mesófilo que fue sustituido por el cafetal. Se obtuvo que las comunidades de epífitas se acomodan de acuerdo a la altitud y a la comunidad vegetal de donde vienen (figura 2). El cafetal incluido en el análisis tiene una comunidad epífita parecida a la del bosque mesófilo, sugiriendo que las únicas limitantes para el establecimiento de una comunidad de

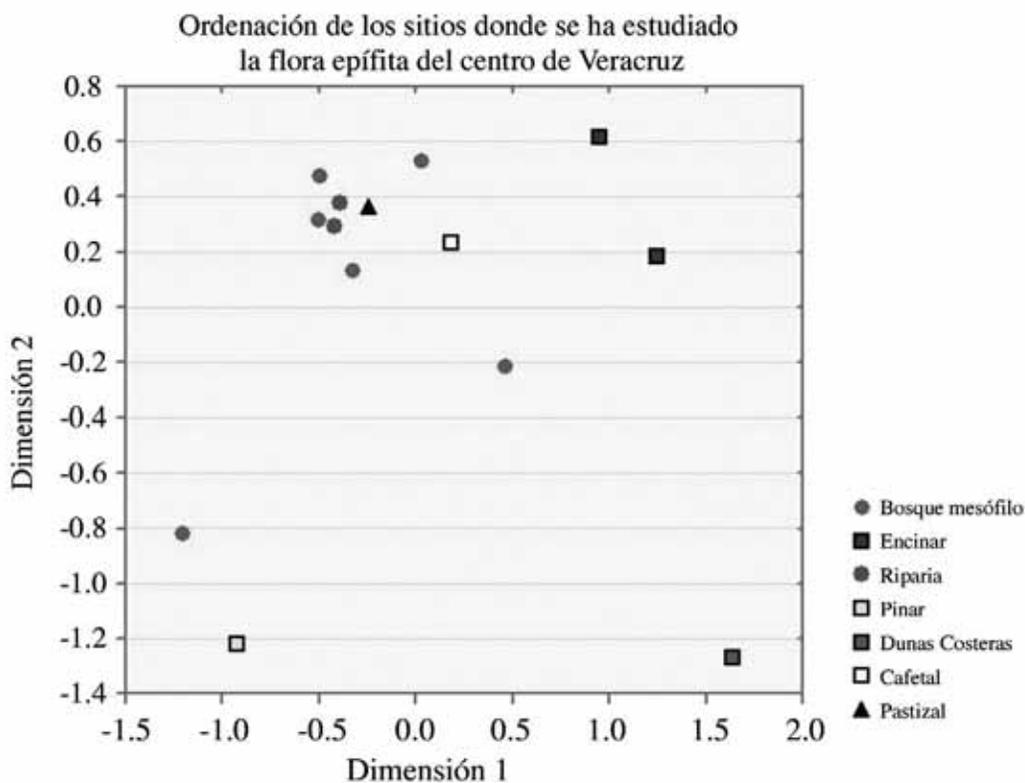


FIGURA 2. Ordenación de los sitios donde se ha estudiado la flora epífita del centro de Veracruz. Las localidades corresponden a las señaladas en el cuadro 1. La ordenación fue hecha con la técnica de escalamiento multidimensional y explica más del 90 % de la variación (estrés = 0.05). La dimensión uno está correlacionada con la altitud ($r = -0.93$, $P < 0.05$) y la dimensión dos con la riqueza de especies ($r = 0.70$, $P < 0.05$). Nótese cómo el sitio de cafetal se agrupa con los de bosque mesófilo.

epífitas son la masa arbolada y la altitud. Aun así el número de especies de epífitas que hay en el cafetal es más bajo que el de los bosques nativos (cuadro 1), especialmente cuando se le compara ponderando el tamaño de muestra (número de especies de epífitas entre número de árboles muestreado, cuadro 1). El bajo número de especies podría deberse a la ausencia de más especies de hospederos, a limitantes microclimáticas dentro del cafetal, a la juventud de las plantaciones cafetaleras (comparada con la edad de los bosques primarios), o a la actividad de recolección de epífitas en los cafetales. Sin embargo, aquellas especies de epífitas que habitan en cafetales pueden desarrollar poblaciones tan grandes como las de los bosques primarios, al encontrar microhábitats para su supervivencia y por la presencia de polinizadores, como se registró para tres especies de orquídeas (Solís-Montero *et al.*, 2005).

PERSPECTIVAS DE CONSERVACIÓN

Es necesario conservar bosques primarios que mantengan sitios, micro-ambientalmente diversos, y una gran cantidad de hospederos. También es necesario intensificar la exploración en el dosel, pues aún no se entiende claramente la distribución y abundancia de las especies epífitas de Veracruz. La exploración del dosel no es una tarea fácil, requiere entrenamiento y equipo especial para ascender a los árboles; además, la diversidad de plantas es muy alta, con grupos muy poco estudiados (*e.g. Peperomia*), lo que promete el descubrimiento de nuevos registros y especies.

Si hubiera suficientes bosques protegidos sería posible conservar una gran diversidad de epífitas, y de ellos se podría extraer, de forma sustentable, material para la industria hortícola. Como complemento, sería necesario incrementar la protección y la vigilancia de los bosques para evitar la colecta ilegal, ya que es una actividad delicada. La extracción comercial de plantas epífitas es posible si las pobla-

ciones bajo manejo son muy abundantes, de otra forma la única opción es la propagación artificial (Wolf *et al.*, 2006). Desgraciadamente, la mayor parte de las especies de epífitas tienen poblaciones divididas geográficamente, con bajas densidades, haciéndose necesaria la propagación (Wolf *et al.*, 2006).

La razón por la que la extracción no puede ser sustentable tal y como se hace en la actualidad, es que usualmente los recursos aprovechados bajo extracción libre y no controlada terminan agotándose (Tang *et al.*, 2005). La extracción de plantas epífitas de poblaciones silvestres disminuye tanto los crecimientos recientes de la planta (clones), como el número de individuos sexualmente reproductivos, lo que podría afectar la dinámica poblacional (Mondragón *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

La extracción ilegal debe ser frenada y los actuales comerciantes ilegales deben ser conducidos a formas sustentables de aprovechamiento de las epífitas, tal como se ha logrado en otros grupos de plantas con uso hortícola, como las cícadas (véase Vovides *et al.*, 2002). Por ahora, los resultados de la investigación acumulada demuestran que en la región del centro de Veracruz existe una fuerte actividad de tráfico ilegal y que existe tanto el material biológico como el mercado interesado en él, pero lo que falta es integrarlo de una forma legal y sustentable.

Las plantas epífitas son un componente diverso de los bosques de Veracruz y su uso, como recurso para la industria hortícola, tiene mucho potencial. Sin embargo, la tendencia actual de extracción desmedida y destrucción de su hábitat, ha provocado la reducción de sus poblaciones, poniéndose en riesgo de extinción a muchas de éstas. Si se quiere conservar y aprovechar adecuadamente el potencial que tiene este grupo de plantas, es necesario procurar mayor protección legal y acciones de conservación

del bosque. Pero estas acciones de conservación deben estar acompañadas de programas que implementen técnicas de propagación que ayuden a su uso sustentable. El mercado que las demanda ya existe y está dispuesto a pagar por nuevas especies y variedades. La perspectiva actual es la de un recurso amenazado y desperdiciado.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE-LEÓN, E., 1992, Vascular epiphytes of Mexico: preliminary inventory, *Selbyana* 13: 72-76.
- CASTILLO-CAMPOS, G., 2003, *Biodiversidad de la selva baja caducifolia en un sustrato rocoso de origen volcánico en el centro del estado de Veracruz, México*, tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- COXSON, D.S. y N.M. Nadkarni, 1995, Ecological Roles of Epiphytes in Nutrient Ecosystems, en M.D. Lowman y N.M. Nadkarni (eds.), *Forest canopies*, Academix Press, San Diego, pp. 495-543.
- CRUZ-ANGÓN, A. y R. Greenberg, 2005, Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment, *Journal of Applied Ecology* 42: 150-159.
- DE GRAMMONT, P.C. y A.D. Cuarón, 2006, An evaluation of threatened species categorization systems used on American continent, *Conservation Biology* 20: 14-27.
- ESPEJO-SERNA, A. y A.R. López-Ferrari, 1999, Mexican Bromeliaceae: Diversity and notes on their conservation, *Harvard Papers in Botany* 4: 119-128.
- ESPEJO-SERNA, A., A.R. López-Ferrari, R. Jiménez-Machorro y L. Sánchez-Saldaña, 2005, Las orquídeas de los cafetales de México: una opción para el uso sustentable de ecosistemas tropicales, *Revista de Biología Tropical* 53: 73-84.
- FLORES-PALACIOS, A., 2003, *El Efecto de la Fragmentación del Bosque Mesófilo en la Comunidad de Plantas Epífitas Vasculares*, tesis de doctorado, Instituto de Ecología, Xalapa, México.
- FLORES-PALACIOS, A. y J.G. García-Franco, 2001, Sampling methods for vascular epiphytic plants: their effects on recording species richness and frequency, *Selbyana* 22: 181-191.
- , 2004, Effect of isolation on the structure and nutrient budget of oak epiphyte communities, *Plant Ecology* 173: 259-269.
- , 2006, The relationship between tree size and epiphyte richness: testing four different hypotheses, *Journal of Biogeography* 33: 323-330.
- , 2008, Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico, *Biodiversity and Conservation* 17: 191-207.
- FLORES-PALACIOS, A. y S. Valencia-Díaz, 2007, Local illegal trade of wild vascular epiphytes reveals unknown diversity, *Biological Conservation* 372-387.
- GUEVARA, S. y J. Laborde, 1993, Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability, *Vegetation* 107/108: 319-338.
- KRESS, W.J., 1986, The systematic distribution of vascular epiphytes: An update, *Selbyana* 9: 2-22.
- LOREAU, M., 2000, Are communities saturated? On the relationship between α , β , and γ diversity, *Ecology Letters* 3: 73-76.
- MACARTHUR, R.H. y E.O. Wilson, 1967, *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- MEFFE, G.K. y C.R. Carrol, 1994, *Principles of Conservation Biology*, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.
- MEHLTRETER, K.V., A. Flores-Palacios y J.G. García-Franco, 2005, Host preferences of vascular trunk epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico, *Journal of Tropical Ecology* 21: 651-660.
- MONDRAGÓN, D., R. Durán, I. Ramírez y T. Valverde, 2004, Temporal variation in the demography of the clonal epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in the Yucatán Peninsula, Mexico, *Journal of Tropical Ecology* 20, 189-200.

- OLMSTED, I. y M. G. Juárez, 1996, Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatan Peninsula, *Selbyana* 17: 58-70.
- PEDRAZA, R.A., 2003, *Árboles nativos para plantaciones: una estrategia de restauración en áreas deforestadas*, tesis de doctorado, Instituto de Ecología, Xalapa, México.
- SAUNDERS, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Margules, 1991, Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review, *Conservation Biology* 5: 18-32.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-59-ECOL-2001. Protección ambiental.- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres.- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.- Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación*, Tomo DLXXXII núm. 4, segunda sección, pp. 1-80.
- SOLIS-MONTERO, L., A. Flores-Palacios y A. Cruz-Angón, 2005, Shade coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in Central Veracruz, Mexico, *Conservation Biology* 19: 908-916.
- SOSA, V. y T. Platas, 1997, Extinction and persistence of rare orchids in Veracruz, Mexico, *Conservation Biology* 12: 451-455.
- TANG, Y., L. Mao y H. Gao, 2005, Over-exploitation and lack of protection is leading to a decline of a protected calcicolous tree species *Excentrodendron hsienmu* (Tiliaceae) in China, *Biological Conservation* 126: 14-23.
- VALENCIA-DÍAZ, 2002, *Estructura de tamaños, densidad y hábitat de Mammillaria eriacantha Link & Otto ex Pfeiff. Una cactácea endémica del centro de Veracruz: Estudio Piloto*, tesina, Universidad Veracruzana.
- VOVIDES, A.P., C. Iglesias, M.A. Pérez-Farrera, M.V. Torres y U. Schippmann, 2002, Peasant nurseries: a concept for integrated conservation strategy for cycads in Mexico, en M. Mauder, C. Clubbe, C. Hankamer, M. Groves (eds.), *Plant conservation in the tropics. Perspectives and practice*, The Royal Botanic gardens, Kew, pp. 423-444.
- WHITTAKER, R.H., 1972, Evolution and measurement of species diversity, *Taxon* 21: 213-251.
- WILLIAMS-LINERA, G., R.H. Manson y E. Isunza Vera, 2002, La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México, *Madera y Bosques* 8: 69-85.
- WILLIAMS-LINERA, G., V. Sosa y T. Platas, 1995, The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forest, *Selbyana* 16: 36-40.
- WOLF, J.H. D., P. Romeijn y H.F.M. Vester, 2006, *Toward the sustainable use of canopy biodiversity for forest conservation and poverty reduction - lessons learned from Chiapas, Mexico*, Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation, Kunming, Yunnan.
- WOLF, J.H.D. y A. Flamenco, 2003, Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico, *Journal of Biogeography* 30: 1-19.
- ZAMORA-CRESCENCIO, P. y G. Castillo-Campos, 1997, Vegetación y flora del municipio de Tlalnahuacán, Veracruz, Textos Universitarios, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.

ESTUDIO DE CASO 1

DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN UN PAISAJE ORIGINADO POR LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

Alejandro Flores-Palacios
José G. García-Franco

Se estudió un paisaje derivado de la fragmentación del bosque mesófilo. Este paisaje es un rancho privado del municipio de San Andrés Tlalnahuayocan, Veracruz, México (19°30'57.6" N, 96°59'42.42" O; 19°30'54" N, 96°59'49.89" O y 19°30'53.7" N, 97°00'05" O). El paisaje en el sitio estaba formado por un mosaico de hileras de árboles aislados a lo largo de un río (vegetación ribereña), árboles aislados en pastizal y por un fragmento de bosque que representa al bosque continuo. Todos los elementos eran contiguos, compartían la misma historia y representaban un gradiente de fragmentación que iba desde los árboles del bosque hasta los árboles aislados en el potrero. Los árboles aislados en el pastizal son islas de hábitat donde el número de especies (riqueza) de epífitas tiene un patrón diferente respecto del bosque. Los árboles aislados albergan una riqueza de especies alta (en promedio 11.7 especies por árbol), mientras que en el bosque y en los fragmentos de ribereña la riqueza por árbol es muy variable, y el bosque contiene los árboles con el menor y el mayor número de especies de epífitas (6.6-14.1 epífitas por árbol) (Flores-Palacios y García-Franco, 2008). Esto sugiere que el incremento de luz en el pastizal favorece el establecimiento de epífitas y es lógico que éstas puedan invadir árboles aislados, pues una de sus características es la dispersión a gran distancia. En el sitio estudiado, la mayor parte de las especies de orquídeas, helechos y afines tienen semillas dispersadas por el viento. A pesar de tener un alto número promedio de especies epífitas, los árboles aislados tienen la menor tasa de recambio de especies entre ellos; esto es, tienen las mismas especies o grupos de especies muy similares. La tasa de recambio de especies (diversidad β) indica cómo se reparte la diversidad en un área. Si se usa un valor de semejanza para medir la diversidad β , entonces un valor alto significa que las mismas especies están en todo el paisaje; pero si el valor es bajo significa que la riqueza está repartida en muchas áreas y el paisaje es diverso. Los árboles del pastizal comparten en promedio al 42 % de las especies, mientras que los árboles del bosque y los árboles de los fragmentos de ribereña comparten en promedio entre el 16 y el 26 % de las especies de epífitas. En el bosque y en los fragmentos de ribereña la riqueza acumulada de especies de epífitas es alta y podrían habitar de 42 a 103 especies en el bosque y de 67 a 90 especies en la riparia; mientras que en el pastizal sólo podría haber 58 especies (Flores-Palacios y García-Franco, 2008).

El aislamiento de los árboles en pastizales ocasiona una riqueza acumulada de especies de epífitas menor a la del bosque. Esta es una diferencia fundamental, pues el bosque puede albergar una gran cantidad de especies de epífitas y esta capacidad está asociada a la diversidad de hábitats.

Se encontró que la diversidad de hábitats para epífitas dentro del bosque mesófilo tiene al menos dos niveles: la variación micro-climática dentro del bosque y la diversidad de hospederos. La primera ocasiona que la diversidad de epífitas cambie entre áreas húmedas y relativamente secas dentro del bosque, de hecho el área de bosque más húmeda casi duplica la diversidad de epífitas del área más seca (Flores-Palacios y García-Franco 2008). En el segundo nivel están los helechos arborescentes, quienes suelen tener especies de epífitas que sólo habitan en ellos y consecuentemente su comunidad de epífitas es claramente diferente (Mehlreter *et al.*, 2005; Flores-Palacios y García-Franco, 2008). Sin embargo, en el pastizal que se estudió no había helechos arborescentes.

FLORES-PALACIOS, A. y J.G. García-Franco, 2008, Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico, *Biodiversity and Conservation* 17: 191-207.

MEHLRETER, K.V., A. Flores-Palacios y J.G. García-Franco, 2005, Host preferences of vascular trunk epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico, *Journal of Tropical Ecology* 21: 651-660.

ESTUDIO DE CASO 2

RELACIONES DE RIQUEZA DE ESPECIES DE EPÍFITAS CON EL TAMAÑO DE LOS ÁRBOLES

Alejandro Flores-Palacios
José G. García-Franco

La fragmentación tiene un efecto en la comunidad epífita y es fácilmente detectable en los árboles aislados del pastizal (Flores-Palacios, 2003). Los árboles aislados son un componente importante de diversidad y en los últimos años han recibido mucha atención porque ayudan a mantener la diversidad biológica (Guevara y Laborde, 1993). Los árboles aislados pueden ser colonizadores del pastizal o remanentes del bosque. En cada caso se esperan relaciones diferentes con el número de especies de epífitas que albergan. En árboles colonizadores se espera que haya colonización de epífitas, pues ellos equivalen a islas oceánicas, donde la fuerza que explica el número de especies es la tasa de colonización y la distancia desde el continente. En árboles remanentes se espera relajación o saturación, pues equivalen a islas continentales que una vez aislados tendrán extinciones hasta alcanzar un equilibrio (MacArthur y Wilson, 1967).

