



La biodiversidad en
Veracruz
estudio de estado

volumen I



Primera edición, 2011

D.R. © 2011 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D. F. <http://www.conabio.gob.mx>

D.R. © 2011 Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Palacio de Gobierno, Av. Enríquez s/n. Col. Centro, CP 91000, Xalapa, Ver. Tel. (228) 841-8800. <http://portal.veracruz.gob.mx>

D.R. © 2011 Universidad Veracruzana, Dirección General Editorial, Hidalgo 9, Centro, Xalapa, Veracruz Apartado postal 97, CP 91000, Tel/fax (228) 818 59 80; 818 13 88, Xalapa, Ver., 91000, México. diredit@uv.mx

D.R. © 2011 Instituto de Ecología, A. C., Carretera antigua a Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, México. Teléfono (228) 841801. <http://www.inecol.edu.mx/>

ISBN: 978-607-7607-49-6 (obra completa)

ISBN: 978-607-7607-50-2 (volumen I)

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2011. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Coordinación y Edición General:

Andrea Cruz Angón

Compilación y Edición Técnica y Científica:

Volumen I.- MEDIO FÍSICO: Margarita Soto Esparza; **CONTEXTO SOCIOECONÓMICO:** Hipólito Rodríguez Herrero y Eckart Boege Schmidt; **CONTEXTO NORMATIVO E INSTITUCIONAL:** Elisa E. de Jesús Sadas Larios, Wilfrido Márquez Ramírez, Martha E. Primo Castro; **DIVERSIDAD DE AMBIENTES:** **Terrestres:** Gonzalo Castillo Campos, **Acuáticos:** Ana Laura Lara Domínguez; **LA BIODIVERSIDAD Y ALGUNAS DE SUS AMENAZAS:** Eugenia J. Olguín Palacios; **TRANSFORMAR LAS AMENAZAS EN OPORTUNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD:** Eugenia J. Olguín Palacios; **SISTEMAS PRODUCTIVOS EN VERACRUZ Y ALTERNATIVAS ECONÓMICAS SUSTENTABLES:** Cesáreo Landeros Sánchez; **Volumen II.- DIVERSIDAD DE ESPECIES, Hongos y plantas:** Francisco G. Lorea Hernández; **Invertebrados:** Vicente Hernández Ortiz; **Vertebrados:** Jorge E. Morales Mavil.

Seguimiento editorial:

Fernando Camacho Rico

Maquetación:

Aída Pozos Villanueva

Corrección de estilo:

Ana Bertha García Sepúlveda

Cuidado de la edición:

Aída Pozos Villanueva
Juan Corral Aguirre
Fernando Camacho Rico

Diseño:

Juan Arturo Piña Martínez (portada e interiores)
Enriqueta López Andrade (interiores)

Cartografía:

Capas originales proporcionadas por los autores
Diseño final: Fernando Camacho Rico

Revisión técnica de textos, listados de especies y mapas por parte de la Conabio:

Erika Daniela Melgarejo, Fernando Camacho Rico, María Eugenia González Díaz, Mariana Zareth Nava López, Verónica Aguilar Sierra, Cecilia Fernández Pumar, Ana Isabel González Martínez, Diana Hernández Robles, Ariadna Ivonne Marín Sánchez, Juan Manuel Martínez Vargas, Eduardo Morales Guillaumin, Elizabeth Moreno Gutiérrez, Susana Ocegueda Cruz, Rocío Villalón Calderón y Norma G. Moreno Díaz.

Cartografía:

Modelo Digital del Terreno: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) 1997. "Modelo Digital del Terreno de México". Escala 1:250,000. México.

Agradecimientos:

El Gobierno del Estado de Veracruz, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Universidad Veracruzana y el Instituto de Ecología, A.C. expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, particularmente a Miguel Equihua, Ernesto Rodríguez Luna, Jaime Claudio Torres Nachón y Eivin San Roman, quienes participaron en el inicio de este proceso.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico



Contenido

- 5 **Presentación del C. Gobernador del Estado de Veracruz**
Dr. Javier Duarte de Ochoa
- 7 **Presentación del Coordinador Nacional de la Conabio**
Dr. José Sarukhán Kermez
- 17 **Introducción**
Andrea Cruz Angón

VOLUMEN I
CONTEXTO, DIVERSIDAD DE AMBIENTES,
DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN

SECCIÓN I

CONTEXTO FÍSICO

- 29 **Resumen Ejecutivo**
Margarita Soto Esparza
- 31 **Geografía**
Margarita Soto Esparza
Daniel Geissert Kientz
- 35 **Clima**
Margarita Soto Esparza
Lorrain Eugene Giddings Berger
- 53 **Geomorfología**
Daniel Geissert Kientz
Estela Enríquez Fernández
- 69 **Distribución y caracterización del suelo**
Adolfo Campos Cascaredo