En el paisaje estudiado, los encinos (*Quercus* spp.) son árboles remanentes en el pastizal y en las áreas de ribereña, pues son grandes y no hay plántulas. Mientras que los árboles de liquidámbar (*Liquidambar macrophylla*) son colonizadores de áreas abiertas (Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Pedraza, 2003). Usando el diámetro del tronco como un estimador del tamaño del árbol (isla) se relacionó este tamaño con el número de especies de epífitas (Flores-Palacios y García-Franco, 2006). Se encontró que independientemente de la especie del árbol (encinos o liquidámbar), en el bosque los árboles pueden seguir albergando nuevas especies de epífitas mientras crecen, lo que sugiere que no están saturados. En el pastizal lo anterior sólo ocurrió con los liquidámbar; mientras que los encinos aislados tienen relaciones que sugieren saturación, pues la riqueza de epífitas no se incrementa con el tamaño de los árboles y todos tienen una riqueza alta. Esto refuerza la idea de que el aislamiento en pastizales genera comunidades de epífitas saturadas donde ya no caben más especies.

FLORES-PALACIOS, A., 2003, *El efecto de la fragmentación del bosque mesófilo en la comunidad de plantas epífitas vasculares*, tesis de doctorado, Instituto de Ecología, Xalapa, México.

FLORES-PALACIOS, A. y J.G. García-Franco, 2006, The relationship between tree size and epiphyte richness: testing four different hypotheses, *Journal of Biogeography* 33: 323-330.

GUEVARA, S. y J. Laborde, 1993, Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability, *Vegetatio* 107/108: 319-338.

MACARTHUR, R.H. y E.O. Wilson, 1967, *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

PEDRAZA, R.A., 2003, *Árboles nativos para plantaciones: una estrategia de restauración en áreas deforestadas*, tesis de doctorado. Instituto de Ecología, Xalapa, México.

ESTUDIO DE CASO 3

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE EPÍFITAS EN ÁRBOLES REMANENTES AISLADOS

Alejandro Flores-Palacios
José G. García-Franco

La saturación de una comunidad ocurre por limitaciones físicas, esto es, se agota el espacio y, como consecuencia, se incrementan las interacciones de competencia (Loreau, 2000). Si los encinos aislados en pastizales están saturados (véase estudio de caso 2), entonces se espera que las epífitas en ellos hayan llenado los espacios. Para probar esto se colectaron las epífitas establecidas en secciones de 2 m de longitud de las ramas interiores de cinco encinos aislados y cinco del bosque (Flores-Palacios y García-Franco, 2004), y se comparó la estructura de la comunidad. La estructura de la comunidad es la relación de abundancia que guardan sus integrantes y a partir de ella se define biológicamente la diversidad y la dominancia. La máxima diversidad ocurre cuando en una comunidad hay un número infinito de especies y todas tienen la misma abundancia.

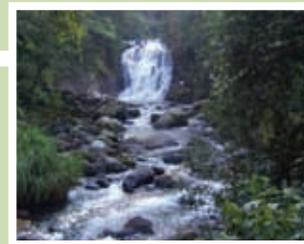
La comunidad epífita de las ramas interiores de los encinos aislados tuvo el doble de biomasa que los encinos del bosque y además la estructura de la comunidad fue diferente, con un patrón de dominancia más pronunciado. En las ramas interiores de los encinos aislados la dominancia fue de una especie de bromelia (*Tillandsia punctulata* Schldl. & Cham), que nunca domina ese estrato en el bosque y que además es más frecuente en los árboles aislados que en cualquier otro sitio (Flores-Palacios, 2003; Flores-Palacios y García-Franco, 2004). Así que las condiciones de fragmentación generan que unas cuantas especies dominen la comunidad y como consecuencia la diversidad se reduzca.

FLORES-PALACIOS, A., 2003, *El efecto de la fragmentación del bosque mesófilo en la comunidad de plantas epífitas vasculares*, tesis de doctorado. Instituto de Ecología, Xalapa, México.

FLORES-PALACIOS, A. y J.G. García-Franco, 2004, Effect of isolation on the structure and nutrient budget of oak epiphyte communities, *Plant Ecology* 173: 259-269.

LOREAU, M., 2000, Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity, *Ecology Letters* 3: 73-76.

Ecohidrología



Cesáreo Landeros-Sánchez
Juan Carlos Moreno-Seceña
Juan Pablo Martínez-Dávila
Óscar L. Palacios-Vélez

INTRODUCCIÓN

La Ecohidrología tiene una amplia aplicación en los ecosistemas ya que se deriva de la interacción entre las plantas y el ambiente a partir del ciclo hidrológico (Peters *et al.*, 2005). Un aspecto importante de la investigación en ecohidrología es la evaluación y predicción de la presencia de especies vegetales en relación con la hidrología. Veracruz es un estado con diferentes ecosistemas a lo largo y ancho de sus cuencas. Por tal motivo es de sumo interés conocer la influencia y el manejo del agua en los diferentes ecosistemas, tomando en cuenta que el estado ecológico de los ríos en Veracruz ha sido alterado. Por una parte, la explotación y exploración de nuevas áreas ha dado lugar a una severa modificación de la morfología de los cauces y de las zonas adyacentes y una alteración de la dinámica hidrológica, principalmente de la recarga local y de las relaciones de flujo entre el acuífero y el río (Guevara *et al.*, 1999). Los impactos en el medio natural son evidentes: la reducción de su riqueza ecológica y de su diversidad

biológica, así como un efecto negativo en la conectividad entre distintas zonas, dado el carácter de corredor biológico de las zonas fluviales. En este sentido, la ecohidrología se presenta como un espacio en el que se integran el estudio de las variables hidrológicas y ecológicas para la mejora de la predicción de los procesos que las afectan, como base para un desarrollo sostenible. Para conocer la ecohidrología en Veracruz se abordarán en el presente apartado temas como: las cuencas y los corredores fluviales, y sus respectivos ecosistemas, así como la conservación de los recursos ecohidrológicos.

ENFOQUE DE LA ECOHIDROLOGÍA Y GENERALIDADES

Actualmente en diversas áreas del mundo el recurso agua se ha convertido en un factor limitante de gran importancia, no sólo como elemento para el desarrollo, sino también para la subsistencia de las comunidades. Por otra parte, el crecimiento expo-

nencial de la población humana ha traído consigo un aumento considerable de los impactos sobre los ecosistemas de agua. Por esta razón, un nuevo paradigma fue postulado en 1992 durante la Conferencia Internacional de Dublín sobre el Agua y el Ambiente, llamado Ecohidrología.

Éste trata sobre el estudio y desarrollo de estrategias para conservar la interacción entre el agua y todos los componentes del ecosistema. Este fin puede ser alcanzado mediante investigaciones orientadas hacia la integración del funcionamiento de los ecosistemas de agua junto con los procesos hidrológicos de gran escala. De esta forma, la integración de la dinámica de los tres componentes, esto es, la cuenca, el agua y la biota en un superorganismo, marca el cumplimiento del objeto del manejo del recurso (Zalewski *et al.*, 1997).

La República Mexicana cuenta con 137 lagunas costeras alojadas en una superficie de 1 250 000 ha; cuerpos de agua dulce (lagos, lagunas y embalses) que suman 2 900 000 ha; y numerosos ríos, arroyos y cascadas que constituyen un gran potencial de recursos para fines energéticos, productivos, recreativos y turísticos (INEGI, 2006). Se estima que la extracción total de agua en México durante 2006, para los principales usos, fue de 217.6 km³; de los cuales 77.3 km³ se destinaron para usos consuntivos, distribuidos de la siguiente manera: agrícola 59.4 km³ (incluye los rubros agrícola, pecuario, acuicultura, múltiples y otros de la clasificación del Registro Público de Derechos de Agua [REPDA]); abastecimiento público, 10.7 km³ (incluye los rubros público urbano y doméstico de la clasificación del REPDA); industria autoabastecida (sin termoeléctricas), 3.0 km³ (incluye los rubros industrial, agroindustrial, servicios y comercio de la clasificación del REPDA), y termoeléctricas, 4.2 km³. Los 140.3 km³ restantes se destinaron a la generación de energía en centrales hidroeléctricas, clasificada como uso no consuntivo (Comisión Nacional del Agua, 2007). En la parte angosta del país, esto es, en los estados de Chiapas, Oaxaca, Campeche,

Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco, cae una parte importante del agua de lluvia (49.6 %). Sin embargo, se reporta que en México llueve cada vez menos. De 1994 a la fecha ha llovido menos del promedio histórico anterior, y en la clasificación mundial México está considerado como un país de disponibilidad baja de agua (Fuente: Semarnat, CNA. Editado en Agua.org.mx: http://www.imac-mexico.org/ev_es.php?ID=16646_208&ID2=DO_TOPIC).

Veracruz presenta una gran diversidad de formas de relieve, lo que hace que sea uno de los estados de México con mayor número de características y variedades topográficas contrastantes y heterogéneas, así como poseedor de un gran potencial en lo que respecta a disponibilidad de recursos naturales. Los tipos de cuencas y recursos hídricos desempeñan un papel importante en las actividades económicas y sociales del estado, ya que influyen en las características climáticas, en el tipo de suelo y en la vegetación, los que, a su vez, inciden en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales e industriales, así como en la distribución de asentamientos humanos.

CUENCAS Y SUS ECOSISTEMAS

La unidad física básica en la regulación del agua es la cuenca (Maas, 2003). Existen varias clasificaciones de las cuencas de Veracruz. Por ejemplo, el INIFAP (2006), clasificó a las cuencas de Veracruz de la manera en que se muestran en la figura 1.

Semarnat (2005), en su marco conceptual operativo para el manejo sustentable de los recursos naturales renovables y mediante la regionalización de cuenca hidrológica, clasificó al estado de Veracruz en tres grandes cuencas. Esta clasificación será tomada como base para el desarrollo de los apartados subsecuentes: Cuenca del Tuxpan al Jamapa; Cuenca del río Papaloapan, y Cuenca del río Coatzacoalcos (apéndice VII.1).

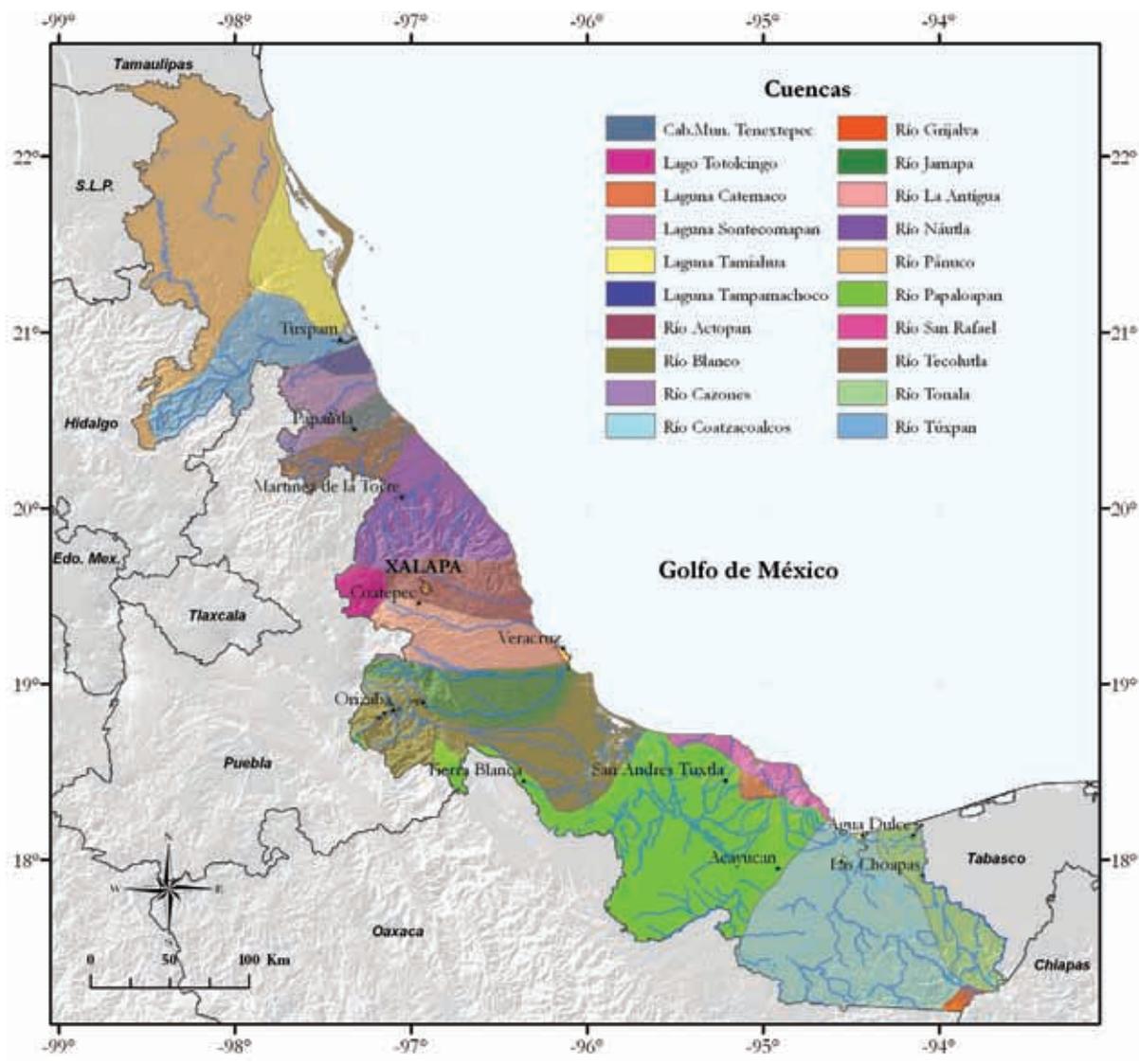


FIGURA 1. Clasificación de las cuencas en Veracruz, tomando en cuenta los principales ríos del estado (Fuente: Conabio. Mapa proporcionado por el Departamento Cartográfico del INIFAP en noviembre de 2006, a través del M.C. Gabriel Díaz Padilla).

CORREDORES FLUVIALES

Veracruz cuenta con más de 40 ríos que representan el 35 % del total a nivel nacional (figura 2). Nacen en las montañas y corren hacia el Golfo de México; en su recorrido reciben aguas de otros más pequeños, formándose así grandes cuencas

que son superficies donde se capta el agua que escurre hacia los ríos. Los ríos más importantes son: Pánuco, Tuxpan y Nautla en el norte; Tecolutla y Jamapa, en el centro; y Papaloapan y Coatzacoalcos en el sur (SEP, 1997).

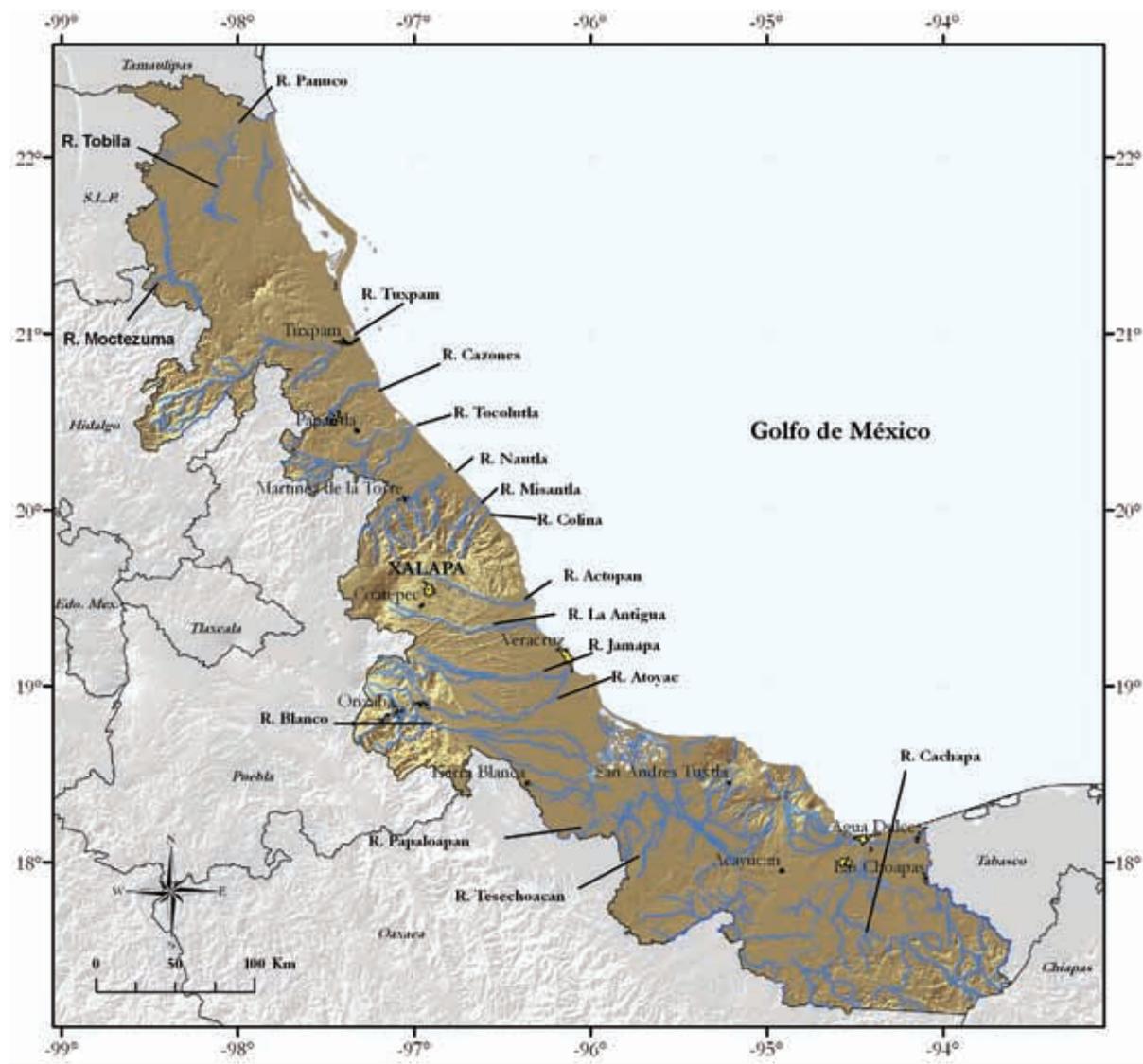


FIGURA 2. Los ríos de Veracruz representan el 35 % del total a nivel nacional; los más importantes en el estado son: Pánuco, Tuxpam, Nautla, Tecolutla, Jamapa, Papaloapan y Coatzacoalcos (Fuente: Mapa proporcionado por el Departamento Cartográfico del INIFAP en noviembre de 2006, a través del M.C. Gabriel Díaz Padilla).

Río Pánuco

Tiene una extensión de 107 200 km², lo que lo distingue como uno de los más importante del país (SRH, 1975). Su desembocadura forma el límite entre los estados de Tamaulipas y Veracruz. Este río hace posible la subsistencia de diversas especies ani-

males y vegetales que se desarrollan en las riberas, lagos y lagunas; además son aprovechadas para uso agrícola mediante sistemas de riego y para la generación de energía eléctrica a través de presas hidroeléctricas. Los principales cultivos que ahí se producen son caña de azúcar, café, arroz, maíz, naranja, tabaco, hule, piña, mango, plátano, papaya, chile,

sandía y papa, entre otros. Las aguas propician el crecimiento de pastizales que favorecen la ganadería que incluye la crianza de ganado bovino, porcino, ovino y caprino. Este río ha facilitado también la permanencia de la tradición pesquera. Desafortunadamente, muchos tramos del Pánuco son afectados por desechos de aguas residuales, así como por el depósito de basura y la utilización de sustancias no biodegradables que provocan la pérdida de organismos acuáticos.

Río Tuxpan

Es un río navegable y constituye una importante vía de transporte del petróleo de la región; su cauce cruza 29 municipios, de los cuales cinco se encuentran en el estado de Hidalgo, seis en el estado de Puebla y 18 en el estado de Veracruz. En esta región se encuentran ecosistemas de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales (Martínez, 2003). Asimismo, la riqueza de combustibles fósiles en el subsuelo hace que esta zona sea importante para el desarrollo de actividades de exploración, explotación y procesamiento de petróleo. Es uno de los más limpios de nuestro país; el clima en el río Tuxpan es cálido subhúmedo con lluvias en verano y en el resto de la zona es cálido húmedo con lluvias en verano (García, 1981).

Río Tecolutla

Se forma en el estado de Puebla, cuenta con una extensión de 7 950.05 km². Cuenta con un clima templado húmedo, con lluvias abundantes en verano, su temperatura media anual es de alrededor de 20 °C. Los principales poblados que recorre en Veracruz son: El Espinal, Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Cazonas, Coatzintla, Chumatlán, Poza Rica. La biodiversidad de este corredor fluvial a lo largo y ancho de su trayectoria está repre-

sentada por bosques de pino-encino, pino, encino y bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; así como selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar en la cuenca baja. Se presenta una alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca. Las principales problemáticas identificadas de este corredor son: deforestación, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos, contaminación por agroquímicos.

Río Nautla

Nace en el estado de Puebla, poco antes de la ciudad de Martínez de la Torre, Veracruz. Pasa por la Barranca de Minas, donde se le conoce como río Frío, convirtiéndose más adelante en el llamado río Bobos y, finalmente, en el Nautla. Su curso total es de 112 kilómetros (SRH, 1975). Presta gran ayuda al tráfico de pasajeros y al comercio por ser un río navegable para barcos de poco calado.

Su recorrido se encuentra al sur del río Tecolutla y su desembocadura en las cercanías de la población de Nautla al sureste de Tecolutla, Veracruz. Nace como el río Las Minas que recibe aportaciones de diversas corrientes, tanto perennes como intermitentes. Al unirse con el río Migueta recibe el nombre de río Bobos; éste, a su vez, tiene como tributarios a los ríos Ixtoteno, Apaxteno, Las Truchas, Naranjasta y Tazolapa.

Aproximadamente a 5 km al noreste de la ciudad de Tlapacoyan, el río Bobos recibe, por la margen izquierda, al río Tomata. Esta corriente nace como la unión de los ríos Cozalateno, Matequila y Tatahuicapa que dan origen al río Alseseca, el cual, aguas abajo, cambia de nombre a Tomata. Éste, a su vez, recibe aguas abajo a los ríos Jalacingo e Itzapa. Después de recibir aguas abajo al río Tomata, el Bobos-Nautla pasa por la población de Martínez de la Torre y recibe, por la margen derecha, al río Quilate, que a su vez tiene como afluente

al río Marta Ruiz y éste al Pedernales. A partir de la unión con el Marta Ruiz, a 4 km aguas abajo, aproximadamente, el río Bobos-Nautla recibe al río María de la Torre, uno de sus principales afluentes, el cual drena la parte poniente de la cuenca y cuenta asimismo con el río Cañas (Consoquico), como uno de sus principales tributarios. Aguas abajo del poblado El Pital, el río Bobos-Nautla recibe por la margen derecha al río Chapachapa y pasa en las inmediaciones de San Rafael y Nautla, para desembocar en el Golfo de México en la Barra de Nautla (CONAE, 1995).

A lo largo de todo este recorrido se identifica una gran variedad de flora y fauna nativa de la región. Esta biodiversidad resulta de la coexistencia de los ecosistemas con el río, como es el caso de la selva perennifolia con especies de amate, caoba y huapaque. Su fauna está compuesta por poblaciones de conejos, armadillos, tejones, aves y reptiles. Su clima es cálido-húmedo-regular con una temperatura promedio de 23.7 °C; su precipitación pluvial media anual es de 1 293.6 mm.

Río Jamapa

Nace en la Sierra Madre Oriental, en las vertientes del Pico de Orizaba, y se une a los ríos Cotaxtla, Huatusco y Totolapan. Tiene su desembocadura en el Golfo de México, al sureste del Puerto de Veracruz, en Boca del Río. Abastece a la laguna de Mandinga y recorre el territorio veracruzano a lo largo de 150 kilómetros (SRH, 1975). Este corredor cuenta, en general, con un clima cálido-regular, con una temperatura promedio de 25 °C; su precipitación pluvial media anual es de 1 694 mm. Los ecosistemas que coexisten en este río son el bosque alto o mediano tropical perennifolio con especies como el chicozapote, caoba y pucté (árbol de chicle). En éstos se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de armadillos, ardillas, conejos, tlacuaches, tejones, comadreas y zorrillos. El suelo es de tipo

regosol y se caracteriza por no presentar capas distintas y tonalidades claras; presenta susceptibilidad variable a la erosión. El mayor porcentaje de las tierras se utiliza en la ganadería y la agricultura.

Río Papaloapan

Nace en el estado de Oaxaca, donde recibe los nombres de Quiotepec, Vueltas y Tuxtepec. Su curso es de aproximadamente 445 km y desemboca al mar en Alvarado, Veracruz. Llega a alcanzar una anchura de 200 m, estrechándose luego en su parte final hasta los 100 metros. El río Papaloapan cuenta con la segunda cuenca hidrográfica más importante, en cuanto a su caudal, de la República Mexicana. Su longitud es de 900 km; a sus orillas habitan 1 950 mil personas en tres estados de la República que son: Puebla, Oaxaca y Veracruz (SRH, 1975). Las fuentes del Papaloapan son dos: el río Tehuacán en la sierra de Puebla y el Quiotepec en la alta Mixteca oaxaqueña, al unirse reciben la denominación de río Grande; algunos kilómetros aguas abajo se le une el río Salado, llamándose entonces Santo Domingo. Después, aguas abajo, recibe el afluente del río Valle Nacional y a partir de ese momento es conocido como el río Papaloapan.

En los límites de los estados de Oaxaca y Veracruz recibe las aguas del río Tonto, comenzando un lento descenso hacia el mar a través de las llanuras del Sotavento. Se convierte en un río de comportamiento viejo, con abundantes meandros, en los últimos 430 km sólo dispone de 90 metros para descender al mar.

En la alta cuenca del Papaloapan se tienen ríos de comportamiento “joven”, de montaña, con rápidos y desfiladeros. La baja cuenca con su lento y serpenteante cauce provoca inundaciones. Para prevenir inundaciones catastróficas se han construido dos enormes represas en los afluentes: el Tonto y el Santo Domingo. Sus embalses se comu-

nican y forman el lago artificial más grande de México.

Los principales problemas en este río son los cambios ecológicos que se originaron principalmente por la deforestación, la cual ha provocado el ensanchamiento del río y la elevación de su fondo; por lo que el río ha dejado de ser navegable. En la actualidad, la zona está densamente poblada y enfrenta serios problemas de contaminación de índole urbana, industrial y agrícola (CODEPAP, 2007).

Los climas de este río son cálido húmedo y semicálido húmedo con lluvias abundantes en verano y semicálido húmedo con lluvias en verano. Presenta temperaturas que oscilan entre 18 y 26 °C. La precipitación total anual varía de 1 500 a 4 500 mm. La actividad principal en esta cuenca hidrológica es la pesca y agricultura. Los tipos de vegetación que se benefician con este río son: selva alta perennifolia y subperennifolia; selva mediana subperennifolia; selva baja caducifolia; bosques de pino-encino, encino-pino y de pino; bosque mesófilo de montaña; acahual; matorral xerófilo y pastizal cultivado.

Río Coatzacoalcos

Nace en el corazón de la sierra de Niltepec, en Oaxaca, en la región del Istmo de Tehuantepec. La desembocadura del río Coatzacoalcos es el punto más meridional del Golfo de México y el que marca en línea recta hacia el Pacífico la parte más estrecha del Istmo de Tehuantepec. El mayor de sus afluentes es el río Uxpanapa y su curso se estima en 240 kilómetros.

Es un río abundante que alimenta principalmente el sur del estado de Veracruz. Avanza en dirección al oeste; en su recorrido se funde con los cauces del Jaltepec, el Chalchijalpa, el Chiquito, el Uxpanapa y el río de Las Calzadas. Sus aguas tributarias lo ubican como la cuarta corriente más cauda-

losa del país. Dos terceras partes de su longitud son navegables.

Los tipos de suelos por donde corre este río son lateríticos arcillosos, Acrisol y Luvisol. En la planicie se presentan los suelos Gleysol, Cambisol, Vertisol y Nitosol. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 25 °C. Su precipitación total anual varía de 1 500 a 2 500 mm. Las aguas de este río hacen que prospere la actividad ganadera, la industria lechera, la pesca y los cafetales.

La biodiversidad de este corredor fluvial incluye la vegetación siguiente: bosque mesófilo de montaña, de pino y de pino-encino en las partes altas; vegetación riparia, tular y popal en zonas inundables de la cuenca media; selva alta perennifolia y mediana subperennifolia en lomeríos; zonas de acahual en pastizales abandonados y pastizal cultivado. La problemática de este río se enmarca en lo siguiente: modificación del entorno, contaminación por agroquímicos y aguas residuales, uso y manejo inapropiados del recurso suelo y la introducción de especies de tilapia que ha causado una invasión en algunos cuerpos de agua, principalmente.

Para abatir y controlar lo anterior se requiere la ejecución de programas de conservación para preservar las zonas de selva alta y mediana, y controlar los procesos de azolvamiento en ríos (Conabio, 2008).

CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS ECOHIDROLÓGICOS

En el estado de Veracruz la cantidad y disponibilidad de agua de lluvia han disminuido sensiblemente debido a escurrimientos superficiales violentos y no controlados. La calidad del agua ha sido afectada por el arrastre de suelo, disolución de fertilizantes, insecticidas, desechos industriales y urbanos (Gobierno de Veracruz, 2005). Las especies anima-

les han emigrado a otros lugares e incluso han tendido a su extinción, debido a que las condiciones de los humedales y la biodiversidad natural han cambiado. Todo lo anterior ha sido causado, en gran medida, por la deforestación irracional, la práctica de sistemas agrícolas de monocultivo, la ganadería, las descargas industriales, el mal uso y manejo de los recursos suelo y agua, la falta de planeación para el establecimiento de los asentamientos humanos, la falta de tratamiento de las aguas residuales, ausencia de la aplicación de las leyes relacionadas con la protección del medio ambiente, entre otras.

Para mitigar los impactos negativos de los procesos contaminantes sobre el medio ambiente y, en particular, sobre los recursos hídricos, es necesaria la participación responsable de todos los niveles de gobierno, instituciones públicas y privadas, ONG, la industria y la sociedad en general para ejecutar todo tipo de acciones tendientes a la conservación de la disponibilidad y calidad de estos recursos. Lo anterior es requerido debido a que la calidad del agua se ha deteriorado en gran medida por la presencia de fuentes de contaminación puntuales y no puntuales dispersas dentro del estado. El 66 % de las cuencas hidrológicas se encuentran afectadas por descargas del tipo agroindustrial; se considera que los ríos cuentan con un importante grado de contaminación. Se pueden citar por lo menos tres problemas que requieren atención prioritaria (Gallina y Hernández, 2006):

1. La contaminación de cuerpos de agua por descargas sin tratamiento, provenientes de las agroindustrias, especialmente de los ingenios azucareros.

2. La falta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la mayoría de las ciudades y, especialmente, en las comunidades con menos de 50 000 habitantes (son 22 022 en el estado).

3. La falta de tratamiento de los efluentes de pequeñas industrias de tipo químico, tales como las galvanoplásticas, lo que promueve la contaminación por metales pesados de las aguas domésticas y de los ríos.

Para atender la problemática antes referida, se proponen las acciones siguientes:

1. Fortalecer las capacidades institucionales en materia de gestión ambiental, creando y desarrollando programas de capacitación para equipos técnicos y tomadores de decisiones.

2. Mejorar la capacidad operativa de las comisiones municipales de ecología y de los ayuntamientos, mediante la identificación y atención de sus necesidades de capacitación para apoyarles en la elaboración de sus agendas ambientales municipales.

3. Desarrollar un programa de becas para formar profesionales que atiendan problemas ambientales específicos de interés estatal.

4. Profesionalizar la actividad de los facilitadores y promotores ambientales, mediante cursos de capacitación y actualización.

5. Conformar una red de instituciones diseminadoras de información ambiental en el estado.

6. Establecer un acuerdo interinstitucional para difundir la estrategia veracruzana de educación ambiental en páginas de internet y en espacios de uso público (Gallina y Hernández, 2006).

7. Respetar la normatividad, como la que establece la NOM-001-SEMARNAT-1996 para el vertido de aguas residuales tratadas a los ríos. La mayor parte de las ciudades con más de 50 000 habitantes está en abierto desacato de esta norma, ya que no se da el tratamiento requerido a las aguas residuales.

Aunado a lo anterior, Landeros *et al.* (2007) propusieron las siguientes acciones: creación de una Secretaría del Agua, a nivel estatal; instrumentar de manera efectiva la aplicación de las leyes en materia de contaminación del agua; crear y modernizar la infraestructura hidroagrícola a nivel parcelario para incrementar la eficiencia en el uso y manejo del agua, a fin de rescatar las pérdidas de agua que actualmente ocurren (nuevas tecnologías de riego) y, en consecuencia, reducir el transporte de agroquímicos hacia cuerpos de agua receptores;

que los Consejos de Desarrollo Rural Sustentable de cada municipio norme, entre otras cosas, la aplicación de fertilizantes y agroquímicos en los sistemas de producción, tanto en su cantidad, frecuencia y forma de aplicación; desarrollo de fertilizantes orgánicos con base en los desechos agrícolas, para reducir el uso de fertilizantes químicos; no explotar los acuíferos por encima de la tasa de recarga; tratamiento de las aguas residuales; fomentar y consolidar la cultura del agua a través de los programas de educación primaria y secundaria, así como de programas de capacitación continua a la sociedad en general, dando énfasis en la no contaminación del agua; promover el establecimiento de estaciones de monitoreo ambiental e integración de una base de datos sobre el estado de la calidad del agua, mediante un sistema de información geográfica; elaboración de manuales que contengan la descripción de las “Mejores Prácticas de Manejo”, es decir, prácticas de cultivo capaces de reducir la contaminación del agua superficial y subterránea, así como el impacto en la salud humana y el ambiente en general, causados por la actividad agrícola y otras fuentes de contaminación; que se instrumenten programas complementarios orientados al financiamiento de proyectos sobre contaminación del agua y desarrollo de alternativas de mitigación de los impactos de este fenómeno; difundir la legislación y normatividad ambiental, poniéndose énfasis en los delitos ambientales que afecten la calidad del agua; e iniciar programas de reforestación y control de la erosión.

CONCLUSIONES

Es importante resaltar que la ecohidrología, como un nuevo paradigma, se enfoca al estudio y desarrollo de estrategias para conservar la interacción entre el agua y todos los componentes del ecosistema. Un aspecto importante de estudios en ecohidrología es la evaluación y predicción de la presencia de especies vegetales en relación con la hidrología. El estado de Veracruz cuenta con diferentes ecosistemas a lo largo y ancho de sus cuencas. La cuenca es la unidad física básica en la regulación del agua y es, además, una unidad fisiográfica difícil de delimitar. En el estado se tienen operativamente registradas tres cuencas, las cuales son: Cuenca del Tuxpan al Jamapa; Cuenca del río Papaloapan y Cuenca del río Coatzacoalcos. Éstas albergan subcuencas que cuentan con diversos corredores fluviales que presentan problemas de contaminación de diferente tipo y grado, los cuales han sido provocados por la agricultura, actividades petroleras y desechos tóxicos vertidos a fuentes puntuales y no puntuales. Lo anterior ha causado un impacto negativo importante en la biodiversidad de plantas y animales, y en la salud humana. Por lo tanto, es prioritario fomentar y continuar con la aplicación de políticas públicas que se orienten al cuidado y conservación de los recursos ecohidrológicos. Además, es necesario que la legislación existente, en materia de protección al ambiente y conservación de la biodiversidad, sea aplicada en tiempo y forma, a fin de preservar la calidad de los recursos bióticos y abióticos de los corredores fluviales. En particular, es esencial evitar o reducir la contaminación del agua superficial y subterránea, así como asegurar la disponibilidad de este recurso en estos hábitats para conservar la biodiversidad que en ellos existe.

LITERATURA CITADA

- ADAMS, R.H., Domínguez V., García L., 1999, Potencial de la biorremediación de suelo y agua impactados por petróleo en el trópico mexicano, *Terra* 17: 159-174.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA), 2002, *Compendio Básico del Agua en México: 2002*. México, 96 pp.
- , 2007, *Estadísticas del Agua en México*. 2ª reimpresión, editado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, ISBN 978-968-817-852-2.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE LA ENERGÍA (Conae), 1995, *Estudio hidrológico en el estado de Veracruz*.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD, 2008. Regionalización, consultado en: (<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>)
- CONSEJO DE DESARROLLO DEL PAPALOAPAN, 2007. Consultado en: (<http://www.codepap.gob.mx/codepapweb/main/consejo/historia/historia.htm>)
- DIARIO DE XALAPA, 2001, Millonarios recursos a carreteras, 1 de septiembre de 2002. sección A, p. 6.
- FITZPATRICK, F.A. y J.C. Knox, 2000, Spatial and temporal sensitivity of hydrogeomorphic response and recovery to deforestation, agriculture, and floods, *Physical Geography* 21: 89-108.
- GALLINA, T.S. y A. Hernández, 2005, *Diagnóstico de las principales problemáticas ambientales de Veracruz*, Foro Diagnóstico de Ciencia y Tecnología en Veracruz.
- GARCÍA, E., 1981, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), UNAM, 246 pp.
- GOBIERNO DE VERACRUZ, 2005, Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010.
- GUEVARA, S.S., Laborde, J. y Sánchez, G., 1999, *La Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, México*, UNESCO, 50 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), 2006, *Anuario de estadísticas por entidad federativa*, México, Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1999-2004.
- LANDEROS, S.C., R.S.L. Hernández, V.M.C. López y L.A. Ortega, 2000, *Pérdidas de nitrógeno (N-NO₃) proveniente de fertilizantes en los ingenios La Gloria y El Modelo del estado de Veracruz*, Avances de Investigación del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Tepetates, Veracruz, México.
- LANDEROS, S.C., J. C. Moreno-Secena, G.J.M. Palomares y C.M.R. Castañeda, 2007, *Contaminación del agua y su impacto en la salud humana*, Foro de consulta para el desarrollo rural sustentable, Veracruz, México.
- MAAS, J.M. y F. García-Oliva, 1990, La conservación de los suelos en las zonas tropicales: el caso de México, *Ciencia y Desarrollo* 25: 21-36.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, M., 2003, *Características estructurales de la Laguna de Tampamachocho, municipio de Tuxpan, Veracruz*, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, 56 pp.
- MORALES, M. y M. Méndez, 1997, *Diagnóstico sobre la seguridad integral de la cuenca del río Papaloapan*, tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana, México.
- MYERS, N., 1997, The world's forests and their ecosystem services, en G. Daily (ed.), *Natures Services: societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, Washington, D.C., pp. 215-235.
- PÉREZ, A. y A. Ortiz, 2002, Cambio de la cubierta vegetal y vulnerabilidad a la inundación en el curso bajo del río Papaloapan, Veracruz, Investigaciones Geográficas, UNAM, *Boletín del Instituto de Geografía* núm. 48, pp.90-105.
- PETERS, Jan, Vanessa Wieme y Pascal Boeckx, 2005, Monitoreo ecohidrológico en ecosistemas naturales y manejados en el sur de Chile, *Gayana Botánica* 2(62): 120-129.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (SARH), 1960-1978, Boletín hidrométrico de la

- cuenca del río Papaloapan, Comisión del Papaloapan, México.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP), 1997, *Veracruz. Historia y Geografía*, Tercer grado, México.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA (Semarnap), 2005, La cuenca hidráulica, *Boletín Técnico* 1999-2005.
- WANIELISTA, M., R. Kersten y R. Eaglin, 1997, *Hydrology: Water quantity and quality control*, 2ª ed., John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 567 pp.
- ZALEWSKI, M., G.A. Janauer y G. Jolankaj, 1997, *Ecohydrology: A New Paradigm for the Sustainable Use of Aquatic Resources*, Technical Documents in Hydrology 7, UNESCO, Paris.

ESTUDIO DE CASO

ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO LA ANTIGUA, VERACRUZ

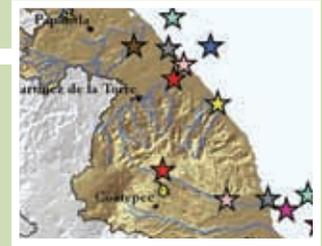
Octavio Ruiz Rosado

Se presenta un ejemplo de interés en ecohidrología en Veracruz, que considera aspectos sociales, económicos y ecológicos para coadyuvar a los tomadores de decisión en los planes de desarrollo estatal, regional o municipal (Morales y Méndez 1997). El objetivo general del estudio fue evaluar la calidad del agua del río La Antigua en el estado de Veracruz, desde la localidad de Barranca Grande hasta su desembocadura al Golfo de México. Los resultados analíticos de la primera campaña son: la corriente principal (desde Barranca Grande hasta el Puente de la Autopista en la población de La Antigua) y los afluentes ríos Hueyapan, Los Pintores, Pixquiác y Sordo presentan problemas de contaminación química y biológica, tales como: *a*) coliformes fecales; *b*) nitrógeno amoniacal; *c*) grasas y aceites; *d*) nitratos en la corriente principal (en Barranca Grande, El vado del Puente Los Pescados y en Carrizal). En la segunda campaña rebasó los límites permisibles al igual que el río Los Pintores: *a*) SAAM (detergentes), su concentración está en el límite permisible; *b*) adicionalmente presentan problemas con coliformes totales en todo su cauce; *c*) los ríos Los Pintores, Pixquiác y Sordo presentan problemas con fósforo total, turbidez y color, y *d*) finalmente, el río Los Pintores presenta problemas con DQO, DBO₅, sólidos suspendidos totales. La presencia de estos contaminantes hace no aptas estas corrientes para: la protección de la vida acuática; uso recreativo con contacto primario, y abastecimiento de agua potable. Se encontró que las descargas municipales, como la de Jalcomulco, no cumplen con los límites permisibles establecidos en la NOM-001-ECOL-1996 en lo referente a: coliformes fecales; huevos de helmintos; grasas y aceites; DBO₅ y sólidos suspendidos totales. La descarga del Ingenio de Mahuixtlán no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-ECOL-1996 sobre coliformes fecales y DBO₅. Asimismo, la descarga de Nestlé no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-ECOL-1996 respecto de coliformes fecales.

Con base en los resultados obtenidos, y para mejorar la calidad del agua de la cuenca, se recomienda: *a*) hacer que las industrias ubicadas en la región cumplan con la normatividad existente, y *b*) establecer los sistemas de tratamiento de aguas residuales requeridos en los municipios de Xalapa y Coatepec, los cuales contaminan los ríos Sordo, Pixquiác y Los Pintores, así como para los pequeños poblados localizados en la ribera del río Los Pescados y sus afluentes.

MORALES, M. y M. Méndez, 1997, *Diagnóstico sobre la seguridad integral de la cuenca del río Papaloapan*, tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana, México.

La biodiversidad pesquera y acuícola: su preservación a través de sistemas de calidad



Fabiola Lango Reynoso
María del Refugio Castañeda Chávez

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz posee un extenso litoral, 41 grandes ríos con una longitud aproximada de 1 118 km y 116 mil hectáreas de lagunas costeras, recursos que ofrecen innumerables posibilidades para actividades pesqueras y de acuicultura (SAGARPA, 2002). En estos ecosistemas, las pesquerías de atún, tiburón y raya, jaiba, camarón, cangrejo y acocil, langostino, pulpo, almeja, caracol y la pesquería del ostión, así como las principales actividades acuícolas enfocadas al cultivo de tilapia, trucha, tortuga, robalo, lisa y camarón, integran la biodiversidad pesquera y acuícola del estado.

Los diagnósticos realizados a través de la aplicación del sistemas de calidad, basados en los manuales de buenas prácticas (MBP), a productos pesqueros y acuícolas en el estado de Veracruz, indican que en estos sectores no se han implementado sistemas de calidad como una herramienta de trabajo para asegurar la inocuidad de los productos, a diferencia de los sectores agrícola y pecuario

(Sagarpa, 2005). Por lo anterior, el presente tópico pretende dar a conocer la importancia de la implementación del sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points), no sólo como una herramienta que permite el cuidado y mejoramiento de la calidad de los procesos productivos de los organismos obtenidos de la pesca y la acuicultura, sino también como un instrumento que permite proponer la recuperación, conservación y uso de una gran diversidad de especies acuáticas nativas que existen en el estado de Veracruz, y que a su vez permite normar el uso de especies introducidas para la actividad acuícola, como lo es la tilapia.

BIODIVERSIDAD PESQUERA Y ACUÍCOLA

El estado de Veracruz se caracteriza por su gran patrimonio y diversidad de recursos hídricos, especialmente en la zona costera, en donde se distribuyen numerosos ecosistemas complejos como lagunas, ríos y estuarios. Éstos interactúan entre sí, generan y sos-

tienen una importante biodiversidad biológica, desde la base de la cadena alimenticia, con el fitoplancton, hasta los consumidores terciarios, los cuales favorecen el desarrollo ambiental, social, productivo y económico de Veracruz. En este estado existe una gran riqueza acuática, perteneciente al grupo de los moluscos, peces y crustáceos; de estos tres grupos, una proporción importante incluye a las especies de importancia comercial y económica, clasificadas den-

tro de este documento como pesqueras y acuícolas. La biodiversidad pesquera está clasificada en las siguientes pesquerías: atún, tiburón y rayas, jaiba, camarón, cangrejo y acocil, langostino, pulpo, almeja, caracol y ostión. Existe una amplia diversidad de especies acuícolas que están enfocadas a los diferentes cultivos de tilapia, trucha, tortugas dulceacuícolas y encierros rústicos de robalo, lisa y camarón, como se observa en las figuras 1 y 2 (Sagarpa, 2002).

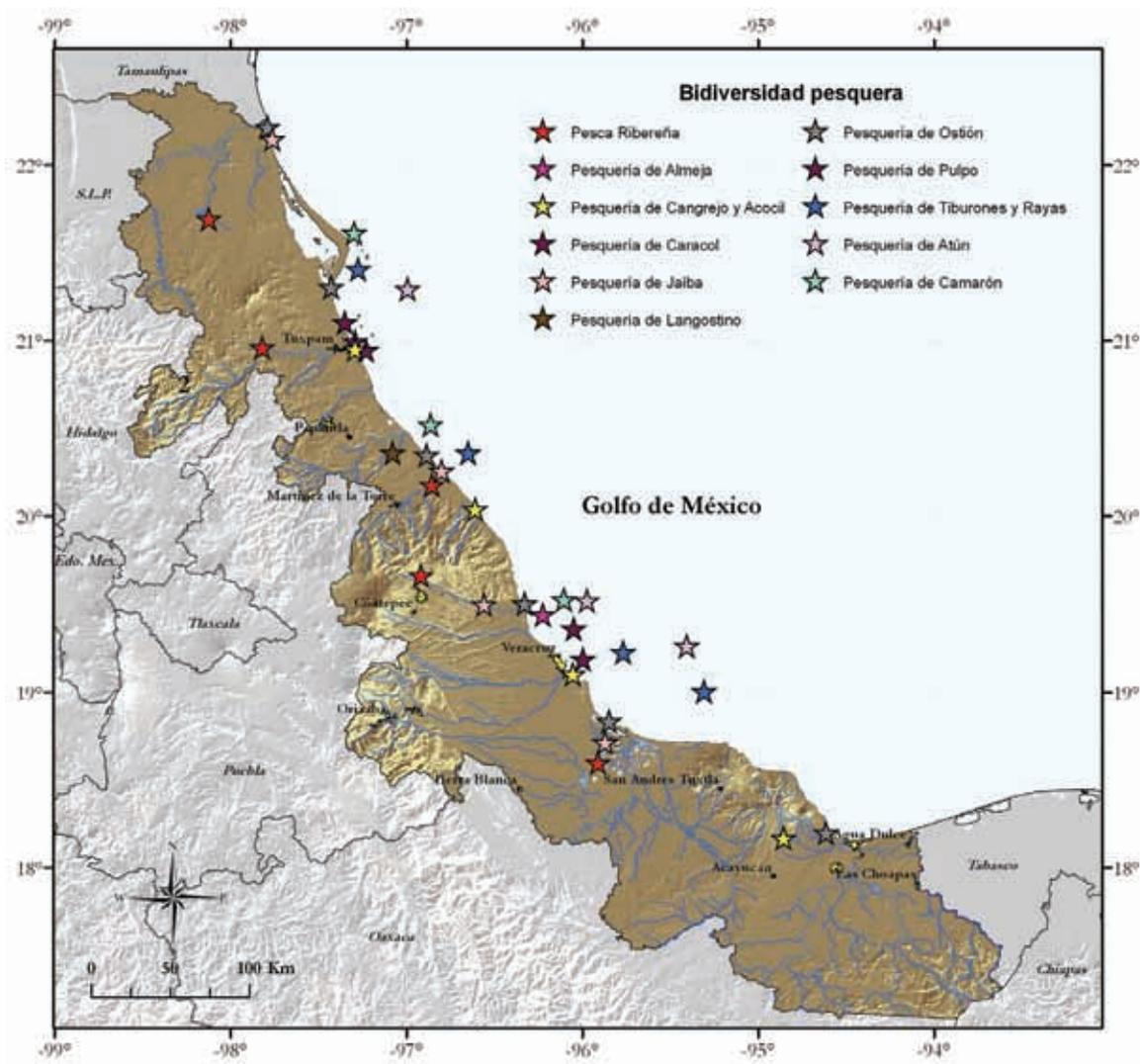


FIGURA 1. Biodiversidad pesquera del estado de Veracruz (Sagarpa, 2002).

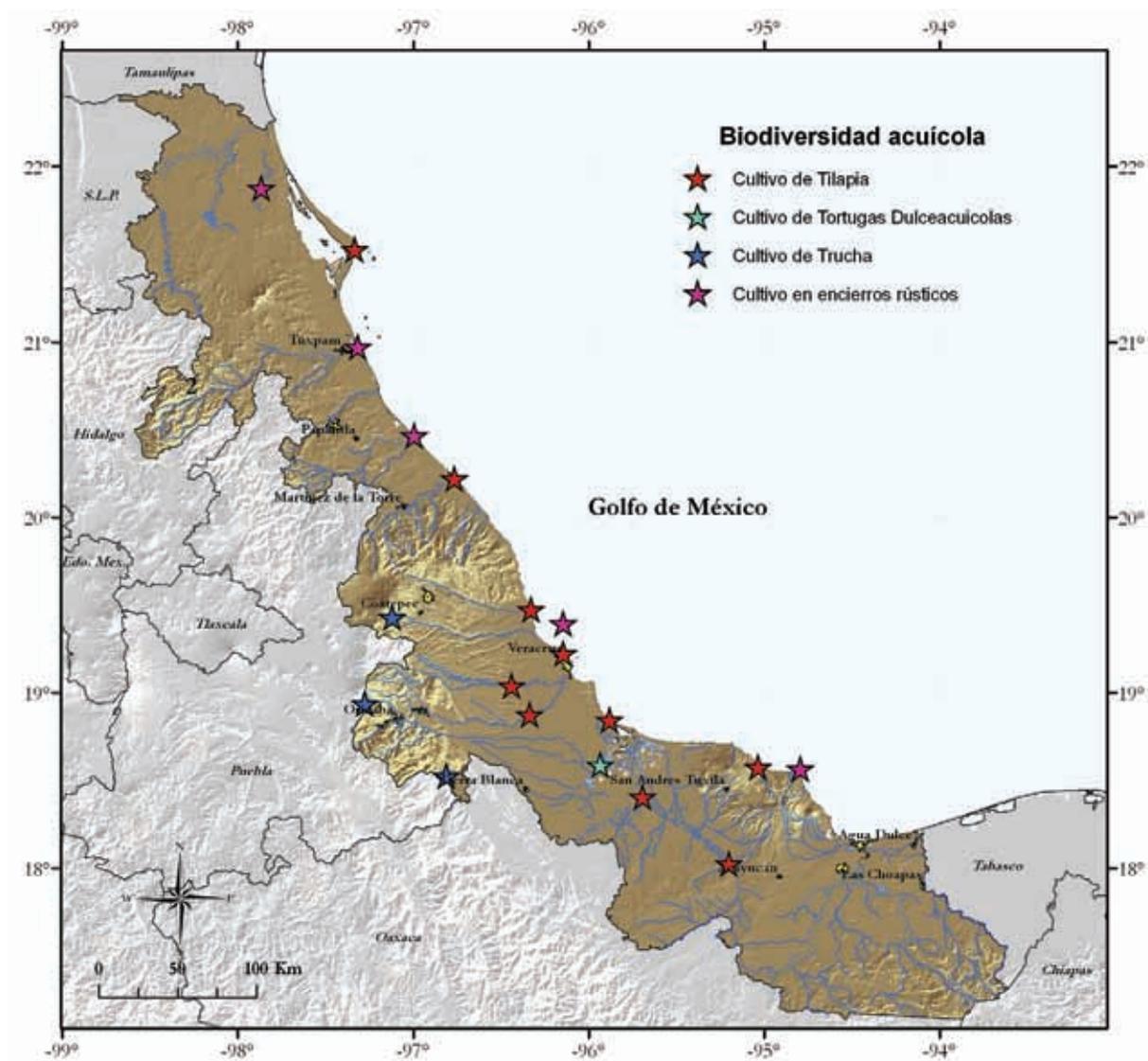


FIGURA 2. Biodiversidad acuícola del estado de Veracruz (Sagarpa ,2002).

BIODIVERSIDAD PESQUERA

La producción pesquera en el estado ha alcanzado niveles del orden de 150 000 t en la última década, con un valor de 906 millones de pesos, cifras que colocan a Veracruz en el tercer lugar a nivel

nacional. La diversidad de estos recursos pesqueros está plasmada en los registros estadísticos que incluyen a la pesca ribereña enfocada a las siguientes especies (Quiroga *et al.*, 2002) (cuadro 1):

CUADRO 1. Especies de pesca ribereña en el estado de Veracruz

NOMBRE DE LA ESPECIE		OBSERVACIONES
Dulceacuícolas	Carpa (familia Ciprinidae), mojarra (familia Cichlidae y género Cichlasoma), Lisa y lebrancha (<i>Mugil cephalus</i>), Topote (<i>Dorosoma petenense</i>).	Se distribuyen a lo largo del estado de Veracruz, el topote es una pesquería localizada en el Lago de Catemaco, Veracruz.
Estuarinas	Robalo blanco (<i>Centropomus undecimalis</i>), chucumite (<i>C. parallelus</i>), mojarras (familia Gerridae), naca (<i>Dormitator maculatus</i>) y robalo prieto (<i>Centropomus poeyi</i>).	Se reproducen en el mar, en áreas someras situadas frente a desembocaduras de ríos y realizan varios desplazamientos cortos mar-laguna-ríos, durante su crecimiento.
Marinas	Sierra (<i>Scomberomorus maculatus</i>) y peto (<i>S. cavalla</i>), huachinango, pargo, besugo y cherna, mero, negrilla, abadejo y cabrilla.	Estas son pelágicas como las de la familia Scombridae o especies demersales, representadas principalmente por las familias Lutjanidae y Serranidae.
Estenohalinas	Barracuda (<i>Sphyraena barracuda</i>), sierra (<i>Scomberomorus maculatus</i>), cinta (<i>Trichiurus lepturus</i>), palometa (<i>Peprilus paru</i>), papelillo (<i>Selene comer</i> y <i>S. setapinnis</i>), jurel blanco (<i>Caranx latus</i>), algunas especies de pargo (<i>Lutjanus</i> sp.), boquilla (<i>Haemulon plumero</i>), payaso o sargento (<i>Anisotremus virginicus</i>), cabrilla (<i>Epinephelus guttatus</i> y <i>E. adscensionis</i>), doradilla (<i>Urbina coroides</i>) y el conejo (<i>Lagocephalus laevigatus</i>).	Estas especies sólo toleran aguas marinas y penetran a los estuarios en épocas de sequía, cuando la salinidad es similar a la marina.
Eurihalinas	Sábalo (<i>Megalops atlanticus</i>), macabí (<i>Elops saurus</i>), anchoveta (<i>Albula culpes</i>), bagre (<i>Arius felis</i>), chile (<i>Synodus foetens</i>), palometa (<i>Trachinotus</i> sp.), jurel aleta amarilla (<i>Caranx hippos</i>), algunos pargos (<i>Lutjanus</i> spp.), gurrubata (<i>Pomadasy crocro</i>), mojarra (<i>Eucinostomus melanopterus</i>), mojarra rayada (<i>Eugeres plumero</i>), sargo (<i>Archosargus probatocephalus</i>) y corvina (<i>Cynoscion arenarius</i> y <i>C. nebulosus</i>).	Son especies marinas con capacidad para tolerar cambios de salinidad; sin embargo, su ciclo de vida no está relacionado obligatoriamente con la penetración a los sistemas acuáticos.

Históricamente, Veracruz ha sido el estado más importante en la captura de tiburón en el Golfo de México, con el 28.5 % de la producción reportada. En el año 2001 fue de 23 t, proveniente de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tuxpan, Barra de Cazones, Chachalacas, Casitas, Veracruz, Alvarado, Tecolutla y Coatzacoalcos. Esta producción está representada por una diversidad de 57 especies de elasmobranchios, de los cuales 36 son tiburones y 21 son rayas y mantas (Schaldach *et al.*, 1997). En el estado de Veracruz, se captura el 24.9 % de rayas y mantas, lo que significa una producción de 500 t, reportadas en el año 2001. En el cuadro 2, se presentan las pes-

querías de importancia económica en el estado (Fuentes *et al.*, 2002).

NORMATIVIDAD PESQUERA

La normatividad existente para regular la explotación pesquera considera las características propias de la pesquería, el objetivo de dicha extracción, periodos de veda, intensidad de pesca, talla mínima de captura, características de arte de pesca, entre otros aspectos, los cuales se encuentran vigentes en el estado de Veracruz, de acuerdo a las normas

NOM-009-PESC-1993, NOM-059-ECOL-2001, NOM-016-PESC-1994, NOM-017-PESC-1994 y NOM-023-PESC-1996.

BIODIVERSIDAD ACUÍCOLA

En el estado de Veracruz existe una amplia diversidad de especies acuícolas que están enfocadas a los diferentes cultivos de tilapia, trucha y tortugas dul-

ceacuícolas en unidades productivas comerciales (cuadro 3) y encierros rústicos, en los cuales se producen especies de peces que utilizan los sistemas fluvio-lagunares como áreas naturales de crianza y/o alimentación. A esta categoría pertenecen el robalo (*Centropomus undecimalis*), lebrancha (*Mugil curema*), guabino (*Gobiomorus dormitor*), lisa (*Mugil cephalus*) y sargo (*Archosargus probathocephalus*). Además de peces residentes permanentes, donde se incluyen especies como la mojarra

CUADRO 2. Pesquerías de importancia económica en el estado de Veracruz.

PESQUERÍA	ESPECIES	CARACTERÍSTICAS
Atún	Atún de aleta amarilla (<i>Tunnus albacares</i>)	La pesquería del atún en el estado de Veracruz se enfoca al atún aleta amarilla y se desarrolla en los puertos de Tuxpan y Veracruz. La captura se realiza en el Golfo de México con anzuelo, mostrando un aumento de la producción de 729 857 t en 1997 a 1 515 360 t en el año 2001 (González <i>et al.</i> , 2002).
Camarón	Camarón blanco (<i>Litopenaeus setiferus</i>)	La zona norte del estado de Veracruz aporta el 61% de la captura de esta especie y corresponde a las aguas interiores (Schultz Ruiz <i>et al.</i> , 2002).
	Camarón café (<i>Farfantepenaeus aztecus</i>)	Se captura en la zona sur del estado y representa el 39 % del total de captura (Schultz Ruiz <i>et al.</i> , 2002; Palomarez, 2005).
Jaiba	Jaiba gringa o jaiba azul (<i>C. sapidus</i>) y la jaiba café (<i>C. similis</i>)	Se encuentran en la parte baja de los ríos y lagunas costeras del estado, como la laguna de Alvarado, La Mancha, San Martín, Tamiahua, del Ostión, Salada, San Marcos, del Lodo, La Costa, Pueblo Viejo, estero El Ingenio, río Papaloapan, río Cazones, río Jamapa, río Tancochín, entre otros.
Cangrejo y acocil	Cangrejos del género <i>Cardisoma</i> , <i>Ucides</i> y <i>Menippe</i> Acocil (<i>Procambarus acanthophurus</i>)	Los cangrejos azules o de tierra (<i>Cardisoma guanhumi</i>) son apreciados a nivel nacional e internacional. Entre otras especies de menor importancia se encuentran el cangrejo moro (<i>Ucides cordatus</i>), y el cangrejo moro o cangrejo de piedra (<i>Menippe mercenaria</i>). La captura de estos organismos se intensifica en época de lluvias. De las especies de acociles o cangrejos de río existentes en Veracruz, sólo el <i>P. acanthophurus</i> es de importancia comercial en el estado (Loran y Martínez, 2002a).
Langostino	<i>Macrobranchium carcinus</i> (langostino, acamaya, camarón de río o langostino real) <i>M. heterochirus</i> (camarón manudo o camarón amarillo) <i>M. acanthurus</i> (camarón prieto)	La comercialización de la acamaya y camarón a menudo es en fresco y con concha; el camarón prieto se comercializa en fresco con concha, cocido con concha o cocido en pulpa (Loran y Martínez, 2002b). No existen reportes estadísticos de su producción.
Pulpo	Pulpo común (<i>Octopus vulgaris</i>), pulpo malarío (<i>O. macropus</i>) y pulpo mariposa (<i>O. hummelinckey</i>)	El pulpo común es la especie más importante por su volumen de captura y por su talla que llega a rebasar el kilogramo. Las capturas comerciales de pulpo en el litoral veracruzano están compuestas en más del 90 % por el pulpo común, y menos del 10% por el llamado pulpo malarío. En forma esporádica aparecen ejemplares del pulpo mariposa (Hernández <i>et al.</i> , 2002).
Almeja	Almeja gallito (<i>Rangia cuneata</i>), almeja negra (<i>Polymesoda caroloneana</i>) y la almeja casco (<i>Rangia flexuosa</i>)	En orden de abundancia y valor comercial éstas representan el 77.4 % de la producción del Golfo de México con 1 600 t (Sagarpa, 2002).
Caracol	Caracol canelo (<i>Strombus pugilis</i>)	En el Golfo de México esta pesquería representa el tercer lugar de producción con un 11.8 %, equivalente a 100 t, aproximadamente, la cual está por debajo de los estados de Quintana Roo y Campeche con producciones de 17.3 % y 68.7 %, respectivamente (Sagarpa, 2002).
Ostión	Ostión americano (<i>Crassostrea virginica</i>)	La producción de esta especie, reportada en el año 2001, es de 25 000 t y se ubica en el primer lugar de la región Golfo con 47 %, seguida por la que se obtiene en Tabasco, Tamaulipas y Campeche, con el 40.7, 7.8 y 4.5 %, respectivamente (Galaviz, 2003).

encartada (*Cichlasoma urophthalmus*), mojarra guapota (“*Cichlasoma fenestratum*”), ronco amarillo (*Conodon nobilis*), ronco blanco (*Bairdiella* sp.), tilapia (*Oreochromis* sp.), mojarra tenguayaca (*Petenia splendida*) y ronco negro (*Bairdiella* sp.). Asimismo se cultivan crustáceos como el camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*) y jaiba (*Callinectes* spp., *C. sapidus*), jaiba gringa o jaiba azul y la jaiba café (*C. similis*) (Ricarte, 2004).

La biodiversidad pesquera y acuícola del estado de Veracruz aporta 9.5 % del mercado nacional, con una producción de 105 390 t que han generado, aproximadamente, un millón de pesos (Sagarpa, 2002).

Con el objetivo de conservar y preservar la biodiversidad pesquera y acuícola en la región, y apoyar la economía de ésta, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca creó, en el año 2004, el fondo de reconversión pesquera del Golfo de México para impulsar y capitalizar dicha actividad. Es a

partir del año 2005 que se han apoyado 95 proyectos productivos de acuicultura, maricultura y pesca, con una inversión por proyecto de hasta dos millones de pesos; 35 proyectos productivos para el desarrollo de infraestructura comercial hasta por dos millones de pesos por proyecto, y 75 proyectos de formulación de estudios de viabilidad técnica, financiera y ambiental, hasta por 150 mil pesos por proyecto. Con esto, el gobierno de México marcó como prioridad la implementación de políticas orientadas al desarrollo sustentable de las actividades acuícolas y pesqueras (Sagarpa, 2005).

Dichos proyectos tienen como finalidad el abastecimiento de proteína de alta calidad, la generación de empleos y la protección de la población humana contra enfermedades causadas por la contaminación de alimentos. De tal manera que se mejore la competitividad comercial de los productos derivados de la biodiversidad acuícola y pesquera de México.

CUADRO 3. Especies acuícolas en unidades productivas comerciales.

ESPECIE	TIPO DE PRODUCCIÓN	IMPORTANCIA
Tilapia	275 unidades de producción comercial y 427 de autoconsumo, en una superficie de 13 457.31 ha.	Las principales variedades de tilapia cultivadas en el estado son: Rocky mountain o <i>Aurea</i> blanca, tilapia roja de Florida, <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>O. niloticus</i> rosa, <i>O. Mossambicus</i> roja y la <i>O. spp.</i> A partir del año 2001, se propuso una nueva población para el cultivo, esto es, la tilapia sintética llamada “El Pargo – UNAM” (de Rocky mountain, <i>O. niloticus</i> y tilapia roja de Florida) (Muñoz y Garduño, 2003).
Trucha	99 unidades de producción comercial y 56 de autoconsumo alojadas en 4.78 ha.	La especie que se cultiva en la zona centro del estado de Veracruz es la trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>). El estado cuenta con dos centros de producción de crías, ubicados en las poblaciones de Matzinga y Los Amates (Sagarpa, 2002).
Tortugas dulceacuícolas	Comercial y de conservación.	Se encuentran en el estado de Veracruz, son el pochitouque negro, montera (<i>Kinosternon acutum</i>), casquito, galápago (<i>K. Herrerai</i>), chachagua, pochitoque (<i>K. leucostomun leucostomun</i>), casquito (<i>K. scorpioides cruentatum</i>), chopontil, taimán, taimame, joloque (<i>Claudius angustatus</i>), tortuga tres lomos, guao, guaruso (<i>Staurotypus triporcatus</i>), tortuga blanca (<i>Dermatemys mawii</i>), tortuga pinta (<i>Trachemys scripta cataspila</i>), tortuga pinta, jicotea (<i>T. Scripta venusta</i>), y la mojina, tortuga payaso, montera (<i>Rhinoclemmys areolata</i>) (Aguirre y Cázares, 2002).

SISTEMAS DE CALIDAD

Lo anterior ha originado que el sector productivo incremente la oferta de organismos que provienen de unidades de extracción pesquera (UEP) y unidades productivas acuícolas (UPA), en las que se implementan sistemas de calidad e inocuidad de los productos acuícolas y pesqueros.

Específicamente, los diagnósticos realizados a las UEP y UPA a través de la aplicación de la normatividad vigente descrita en los manuales de buenas prácticas (MBP) para el diseño del sistema de calidad en el estado de Veracruz, indican que en estos sectores no ha sido implementado como una herramienta de trabajo para asegurar la inocuidad de los productos alimenticios, a diferencia de los sectores agrícola y pecuario. Lo anterior ha dado como resultado un impacto negativo en la conservación y sustentabilidad de la biodiversidad pesquera y acuícola (Sagarpa, 2005).

A partir del 10 de julio de 2001, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), adquirió competencia en materia de inocuidad de alimentos, contenida en su reglamento interior. En éste se establecen atribuciones específicas para el Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Seenasica). Para el desarrollo de estas atribuciones, se estableció el Plan Maestro de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquero, donde se describen las acciones de los distintos eslabones de la cadena productiva de los alimentos de origen agropecuario, acuícola y pesquero. Lo que promueve tanto la aplicación como la certificación de sistemas de reducción de riesgos, tales como: buenas prácticas agrícolas (BPA), buenas prácticas pecuarias (BPP), buenas prácticas de producción acuícola (BPPA), buenas prácticas de manufactura o de manejo (BPM), procedimientos operacionales de sanitización estándar (POES) y el sistema HACCP.

Con base en lo anterior se generaron, como guías de trabajo, cuatro manuales: Manual de Bue-

nas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón, Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos, Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en el Procesamiento Primario de Productos Acuícolas, y el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha. No obstante que a nivel internacional, Estados Unidos, Canadá y la Comunidad Económica Europea buscan continuamente reducir los riesgos a la salud humana por el consumo de productos no inocuos de la pesca y la acuicultura. Estos países han desarrollado tecnologías innovadoras para el control de la calidad por medio de sistemas HACCP que contempla una certificación de los organismos desde la zona de cultivo o captura, hasta su procesamiento y comercialización, lo que garantiza un producto final de alta calidad.

La implementación de sistemas HACCP en las actividades pesqueras y acuícolas, analiza la problemática considerando los aspectos físico-químicos y biológicos, lo que permite identificar puntos críticos en la biología y fisiología de los organismos que conforman la biodiversidad acuícola y pesquera del estado. Lo anterior, a su vez, facilita el tomar acciones en el control de estos puntos críticos, como es la sobreexplotación, la contaminación, el inadecuado manejo pesquero y acuícola, y los impactos meteorológicos en cada una de las etapas del proceso productivo, como son: pesca o cultivo, captura o recolección, transporte, procesamiento o transformación, y comercialización.

El concepto del HACCP se basa en el principio de que es más efectivo confiar en un método que anticipe posibles riesgos, y no enfrentarse a los efectos que modifican o alteran el proceso productivo. Ha sido aplicado en diferentes sectores industriales con resultados exitosos (cuadro 4), obteniendo productos de calidad, competitivos en los mercados nacionales e internacionales. El HACCP se divide en tres etapas (A, B, C) que identifican los puntos críticos a través de un árbol de decisiones (figura 3).

CUADRO 4. Área de aplicación del HACCP en la producción de diferentes productos alimenticios.

EMPRESA	PRODUCTO	ÁREA	REFERENCIA
Sea Grant, Florida.	Almeja	Procesamiento	Steven y Garrido, 1995.
University of California, Davis, CA.	Mejillón	Procesamiento	Price <i>et al.</i> , 1996.
University of California, Davis, CA.	Ostión	Procesamiento	Price <i>et al.</i> , 1996.
U.S. Pork	Cárnicos	Proceso de producción	U.S. Meat, 1999.
Avicultores de Colombia	Cárnicos	Proceso productivo y comercialización	Paculli y Varón, 1999.
Viña Canepa e Hidalgo, 2002.	Vinos	Producción	Barisione

ETAPAS DEL HACCP

A. Estudio preliminar

Paso 1: Información general.

Paso 2: Descripción del producto y del método de producción, distribución y conservación.

Paso 3: Identificar el uso final y tipo de población de destino.

Paso 4: Desarrollo del diagrama de flujo de la granja.

B. Análisis de riesgos e identificación de puntos críticos

Paso 5: Establecer la hoja de trabajo.

Paso 6: Identificar los riesgos potenciales asociados con cada producto.

Paso 7: Identificar los riesgos potenciales asociados con cada proceso.

Paso 8: Análisis de riesgos (implementación).

Paso 9: Determinar si el riesgo potencial es significativo.

Paso 10: Identificar los Puntos Críticos de Control (PCC).

C. Formulario del sistema HACCP

Paso 11: Establecer el formulario del sistema HACCP.

Paso 12: Establecer los límites críticos de cada medida preventiva.

Paso 13: Establecer los procedimientos de vigilancia (monitoreo), esto es: qué/cómo/frecuencia/ quién.

Paso 14: Establecer las medidas correctivas.

Paso 15: Establecer un sistema de registros.

Paso 16: Establecer los procedimientos de verificación.

Un ejemplo de la aplicación del plan HACCP es el que actualmente se aplica para moluscos bivalvos (Steven y Garrido, 1995; Price *et al.*, 1996), ya que los países donde han sido diseñados cuentan con zonas certificadas de producción que respaldan la calidad sanitaria del producto cultivado. En el Golfo de México no existen zonas certificadas o acreditadas para tal efecto, lo que genera la necesidad de implementar el HACCP en el manejo sustentable de la ostricultura y su interacción con la biodiversidad en los ecosistemas, con el objetivo de identificar los puntos críticos a los que es sometida la producción de este recurso y dar soluciones donde se apliquen acciones, para incrementar su aprovechamiento.

El HACCP no sólo es una herramienta que permite la prevención y mejoramiento de la calidad de los procesos productivos de los organismos obtenidos de la pesca y la acuicultura, sino que también es un instrumento que propone la recuperación, conservación y uso de la gran diversidad de especies acuáticas nativas que existen en el estado de Veracruz. Este proceso de control de calidad, a su vez,

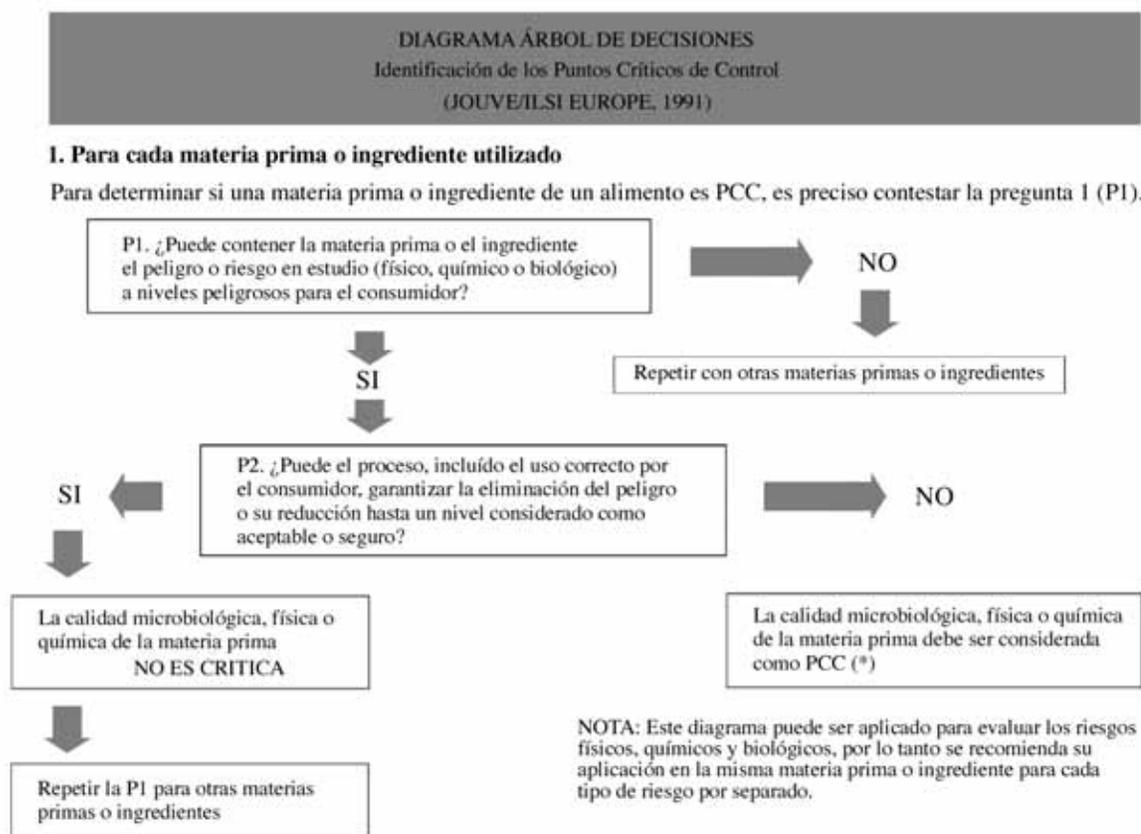


FIGURA 3. Diagrama de árbol para la toma de decisiones dentro del HACCP (HACCP, 1999).

regula el uso de especies introducidas para la actividad acuícola, como es el caso de la tilapia. El proceso también contempla el uso de instrumentos de verificación, basados en normas y códigos que los productores y exportadores del sector acuícola y pesquero deben cumplir en términos de sanidad e inocuidad acuícola y pesquera. Los productores y exportadores deben, además, procurar la protección ambiental y el cuidado de la biodiversidad en los diferentes ecosistemas, mediante la implementación de los programas de buenas prácticas y sistemas de calidad, desde la producción primaria o manejo de la biodiversidad, hasta su comercialización.

La actividad acuícola en el estado de Veracruz, por sus características climáticas y su estratégica ubicación, se promueve como una alternativa de producción desde 1973 a través de agencias gubernamentales, con la creación de centros de producción de crías de tilapia. Lo que ha generado que se establezcan unidades de producción acuícola (UPA) con diferente nivel de manejo y producción (Hernández *et al.*, 2002), repartidas en 153 municipios de los 210 con que cuenta el estado de Veracruz, divididos en tres zonas (cuadro 5) en donde el tipo de instalación varía en función del ingreso económico y de la experiencia en el cultivo (figura 4).

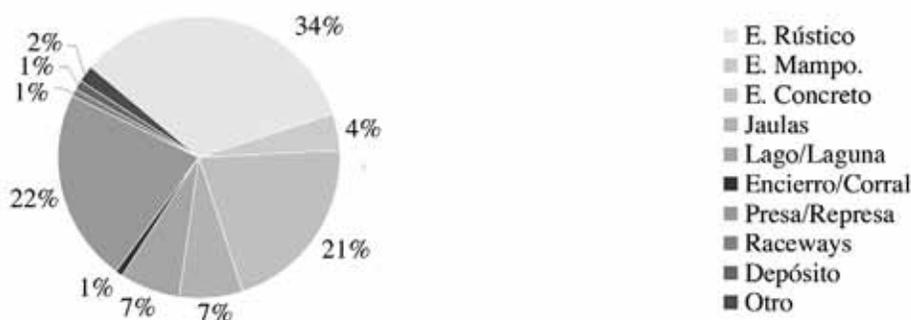


FIGURA 4. Clasificación de instalaciones acuícolas en el estado de Veracruz (Cervantes y Platas, 2004).

CUADRO 5. Municipios con actividad acuícola, UPA, porcentaje estatal y municipios con mayor actividad acuícola por zonas en el estado de Veracruz (Cervantes y Platas, 2004).

De 210 municipios con que cuenta el estado de Veracruz, en 141 de ellos se realiza la actividad acuícola, con un total de 1 145 UPA			
ZONA NORTE	ZONA CENTRO	ZONA SUR	ZONA NO IDENTIFICADA
34 Municipios 242 UPA 22.36 %	72 Municipios 533 UPA 47.36 %	38 Municipios 335 UPA 25 %	8 Municipios 35 UPA 5.26 %
Panuco (46 UPA = 9.91 %)	Xico (70 UPA = 13.13 %)	Las Choapas (38 UPA = 11.34 %)	Uxpanapa (16 UPA = 45.71 %)
Cazones (24 UPA = 9.91 %)	Coatepec (33 UPA = 6.19 %)	Acayucan (34 UPA = 10.14 %)	Ixhuatlán (6 UPA = 17.14 %)
Tempoal (20 UPA = 6.26 %)	Huatusco (31 UPA = 5.8 %)	Minatitlán (32 UPA = 9.55 %)	

La actividad acuícola se ha realizado hasta la fecha sin un plan estratégico de desarrollo a largo plazo que contemple sus necesidades desde el punto de vista de planificación económica, gestión de la producción, gestión de calidad e inocuidad de la producción, de los sistemas de comercialización y la relación empresa-ciencia. Actualmente, la aplicación de los sistemas HACCP en la producción acuícola estatal se realiza como resultado de la relación empresa-ciencia, a nivel de diagnóstico en las granjas de tipo rural y en una mínima proporción en las de tipo empresarial (Hernández *et al.*, 2002), en las que se han identificado como un punto crítico los sistemas de abastecimiento de agua para la actividad

acuícola, ya que éstos reciben el impacto directo de las actividades antropogénicas, industriales y turísticas que se desarrollan en las zonas aledañas a los sistemas de cultivo.

LITERATURA CITADA

AGUIRRE, G. y E. Cázares, 2002, *Tortugas dulceacuícolas del Estado de Veracruz: Un recurso para conservar y aprovechar*, Instituto de Ecología ISBN 970-709-001-4., p. 12.
 BARISIONE, W.M., Hidalgo, B.P., 2002, *Propuesta HACCP para Viña Canepa*, Portal Silvoagropecuario de Chile, Website: (www.agronegocios).

- BERTULLO, E., N. Avdalov, y A. Ripoll, 1999, *Manual sobre el Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP)*, Instituto de Investigaciones Pesqueras, INFOPE.
- CERVANTES, T.M., Platas, P.L., 2004, *Estadísticas de la actividad acuícola en el estado de Veracruz, México*, Memorias del XI Congreso Latinoamericano de Acuicultura 23-26 de noviembre del 2004, Villahermosa, Tabasco, México.
- FUENTES MATA, P., C.M. Rodríguez Mouriño, R.M. Loran Núñez, N. García Hernández, F.A. Escudero González y V.S. Echevarría Reyes, 2002, Pesquería de Tiburones y Rayas, en P. Guzmán, Amaya, C. Quiroga Brahm, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de la Pesca, pp.187-194.
- GALAVIZ VILLA, Itzel, 2003, *Estudio de la calidad sanitaria del ostión Crassostrea virginica (Gmelin, 1791) de los sistemas lagunares de Alvarado y La Mancha, Veracruz; mediante el Método de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos (ARICPC O HACCP)*, maestría en Ciencias en Acuicultura, Instituto Tecnológico del Mar núm. 01, 150 pp.
- GONZÁLEZ ANIA, L.V., P.A. Ulloa Ramírez y P. Arenas Fuentes, 2002, Pesquería del Atún, en P. Guzmán, Amaya, C. Quiroga Brahm, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de la Pesca, pp. 177-185.
- HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINT (HACCP), 1999, *Un enfoque sistemático a la seguridad de los alimentos. Manual para el desarrollo e implementación de un plan de análisis de peligros y puntos críticos de control*, National Food Processors Association, The Food Processors Institute. Washington, D.C. 20005-3305, 5-60.
- HERNÁNDEZ-MOGICA, M., J.L. Reta-Mendiola, F. Gallardo-López y M. Nava-Tablada, 2002, Tipología de productores de tilapia (*Oreochromis* spp.): base para la formación de grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) en el estado de Veracruz, México, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 1: 13-19.
- HERNÁNDEZ TABARES, I. y P.R. Bravo, Gamboa, 2002, Pesquería de pulpo, en: P. Guzmán, Amaya, C. Quiroga Brahm, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos y C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de la Pesca, pp. 218-228.
- LORAN NÚÑEZ, R.M. y F.R. Martínez Isunza, 2002a, Pesquería de Cangrejo y Acocil, en: P. Guzmán, Amaya; C. Quiroga Brahm, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de la Pesca, pp. 207-210.
- LORAN NÚÑEZ, R.M. y F.R. Martínez Isunza, 2002b, Pesquería de Langostino, en P. Guzmán, Amaya, C. Quiroga Brahm, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de la Pesca, pp. 210-215.
- MUÑOZ-CÓRDOVA, G. y M. Garduño-Lugo, 2003, *Mejoramiento Genético en Tilapia: Sistemas de cruzamiento y mecanismos genéticos en la determinación del color*, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, 84 pp.
- NOM-009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.
- NOM-016-PESC-1994, que regula la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe.
- NOM-017-PESC-1994, que regula las actividades de pesca deportiva recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.

- NOM-023-PESC-1996, que regula el aprovechamiento de las especies de tónidos con embarcaciones palan-greras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.
- NOM-059-SEMARNAT-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.
- NOM-009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.
- NOM-016-PESC-1994, que regula la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe.
- NOM-017-PESC-1994, que regula las actividades de pesca deportiva recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.
- NOM-023-PESC-1996, que regula el aprovechamiento de las especies de tónidos con embarcaciones palan-greras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.
- NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.
- PALOMAREZ, M., 2005, *Influencia de metales pesados en la maduración gonádica del camarón nativo de la laguna de Tamiahua y Vega de la Alatorre, Veracruz*, tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz.
- PASCULLI, H.L., Varón G.A., 1999, *Plan genérico para la implementación del sistema HACCP en la industria avícola. Producción, beneficio, transporte y comercio de pollo*, Federación Nacional de Avicultores de Colombia (Fenavi) y Fondo Nacional Avícola (Fonav), pp. 45-67.
- PRICE, R.J., D.E. Kramer y P.D. Tom, 1996, *Processing Mussels-The HACCP Way*, Available from Robert J. Price, Food Science and Technology Department, University of California, Davis, CA 95616, p. 43.
- QUIROGA BRAHMS, C., A. Valdés Guzmán, I. Hernández Tabares, M. García Gómez y P. Guzmán Amaya, 2002, Peces Ribereños, en P. Guzmán, Amaya, C. Quiroga Brahms, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de la Pesca, pp. 155-165.
- RICARTE RIVERA, R., 2004, *Caracterización de los recursos ícticos, de importancia comercial presentes en el sistema lagunar de Alvarado, Ver.*, tesis de maestría, Instituto Tecnológico del Mar 01, 150 pp.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (Sagarpa), 2002, Anuario Estadístico de Pesca, México. (<http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/planeacion/anuario2002/>).
- , 2005. Boletín informativo núm. 308/04, (<http://www.sagarpa.gob.mx/egrs/boletines/2004/diciembre>).
- SCHALDACH, W.J., L. Huidobro C. y H.R. Espinosa P., 1997, Peces marinos, en R. Dirzo y R.C. Vogt S. E. González S. (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas México*, pp.463-471.
- SCHULTZ RUIZ, L.E., J. Rivas Villegas y C.A. Severino Hernández, 2002, Pesquería de camarón, en P. Guzmán, Amaya, C. Quiroga Brahms, C. Díaz Luna, D. Fuentes Castellanos, C.M. Contreras y G. Silva-López (eds.), *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Universidad Veracruzana/Instituto Nacional de Pesca, pp.196-201.
- STEVEN, O., Garrido M.V., 1995, *Aseguramiento de la calidad total (TQA) y análisis de riesgos y control de puntos críticos. Manual para la producción y procesamiento de la almeja*, Sea Grant Florida-University of Florida, pp.1-8.
- U.S. MEAT EXPORT FEDERATION, 1999, Seguridad Porcina, Panorama General de HACCP. U.S Pork Issue Review. Website: (www.usmef.org).

ESTUDIO DE CASO

DETERMINACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS EN PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN GRANJAS ACUÍCOLAS

María del Refugio Castañeda Chávez
Fabiola Lango Reynoso

INTRODUCCIÓN. La tilapia es el principal producto pesquero y acuícola del estado de Veracruz, con una producción de 160 000 t. Esta especie se cultiva en granjas acuícolas, desconociéndose su operación y manejo con base en el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola (MBPPA). En México se aplica el MBPPA, el cual se elaboró siguiendo las referencias establecidas por la ONU, la FAO y la OMS, a través de la Comisión del *Codex Alimentarius*. Incluye aspectos, tales como: *a)* la selección del área de cultivo; *b)* programas de monitoreo y control del agua, alimentos, fármacos y procesos; *c)* inspección final del producto, y *d)* programas de capacitación para el personal involucrado (Bertullo *et al.*, 1999).



OBJETIVO. Evaluar el proceso de producción acuícola de la tilapia en las granjas acuícolas del estado de Veracruz, aplicando el MBPPA para la certificación por Sagarpa-Senasica.

MATERIALES Y MÉTODOS. *a)* Diagnóstico del proceso de producción acuícola a través del MBPPA, y *b)* propuesta HACCP para el sistema de producción acuícola.

RESULTADOS. Como resultado del diagnóstico, las granjas del estado de Veracruz se consideran en un 90 % de tipo rural con un esquema de organización familiar (figura 1). El 100 % de las granjas han recibido apoyo económico a través de programas de fomento del Gobierno Federal, Estatal y Municipal. Las granjas fueron construidas en terrenos que ya habían sido utilizados para fines de acuicultura, en las que el 70 % cultivaban peces de ornato y *Artemia*, por lo cual en los terrenos ya se contaba con estanques de concreto y estanques rústicos. El 90 % de las granjas actualmente realizan cultivos semi-intensivos de engorda de tilapia, así como cultivos alternos. El diagnóstico refleja que las fuentes de abastecimiento de agua son un problema común para el 90 % de las granjas de acuerdo a los análisis químicos, físicos y biológicos efectuados a éstas. La propuesta basada en el sistema HACCP establece la necesidad de realizar diseños de granjas acuícolas en las que se aplique la transferencia de tecnología encaminada al aprovechamiento sustentable de las especies para cultivo acuícola, así como el desarrollo de esta actividad en un esquema de proceso productivo sistemático. Que integren sistemas de filtración y tratamiento para sus afluentes, efluentes y programas de monitoreo periódicos, así como la identificación de fuentes puntuales de contaminación (HACCP, 1999).

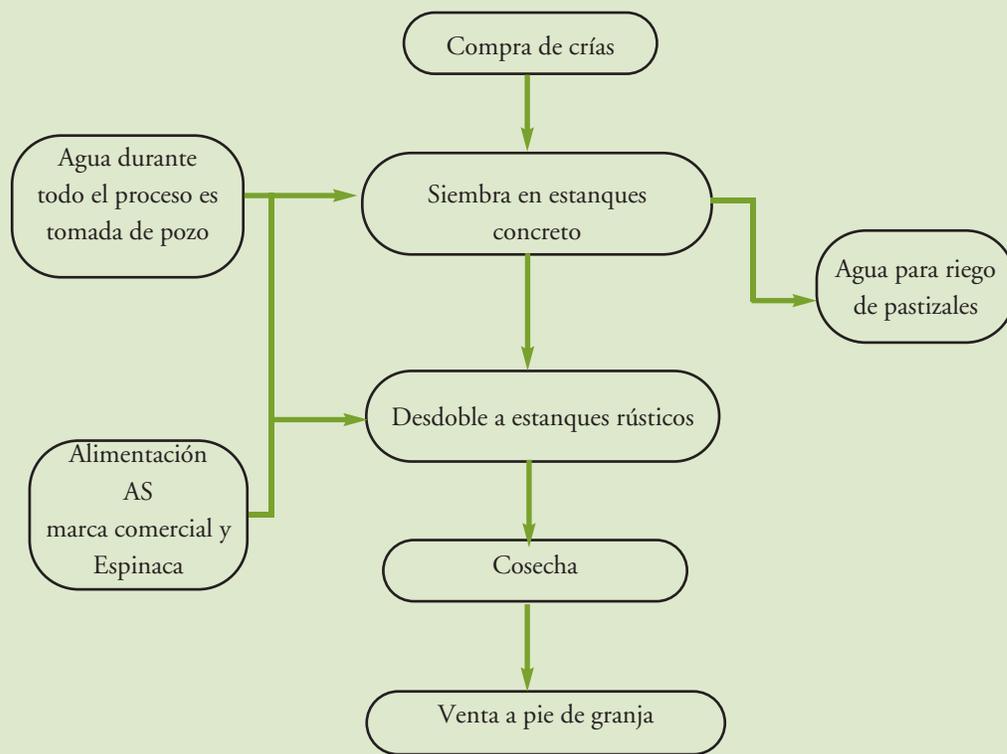


FIGURA 1. Diagrama de procesos de una granja rural tipo.

CONCLUSIONES. Las granjas del estado de Veracruz no cumplen con el 40 % de las verificaciones propuestas por el Manual de BPPA, lo que implica una necesidad de realizar diseños basados en la transferencia de tecnología con inversión financiera de tipo empresarial y con apoyo de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal. Una vez que se cumpla con la mayoría de las verificaciones, las granjas podrán solicitar la revisión por la Senasica para su posible certificación.

FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, A., C. Reyes Velásquez, Y. Silva Cruz, M. Castañeda Chávez, del Refugio, 2008, *Puntos críticos en la reversión sexual en granjas de producción de tilapia*, Memorias del Simposium Internacional de Acuicultura 14-16 de noviembre del 2008, Boca del Río, Veracruz, México.

DOMÍNGUEZ MACHIN, M., Pedro Reyna González, Julián Guerrero Reyes y María del Refugio Castañeda Chávez, 2008, *Diagnóstico sanitario en granjas del estado de Veracruz*, Memorias del Simposium Internacional de Acuicultura 14-16 de noviembre del 2008, Boca del Río, Veracruz, México.

Turismo alternativo y uso sustentable de la biodiversidad



Martha Elena Nava Tablada
Felipe Gallardo López
Itzel Díaz Juárez
Pernilla Fajersson

INTRODUCCIÓN

La preocupación mundial por lograr el desarrollo económico y social sin degradar el ambiente se ha traducido en acuerdos internacionales que proponen el desarrollo sustentable como único medio para enfrentar los desafíos globales en materia ambiental (Aceranza, 2007). Una alternativa que cumple estas características es el turismo alternativo, modalidad que plantea además de un ingreso económico para los pobladores locales, la conservación de los recursos naturales y sociales del área en que se efectúa la actividad turística. En este contexto, y con el objetivo de proponer al turismo alternativo como una estrategia viable para el uso sustentable de la riqueza biológica de Veracruz, en el presente capítulo se define dicha modalidad turística, subrayando su contribución a la conservación de la biodiversidad. También se describe de manera general el contexto nacional del turismo alternativo y el alto potencial de Veracruz para esta actividad, dado por su variedad de climas, ecosistemas, actividades pro-

ductivas primarias y expresiones culturales. Además, se expone un proyecto de turismo alternativo que preserva el entorno natural: la cooperativa *Eco-turismo Campesino Selva El Marinero*. Finalmente, se analizan algunas limitantes que enfrenta el turismo alternativo en Veracruz para cumplir con su carácter sustentable y se exponen conclusiones generales respecto al futuro del mismo como estrategia viable de conservación de la biodiversidad del estado.

DEFINICIONES

En México la actividad turística ha tenido un impacto negativo en el medio ambiente, debido a la construcción de grandes desarrollos turísticos que provocan la modificación y/o destrucción del hábitat natural, afectando negativamente la biodiversidad (Daltabuit *et al.*, 2000). Ante ello, el sector turístico mexicano se ha sumado al enfoque de desarrollo sustentable mediante el turismo alternativo, que plantea

una actividad turística que contribuya a la conservación de los ecosistemas (Aceranza, 2006).

Sobre turismo alternativo existen varias definiciones, sin embargo, todas lo conciben como una modalidad turística preocupada por la conservación de los recursos naturales y sociales del área en que se efectúa (Zamorano, 2004). Según el tipo de actividades, la Secretaría de Turismo (2004a) ha diferenciado tres modalidades de turismo alternativo: 1) Turismo de aventura, el cual tiene como fin realizar actividades recreativas y deportivas, asociadas a desafíos impuestos por la naturaleza. 2) Ecoturismo, que consiste en visitar áreas naturales con la finalidad de disfrutar y valorar sus atractivos, a través de un proceso que promueva la conservación ambiental y cultural. Los principios rectores del ecoturismo son: no afectar la biodiversidad, contribuir al bienestar económico y social de la población local, incluir una experiencia de educación para el turista promoviendo acciones ambientalmente responsables; y trabajar con grupos reducidos para tener un mínimo impacto en el hábitat natural (Mendiola, 2004). 3) Turismo rural, cuyo fin es que el turista realice actividades de convivencia e interacción con una comunidad campesina o indígena, compartiendo sus expresiones sociales, culturales y productivas para sensibilizarlo hacia el respeto de otras identidades. El turismo rural representa una alternativa económica que hace compatible la producción agropecuaria y la conservación del ambiente natural en que se desarrolla, además promueve la producción sustentable, como forma de rectificar la imagen de actividad depredadora que comúnmente tienen la agricultura y la ganadería (Ciani, 2003).

EL TURISMO ALTERNATIVO EN MÉXICO

En México, la Secretaría de Turismo (Sectur) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), presentaron en el año 2000 la

Política y Estrategia Nacional para el Desarrollo Turístico Sustentable, con el objetivo de promover actividades turísticas que propicien de manera equilibrada la preservación natural, la equidad social y la rentabilidad de la inversión, para garantizar el desarrollo sustentable, a futuro, del sector. Esta estrategia implica que los pobladores locales se involucren directamente en la actividad turística y sean los principales beneficiarios, así como el establecimiento de mecanismos de autofinanciamiento para la conservación de las áreas naturales donde se realiza dicha actividad (Sectur, 2003).

A partir de la década de los noventa, México ha experimentado un gran crecimiento del turismo alternativo, para el año 2003 se reportan alrededor de 390 destinos de aventura, ecoturismo y turismo rural, cuyos servicios son prestados por empresas privadas y comunitarias. La mayor parte de destinos de turismo alternativo en el país se encuentran en zonas rurales y Áreas Naturales Protegidas (ANP), propiedad de comunidades indígenas y campesinas, sin embargo, el grueso de la actividad turística está en manos de operadoras privadas nacionales e internacionales y poco benefician a las comunidades locales. Dichas empresas, además, se orientan sobre todo al turismo de aventura y se enfocan al aprovechamiento económico de las bellezas naturales, pero no a su preservación, pues las actividades que realizan carecen de estudios ambientales serios que valoren su impacto ecológico (López, 2003). Para revertir esta situación, instituciones de gobierno, organismos no gubernamentales y comunidades rurales e indígenas han promovido programas, corredores, rutas y empresas de turismo alternativo que beneficien directamente a los pobladores asentados en las áreas ricas en recursos naturales, logrando que para 2003 se reporten alrededor de 180 empresas comunitarias que operan en su mayoría en ANP (López, 2003).

EL TURISMO ALTERNATIVO EN VERACRUZ

Veracruz tiene alto potencial para implementar actividades de turismo alternativo debido a su variedad de climas, ecosistemas, actividades agropecuarias y expresiones culturales. El estado cuenta con importantes recursos hidrológicos y un amplio litoral costero donde destacan: 1) playas de Nautla, Tecolutla, Costa Esmeralda, Montepío y Barra de Sontecomapan, que pueden convertirse en sitios de protección para la biodiversidad terrestre y acuática de los ecosistemas costeros; 2) cascadas como Texolo en Teocelo y el Salto de Eyipantla en San Andrés Tuxtla, con gran atractivo ecoturístico por su paisaje y biodiversidad; 3) ríos para practicar el descenso en Jalcomulco, Actopan y Filobobos, que actualmente constituyen destinos importantes del turismo de aventura; 4) ecosistemas de especial interés ecoturístico por su gran biodiversidad, como manglares y arrecifes coralinos, donde pueden realizarse recorridos en lancha y actividades de buceo que promuevan su conocimiento y cuidado (Gobierno del Estado de Veracruz, 2006). A nivel estatal se registran 86 Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) que operan con un plan de manejo sustentable del hábitat y realizan un constante monitoreo del estado de las poblaciones vegetales y animales, constituyendo sitios potenciales para el ecoturismo orientado a la educación ambiental (Semarnat, 2006). Como ejemplo del aprovechamiento turístico sustentable de la fauna silvestre, a mediados de los años noventa Pronatura, Veracruz¹, implementó un programa de ecoturismo basado en la observación de aves rapaces migratorias que llegan anualmente al centro de Veracruz, constituyendo los principales sitios de observación: Laguna de San

Julián, Cardel, Chichicaxtle, Reserva Ecológica de La Mancha, La Joya, Cascada de Texolo y Parque Ecológico Macuiltépetl (Pronatura Veracruz, 2006).

El estado cuenta con 15 ANP federales (destacan la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas; Parques Nacionales Cañón de Río Blanco, Cofre de Perote, Pico de Orizaba y Parque Marino Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano) y 19 ANP estatales (siendo las más conocidas el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, Parque Ecológico Macuiltépetl, Cerro de las Culebras y Río Filobobos) (Semarnat, 2006), donde el turismo alternativo es una opción viable para que las comunidades campesinas e indígenas que las habitan, puedan aprovechar los recursos naturales y la biodiversidad existente de manera sustentable, obteniendo ingresos que mejoren sus condiciones de vida. Un ejemplo de esta posibilidad es *Ecoturismo Campesino Selva El Marinero* que opera en la reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas (véase estudio de caso).

En Veracruz se realiza una amplia gama de actividades agropecuarias que representan un ámbito potencial para implementar el turismo rural, lo cual posibilitaría que los productores rurales obtuvieran un ingreso extra a sus actividades tradicionales, armonizando la producción primaria con la conservación de la base natural que la sustenta y disminuyendo con ello la presión sobre los recursos. Mención especial merecen los recursos forestales que pertenecen a las comunidades rurales, dado que son susceptibles de un aprovechamiento ecoturístico que preserve el hábitat de una gran cantidad de especies y a la vez provea ingresos económicos para mejorar la vida de las poblaciones que las manejan (Goeritz, 2007).

¹ Asociación Civil Mexicana cuyo objetivo es conservar la flora y fauna de los ecosistemas promoviendo un desarrollo social en armonía con la naturaleza.

CUADRO 1. Regiones turísticas de Veracruz y su potencial para turismo alternativo.

TIPO	UBICACIÓN	POTENCIAL PARA TURISMO ALTERNATIVO
Altas Montañas	Región montañosa del centro de Veracruz, incluye los parques nacionales Pico de Orizaba y Cañón de Río Blanco.	El café de sombra es uno de los cultivos más importantes de la región con potencial para turismo rural. El ecoturismo y turismo rural pueden practicarse en las extensas áreas de bosque que alternan con zonas dedicadas a la agricultura y ganadería, así como en los numerosos viveros e invernaderos donde se producen plantas de ornato y forestales. En la Sierra de Zongolica existen importantes zonas de bosque y habitan grupos indígenas Nahuas que conservan una variada tradición cultural y artesanal, propios para implementar actividades de turismo rural. También destacan desarrollos ecoturísticos como “La Quinta”, predio privado que conserva bosque tropical subperenifolio y bosque mesófilo de montaña con una gran diversidad de epífitas (principalmente orquídeas nativas) y plantas medicinales. El relieve y diversidad de vegetación y fauna de la zona, la hace apta para práctica de deportes como ciclismo de montaña, caminatas y campismo. Cercana a la ciudad de Huatusco se encuentra la Reserva “Las Cañadas”, donde se conserva con actividades de ecoturismo y agroecoturismo uno de los remanentes de bosque de niebla de la zona centro del estado.
Cultura y aventura	Se localiza en el centro del estado y comprende la ciudad de Xalapa y los municipios aledaños; incluye el Parque Nacional Cofre de Perote.	Está situada en una zona de transición climática con variada orografía, por lo que presenta una gran diversidad biológica, existiendo gran número de especies endémicas y ecosistemas característicos como el bosque de niebla. También cuenta con abundantes recursos hidrológicos de gran belleza (ríos, cascadas, etc.). Toda esta riqueza natural tiene un alto potencial para el ecoturismo. El café de sombra y la floricultura son dos de las principales actividades agrícolas características de la región que representan atractivos para turismo rural. La variada orografía, vegetación y ríos de la zona han propiciado el auge de actividades de turismo aventura como <i>rafting</i> , <i>rappel</i> , caminatas, cabalgatas y tirolesa, principalmente en los ríos Los Pescados-La Antigua (Jalcomulco), Actopan, Apazapan y Filobobos. Cuenta además con sitios de gran interés para ecoturismo como la Cascada de Texolo, el Descabezadero, aguas termales de El Carrizal, parques ecológicos entre los que se cuenta el Macuiltrépetl y Natura, jardines botánicos como el Francisco Javier Clavijero, áreas boscosas como San Juan del Monte, Valle Alegre y el Ciclo Verde, el ANP Cerro de la Martinica que conserva un área de bosque de niebla y el Parque Nacional Cofre de Perote, sitios donde puede observarse gran diversidad de flora y fauna endémica. También destacan las poblaciones de Coatepec (incorporada en 2006 al programa Pueblos Mágicos, que impulsa el turismo cultural y rural en combinación con la conservación del medio ambiente) y Xico (con importante tradición de cuidado de los recursos naturales y que forma parte del programa “México limpio y querido” de la Secretaría de Turismo).
Pasos de Cortés	Comprende la zona costera central del estado donde desembarcó el conquistador español Hernán Cortés.	Entre sus atractivos culturales están los sitios arqueológicos prehispánicos Cempoala, (Quiahuixtlán) y monumentos históricos en La Antigua (casa de Cortés) y Veracruz (San Juan de Ulúa y Baluarte de Santiago). Cuenta con gran variedad de paisajes y especies de flora y fauna apropiados para el ecoturismo, siendo importantes las aves rapaces migratorias que cada año congregan a un número importante de turistas para su observación, así como las zonas de manglares y dunas costeras. Frente a las playas de Antón Lizardo se encuentra el Parque Arrecifal Veracruzano, ANP cuyas aguas son propias para el buceo y la observación de los arrecifes coralinos y la gran diversidad de especies de moluscos, peces y crustáceos que los habitan. Destacan otros sitios como laguna de La Mancha donde se desarrolla investigación para la conservación natural y opera el proyecto ecoturístico comunitario “Ecoguías la Mancha en Movimiento” que realiza un uso sustentable de los ecosistemas: playa, dunas, selva mediana subcaducifolia, humedales de agua dulce, manglares y laguna costera, preservando el hábitat de gran diversidad de aves rapaces migratorias y del cangrejo azul. También es digna de mencionarse, por su valor para turismo rural, la población de Tlacotalpan, a orillas del río Papaloapan, declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO.

concluye cuadro 1

TIPO	UBICACIÓN	POTENCIAL PARA TURISMO ALTERNATIVO
Totonaca	Se ubica en el norte del estado y comprende el área de influencia del pueblo totonaco en torno al centro prehispánico El Tajín y la ciudad de Papantla.	Esta zona está irrigada por numerosos ríos y arroyos, su vegetación predominante es selva alta y baja perennifolia, con potencial para el ecoturismo. También existen zonas de playa en Nautla, Costa Esmeralda y Tecolutla, donde se realizan actividades de protección de tortugas marinas y se encuentra un ANP de manglares, conocida como la Ciénega del Fuerte en la que se realizan recorridos en lancha para observación del ecosistema. El principal cultivo tradicional de la región es la vainilla, epífita con la que se elaboran extractos y artesanías; dicha actividad tiene gran potencial para turismo rural. Papantla fue incorporada en 2006 al programa Pueblos Mágicos de Sectur. La numerosa población indígena totonaca que la habita conserva ricas tradiciones como Los Voladores y la Fiesta de <i>Corpus Christi</i> que constituyen recursos culturales con gran valor turístico.
Huasteca	Se localiza en el norte del estado, colinda con la región totonaca; incluye las sierras boscosas de Huayacocotla y Otontepec, así como el ANP conocida como Santuario del Loro Huasteco.	Cuenta con playas, ríos, lagunas, esteros y manglares, especialmente en la región de Tuxpan y Tamiahua, donde son comunes los paseos en lancha con observación de los ecosistemas costeros. También la tradición gastronómica y cultural de la zona representa uno de sus más fuertes atractivos para turismo rural. En Pánuco se localiza el ANP denominada Santuario del Loro Huasteco, donde existe gran diversidad de aves canoras y ornamentales que constituyen un valioso recurso para turismo alternativo. Las zonas boscosas de las sierras de Huayacocotla y Otontepec son un recurso natural con alto potencial para el ecoturismo.
Los Tuxtlas	Ubicada al sur del estado; se identifica por la conjunción de una sierra montañosa y vegetación de selva tropical lo cual configura un hábitat de singular riqueza natural de flora y fauna. Incluye la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas.	La Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas es un área natural con una gran diversidad biológica, donde se han registrado más de 2 368 especies de plantas vasculares, 561 de aves (algunas en peligro de extinción), 117 de reptiles y 45 de anfibios. Por ello, en esta zona existe una fuerte actividad ecoturística desarrollada por las comunidades campesinas aledañas a la Reserva de la Biosfera, las cuales intentan mediante un uso sustentable conservar el hábitat de especies en peligro de extinción como el jaguar. Existen también lagunas donde se desarrollan actividades de turismo alternativo como la de Catemaco, Encantada y Majahual. Aledaña a la Laguna de Catemaco se encuentra Nanciyaga, una reserva ecológica que en 40 ha de selva, resguarda una gran diversidad de flora y fauna, cuenta con manantiales de agua mineral, baños de temazcal y barro, solarium y criaderos de tortugas y cocodrilos. Cerca de Catemaco se localiza el Salto de Eyipantla, cascada que forma parte del hábitat de especies como jabalí, venado, tlacuache, tigrillo y gran variedad de aves (águila, faisán, paloma silvestre y canoras), lo cual aunado a su belleza paisajística le confieren un alto potencial ecoturístico. También existen islas como la de los Monos y la de las Garzas, donde puede observarse fauna en hábitat natural. Catemaco es también rica en tradiciones culturales ancestrales de medicina tradicional que atrae turistas que buscan experiencias alternativas.
Olmeca	Comprende el sur del estado donde tuvo influencia la cultura Olmeca, su clima tropical húmedo permite el desarrollo de paisajes de selva con una gran variedad de flora y fauna.	La existencia de numerosos grupos indígenas (Nahuas, Zapotecos, Zoques y Popolucas) confieren a la zona una notable complejidad cultural, además, cuenta con importantes vestigios arqueológicos en San Lorenzo Tenochtitlán y Las Choapas; ambas características son propicias para el desarrollo de actividades de turismo rural. La región incluye diversos sitios relevantes para la conservación de la biodiversidad, tales como la Laguna del Manatí, donde arriban miles de aves migratorias provenientes de Estados Unidos y Canadá y la reserva forestal El Gavilán, ANP con vegetación de selva baja y alta perennifolia; ambas zonas tienen gran potencial para ecoturismo.

FUENTES: Arriaga, 2002; Arriaga, 2000, Gobierno del Estado de Veracruz, 2006; Secretaría de Turismo, 2006; *Visite México*, 2006.

El patrimonio cultural veracruzano (sitios arqueológicos, monumentos históricos, museos, fiestas tradicionales, artesanía, gastronomía y actividades culturales) tiene gran potencial para turismo alternativo, sin embargo (sobre todo en zonas rurales), se encuentra desaprovechado, aunque puede proporcionar al turista una experiencia más completa del entorno natural y social que visita (Gobierno del Estado de Veracruz, 2006). La Secretaría de Turismo y Cultura contempla en Veracruz siete regiones turísticas con un alto potencial para el turismo alternativo que se han descrito en el cuadro 1.

En la última década se observa en Veracruz un auge de actividades de turismo alternativo, especialmente ecoturismo y turismo de aventura, donde el estado ocupa el primer lugar nacional (Gobierno del Estado de Veracruz, 2006). Sin embargo, el turismo alternativo es una actividad relativamente nueva, por lo que existe poca información respecto a su operación. A pesar de dicha limitante, se presentan algunos datos que reflejan el auge que ha tenido. Sectur (2004b) reportó 50 empresas (la mayoría privadas) operando en el estado (cuadro 2). Para el año 2005, la Secretaría de Turismo y Cul-

CUADRO 2. Empresas que realizan actividades de turismo alternativo en Veracruz, por municipio, donde se localiza su oficina principal y tipo de turismo predominante.

MUNICIPIO	NÚMERO DE EMPRESAS	TIPO DE TURISMO		
		Aventura ¹	Ecoturismo ²	Rural ³
Oficina principal con domicilio en Veracruz				
Actopan	2	X	X	
Apazapan	1	X	X	
Atzacan	1	X	X	X
Catemaco y San Andrés Tuxtla	3	X	X	X
Emiliano Zapata	1		X	
Fortín	2	X	X	X
Huatusco	1		X	X
Jalcomulco	8	X	X	
Orizaba	1	X		
Poza Rica	1	X	X	X
Tlapacoyan	4	X	X	
Veracruz	3	X	X	
Xalapa	3	X	X	
Oficina principal con domicilio en otro estado				
Zona conurbada Cd. de México	11	X	X	
Cuernavaca, Mor.	1	X		
Monterrey, N.L.	1	X		
Oaxaca, Oax.	1	X	X	X
Puebla, Pue.	3	X	X	X
Querétaro, Qro.	1	X	X	X
Cd. Madero, Tam.	1	X	X	

FUENTE: Secretaría de Turismo (2004b)

¹ Cabalgata, caminata, ciclismo de montaña, espeleísmo, montañismo, rappel, buceo, descenso en río, pesca recreativa, paracaidismo, vuelo y viaje en globo aerostático.

² Educación ambiental, observación (flora, fauna, fósiles, ecosistemas, geológica, sideral, fenómenos y maravillas naturales), safari fotográfico, senderismo interpretativo, proyectos de investigación biológica y programas de rescate de flora y/o fauna.

³ Etnoturismo, eco-arqueología, agroturismo, talleres (medicina tradicional, gastronómicos y artesanales), vivencias místicas, fotografía rural y aprendizaje de dialectos.

tura del Estado de Veracruz registra 93 empresas dedicadas al turismo alternativo (especialmente turismo de aventura y ecoturismo), de ellas 64 son privadas y 29 sociedades cooperativas que se concentran en el sur del estado: Catemaco-San Andrés Tuxtla (11 empresas), Pajapan (3) y Uxpanapa (2). Las empresas de turismo alternativo reportaron para el año 2005 una afluencia de 128 648 turistas (mayormente nacionales), siendo los principales destinos: Jalcomulco, Filobobos, Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, Carrizal y El Descabezadero en Actopan. Las actividades más solicitadas fueron: descenso en río, rappel, escalada, tirolesa, caminata, senderismo interpretativo, montañismo, ciclismo de montaña y observación de flora y fauna (Secretaría de Turismo y Cultura de Veracruz, 2006). El sector de turismo alternativo de mayor crecimiento en el estado es el turismo de aventura, pues en pocos años se han multiplicado las operadoras (sobre todo privadas) que lo manejan. Sin embargo, muchas de ellas aprovechan los recursos naturales, pero no destinan suficiente atención a su preservación, ya que sus actividades carecen de estudios ambientales que valoren su impacto ecológico. Además, las ganancias económicas de la actividad turística poco benefician a las comunidades rurales donde se realiza. En contraste, la Reserva Las Cañadas-Bosque de Niebla, constituye un ejemplo de una empresa privada comprometida con la conservación de la biodiversidad.

IMPLICACIONES DEL TURISMO ALTERNATIVO EN LA BIODIVERSIDAD EN VERACRUZ

El turismo alternativo, cuando es una actividad bien planeada y que cumple con todas las normas técnicas y legales que garanticen el mínimo impacto sobre los recursos naturales, representa una estrategia viable para la conservación y uso sustentable de las zonas con gran biodiversidad en Veracruz (incluidas Áreas Naturales Protegidas), sobre todo

tomando en cuenta que en muchas de estas áreas se asientan poblaciones rurales e indígenas que utilizan los recursos naturales locales. De otra forma, los espacios donde aún existen especies vegetales y animales importantes para la biodiversidad del estado (por ser endémicas, amenazadas o en peligro de extinción), corren el riesgo de ser destruidos por el cambio de uso del suelo a otras actividades económicas que no contemplan la conservación de la naturaleza (urbanización, actividad agropecuaria convencional, turismo a gran escala, etc.). La viabilidad del turismo alternativo como una estrategia de conservación de la biodiversidad en Veracruz, se ilustra con el ejemplo citado en el presente texto, donde proyectos de turismo alternativo (privados y comunitarios), están contribuyendo a la conservación de ecosistemas como el bosque de niebla, selva tropical, manglar, arrecifes de coral, sistemas lagunares costeros y pantanos, entre otros, que poseen una gran riqueza de flora nativa y son el hábitat de especies animales importantes (aves rapaces migratorias, loro huasteco, tortugas marinas, cangrejo azul, jaguar, por citar algunas). Asimismo, diversos autores (Amador y Moreno-Casasola, 2006; Equihua, 2007; Ferriz, 2007; Friscione, 2007; Goeritz, 2007; Moreno-Casasola *et al.*, 2006; Romero, 2005) consideran que el turismo alternativo es una estrategia de uso sustentable de los ecosistemas que resguardan la biodiversidad de Veracruz. Sin embargo, debido el desarrollo no planificado y sin control del turismo alternativo en el estado, su expansión implica también serios riesgos para la preservación de la biodiversidad, dado que su crecimiento ha sido determinado mayormente por los intereses económicos de la industria turística, ante la escasa capacidad de planeación y control de las instituciones encargadas del desarrollo turístico sustentable y la protección del ambiente, que enfrentan limitantes en cuanto a claridad en sus políticas, coordinación interinstitucional, falta de presupuesto y personal. Por ello, muchos de los proyectos de turismo alternativo (especialmente de turismo de

aventura) que han proliferado en el estado, no contemplan los principios del desarrollo sustentable y su operación representa una amenaza para ecosistemas caracterizados por ser complejos, ricos en biodiversidad, únicos y frágiles. El deterioro que sufren dichos ambientes es a veces irreversible, tanto por la contaminación que provocan las actividades turísticas, como por el uso excesivo que ocurre cuando el número de turistas que los visita supera el nivel que garantiza su equilibrio ecológico. Es decir, la presencia de turistas en áreas naturales debe estar cuidadosamente planeada para que afecte en grado mínimo la vida y reproducción de las especies vegetales y animales, así como el entorno que les proporciona albergue y sustento (Sectur, 2001). Además, actualmente en Veracruz no existen mecanismos institucionales para garantizar que los operadores de turismo alternativo que aprovechan comercialmente los recursos naturales, contribuyan con recursos económicos para la conservación de los mismos. A pesar de estas limitantes, subsanar las deficiencias y hacer confluír en el desarrollo futuro del turismo alternativo las acciones de investigación, educación y evaluación que se realizan actualmente de manera aislada, representa uno de los caminos viables para el uso sustentable de la riqueza biológica del estado (Aceranza, 2006).

CONCLUSIONES

1) Para el desarrollo del turismo alternativo en Veracruz se tiene un amplio rango de actividades que pueden realizarse, gracias a la diversidad biológica y de ecosistemas, las condiciones climáticas que posibilitan practicar el turismo al aire libre en cualquier época del año y la existencia de más de 90 empresas que actualmente ofrecen este tipo de servicios. No obstante, en el territorio veracruzano los sitios y actividades de turismo alternativo están atomizados y dispersos, por lo que se requiere integrar los en circuitos que ayuden a incrementar el

potencial de las diferentes regiones. Asimismo, dado que en el estado el turismo extranjero apenas representa 5 % del total, resulta necesario promover el aumento del flujo de turismo internacional, pues es un mercado potencial para el turismo alternativo. En el ámbito nacional y estatal se carece de una política de turismo alternativo a largo plazo, por ello es prioritario definir una estrategia conjunta que involucre a las dos secretarías a quienes compete impulsar y regular este sector: Semarnat y Sectur (Sectur, 2001).

2) Entre los sitios más atractivos para el turismo alternativo se encuentran las Áreas Naturales Protegidas. Sin embargo, la falta de planes de manejo es uno de los principales obstáculos para implementar esta actividad como una forma de uso sustentable de su riqueza biológica, pues aunque la ley obliga a publicar dicho plan un año después de la creación del ANP, en Veracruz de las 34 ANP sólo dos cuentan con éste (Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas y Reserva Ecológica Cerro de las Culebras) (Semarnat, 2006).

3) El ecoturismo y turismo de aventura son los tipos de turismo alternativo que tienen auge en Veracruz y reciben apoyo de las instituciones del sector, en contraste, el turismo rural ha sido escasamente promovido, representando un área de oportunidad y una estrategia de uso sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad en zonas donde habitan poblaciones dedicadas a la actividad agropecuaria.

4) Muchas de las empresas de turismo alternativo que operan actualmente en el estado, desconocen las prácticas sustentables de aprovechamiento turístico. Sobre todo en la operación de empresas privadas de turismo aventura, se observa sobreexplotación de los recursos (especialmente ríos), pues se realizan actividades de descenso sin los estudios de impacto ambiental y la planeación adecuada. Ante ello, es prioritario promover la capacitación de las empresas en estos aspectos y diseñar los mecanismos institucionales para que cumplan con el marco

jurídico (permisos, normatividad, manifestación de impacto ambiental, etc.) que evite daños ambientales a la región y garantice el uso sustentable del recurso natural.

5) Finalmente, la escasa disponibilidad de fuentes de financiamiento para iniciar y desarrollar empresas de turismo alternativo (sobre todo de tipo comunitario) ha limitado la participación de más comunidades locales como operadoras, ya que los apoyos financieros institucionales aunque existen son insuficientes. Tomando en cuenta que las regiones con mayor biodiversidad en el estado (incluidas las ANP) se encuentran en su mayoría en zonas rurales que habitan comunidades campesinas e indígenas, resulta evidente que una estrategia institucional de uso sustentable de los recursos basada en el turismo alternativo, tendrá que contemplar de manera prioritaria el apoyo a estas poblaciones, para que paralelamente a su desarrollo económico y social, se asegure la conservación de la biodiversidad local.

LITERATURA CITADA

- ACERANZA, M.A., 2006, *Efectos económicos, socioculturales y ambientales del turismo*, Trillas, México, 96 pp.
- , 2007, *Desarrollo sostenible y gestión del turismo*, Trillas, México, 92 pp.
- AMADOR Z., L.E. y P. Moreno-Casasola, 2006, Turismo alternativo en los municipios costeros: en búsqueda de un desarrollo sustentable, en P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa R. y A.C. Travieso-Bello (eds.), *Estrategia para el manejo costero integral: el enfoque municipal*, vol. 3, Instituto de Ecología/Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Xalapa, Ver., México, pp. 971-987.
- ARRIAGA S., L., 2000, *La Ruta de la Niebla*, Latin América Stock, México, 383 pp.
- , 2002, *La Ruta del Son*, Latin América Stock, México, 223 pp.
- CIANI, A., 2003, Turismo rural y Agroecoturismo, un desafío para las áreas rurales débiles y parte sur del mundo, en *Memoria del Segundo Foro Mundial de Agroecoturismo y Turismo Rural*, Santa Fé, Argentina.
- DALTAUIT, M., H. Cisneros, L.M. Vázquez y E. Santillán, 2000, *Ecoturismo y Desarrollo Sustentable*, UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, México, 357 pp.
- EQUIHUA Z., M.E., 2007, Las oportunidades de ecoturismo en Veracruz, en Filobello N., G. (coord.), *Veracruz en tus sentidos*, Filomedios, México, pp. 73.
- FERRIZ D., N., 2007, Turismo ecológico en Veracruz, en Filobello N., G. (coord.), *Veracruz en tus sentidos*, Filomedios, México, pp. 68-71.
- FRISCIONE C., A., 2007, Una ventana al universo azul, en Filobello N., G. (coord.), *Veracruz en tus sentidos*, Filomedios, México, pp. 66-67.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ, 2006, (<http://www.veracruz.gob.mx>), consultada mayo 17 de 2006.
- GOERTIZ R., D., 2007, La belleza de Veracruz, en Filobello N., G. (coord.), *Veracruz en tus sentidos*, Filomedios, México, pp. 28-31.
- LÓPEZ P., G., 2003, Ecoturismo comunitario. Para muestra, algunos botones, en Aguilar S., P. y J.M. Pons G. (coords.), *Introducción al ecoturismo comunitario*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, pp. 99-113.
- LAS CAÑADAS, Bosque de Niebla, 2006 (<http://www.bosquedeniebla.com.mx>). consultada agosto 28 de 2006.
- MENDIOLA, G.M.E., 2004, *Temas ambientales del siglo XXI. Ecoturismo Práctico*, Colegio de Postgraduados, México, pp. 117-123.
- MORENO-CASASOLA, P., G. Salinas, L. Amador, A. Juárez, H.H. Cruz, A.C. Travieso-Bello, L. Ruelas, R. Monroy, D. Infante M., H. López-Rosas, L.A. Peralta, K. Paradowska y A. Valencia, 2006, El proyecto comunitario de conservación y producción, en P. Moreno-Casasola, (ed.), *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha*, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., México, pp. 493-536.

- PRONATURA Veracruz, 2006 (<http://www.pronaturaveracruz.org/principal>), consultada septiembre 8 de 2006.
- ROMERO, R., 2005, Reserva Privada Las Cañadas-Bosque de Niebla. Centro Ecológico y Agroecoturístico, en *Memoria del Primer Congreso Internacional de Casos Exitosos de Desarrollo Sostenible en el Trópico*, Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México, pp. 45-46.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2006 (<http://portal.semarnat.gob.mx/veracruz>) consultada mayo 18 de 2006.
- SECRETARÍA DE TURISMO (Sectur), 2001, *Estudio estratégico de viabilidad del segmento de ecoturismo en México*, Resumen Ejecutivo, Secretaría de Turismo, Instituto Tecnológico Autónomo de México, México, 14 pp.
- , 2003, *Planeación y gestión del desarrollo turístico municipal*, México, 188 pp.
- , 2004a, *Turismo Alternativo. Una nueva forma de hacer turismo*, México, 58 pp.
- , 2004b, *Ecoturismo, Turismo de Aventura y Rural*, Directorio de prestadores de servicios, México, 215 pp.
- , 2006 (<http://www.sectur.gob>), consultada agosto 28 de 2006.
- SECRETARÍA DE TURISMO Y CULTURA DE VERACRUZ, 2006, *Estadísticas de Turismo* (datos no publicados), Xalapa, Veracruz, México.
- VISITE MÉXICO, 2006 (<http://www.visitmexico.com>) consultada agosto 28 de 2006.
- ZAMORANO C., F.M., 2004, *Turismo Alternativo*, Trillas, México, 336 pp.

ESTUDIO DE CASO

ECOTURISMO CAMPESINO SELVA EL MARINERO

Gustavo López Pardo

La comunidad campesina del ejido Adolfo López Mateos, colindante con el Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, decidió en 1993, después de un taller participativo, la restricción voluntaria del uso de sus recursos naturales para la conservación de 100 ha de terreno de selva virgen, pero es hasta 1997 que se implementó un proyecto de ecoturismo en la selva El Marinero. En este sitio los visitantes pueden realizar campamentos, caminatas para la observación de aves (tucanes, águilas, cotorras), recorridos por senderos de interpretación natural en el bosque de niebla y selva tropical, así como actividades de convivencia con la población campesina, que incluyen comidas en casas de ejidatarios. Son alrededor de 25 ejidatarios los que conforman la sociedad de solidaridad social "Cielo, Tierra y Selva", que administra la empresa de ecoturismo, pero la articulación de otras actividades productivas y de servicios (artesanías, transporte, alimentación, elaboración de conservas) con el proyecto ecoturístico, ha permitido distribuir los beneficios entre toda la comunidad. El proyecto ha recibido apoyo y asesoría de universidades, organismos no gubernamentales y gobierno federal.

En el año 2000, este proyecto se une a otras tres comunidades de la zona (Sontecomapan, Miguel Hidalgo y Las Margaritas) para formar la Red de Ecoturismo Comunitario de Los Tuxtlas que ofrece servicios turísticos y actividades recreativas en ambientes de selva, bosque, mar y lago. Esta unión representa una ampliación de la estrategia de desarrollo comunitario basada en el ecoturismo y el compromiso de conservar los recursos naturales y la biodiversidad que hacen posible dicha actividad en la región. El proyecto representa para sus integrantes, además de una alternativa económica para mejorar sus condiciones de vida, la reapropiación y revaloración no sólo de sus recursos naturales, sino también de su identidad, valores y conocimientos campesinos.

LÓPEZ PARDO, Gustavo, 2003, Ecoturismo comunitario. Para muestra, algunos botones, en P. Aguilar S., y J.M. Pons G. (coords.), *Introducción al ecoturismo comunitario*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, pp. 99-113.

La biodiversidad en Veracruz: Estudio del estado,
se terminó de imprimir en octubre de 2010
en los talleres de Imprenta...

La edición consta de ejemplares más sobrantes para reposición.
En su composición se usaron tipos AGaramond de 8:11, 11:14 y 24:28 puntos.