- 85 **Cambio climático y biodiversidad**
Miguel E. Equihua Zamora
Griselda Benítez Badillo
Adalberto Tejeda-Martínez
Beatriz Elena Palma Grayeb
- 97 **Estudio de caso: ¿podemos culpar a El Niño de las lluvias?**
Lorrain Eugene Giddings Berger
Margarita Soto Esparza

SECCIÓN II

CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

- 99 **Resumen Ejecutivo**
Hipólito Rodríguez Herrero
Eckart Boege Schmidt
- 101 **Una visión socioeconómica al comenzar el siglo XXI**
Hipólito Rodríguez Herrero
Eckart Boege Schmidt

SECCIÓN III

CONTEXTO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

- 127 **Resumen Ejecutivo**
Elisa E. de J. Sedas Larios
Wilfrido Márquez Ramírez
Martha E. Primo Castro
- 129 **Instrumentos legales e institucionales para la conservación de la biodiversidad: diagnóstico, desafíos y oportunidades**
Elisa E. de J. Sedas Larios
Wilfrido Márquez Ramírez
Martha E. Primo Castro
- 147 **Áreas naturales protegidas**
Jorge E. Morales-Mávil
Robert Manson
Wilfrido Márquez Ramírez

SECCIÓN IV

DIVERSIDAD DE AMBIENTES

AMBIENTES TERRESTRES

- 161 **Resumen Ejecutivo**
Gonzalo Castillo-Campos

- 163 **Flora y vegetación**
Gonzalo Castillo-Campos
Sergio Avendaño Reyes
María Elena Medina Abreo
- 181 **Los bosques de oyamel (*Abies*)**
Carlos H. Ávila Bello
- 195 **El bosque tropical perennifolio**
Mario Vázquez Torres
- 207 **Distribución, estructura y perspectivas de conservación de los manglares**
Jorge A. López-Portillo
Víctor M. Vázquez Reyes
León R. Gómez Aguilar
Ana Laura Lara-Domínguez
- 217 **La biodiversidad de los humedales**
Patricia Moreno-Casasola
Dulce María Infante Mata
Hugo López-Rosas
Luis Alberto Peralta Peláez
Gonzalo Castillo-Campos
Ana Cecilia Travieso-Bello
Wendy Ariana Méndez Cortina
Graciela Sánchez-Ríos
- 229 **Flora de las playas y los ambientes arenosos (dunas) de las costas**
Patricia Moreno-Casasola
Silvia Castillo Argüero
María Luisa Martínez Vázquez
- 239 **Diversidad y estructura de la vegetación en fragmentos de selva de Los Tuxtlas**
Víctor Arroyo-Rodríguez
Salvador Mandujano
Julieta Benítez-Malvido
- 247 **Diversidad florística en potreros de Los Tuxtlas**
Francisco Javier Laborde Dovalí
Sergio A. Guevara Sada
Graciela Sánchez-Ríos
- 261 **Biodiversidad en ecosistemas modificados por actividades agropecuarias**
Ana Cecilia Travieso-Bello
Ana Victoria Ros Torres

271 La biodiversidad en el suelo: estudio de caso en la Sierra de Santa Marta (Reserva de la Biosfera, Los Tuxtlas)

Isabelle Barois Boullard
Simoneta Negrete-Yankelevich
José Antonio García Pérez
Martín de los Santos Bailón
Francisco Javier Álvarez Sánchez
Gonzalo Castillo-Campos
Silke Cram Heydrich
Carlos Enrique Fragoso González
Francisco Franco-Navarro
Esperanza Martínez-Romero
Enrique Meza Pérez
Miguel Ángel Morón Ríos
María del Pilar Rodríguez Guzmán
Patricia Rojas Fernández
Vinicio de J. Sosa Fernández
Dora Trejo
Lucía Varela Fregoso
Julián Bueno-Villegas
José Antonio Gómez
Carlo Sormani

RECURSOS HÍDRICOS

285 Resumen Ejecutivo

Ana Laura Lara-Domínguez

289 Hidrología

Octavio Miguel Pérez-Maqueo
Lyssette Muñoz-Villers
Gabriela Vázquez
Miguel E. Equihua Zamora
Pedro León Romero

293 La zona marina

Carlos González-Gándara

301 Lagunas costeras y estuarios

Ana Laura Lara-Domínguez
Francisco Contreras Espinosa
Ofelia Castañeda-López
Everardo Barba-Macías
Marco Aurelio Pérez-Hernández

- 319 **Ecología y productividad primaria de microalgas marinas y mixohalinas**
Yuri B. Okolodkov
Roberto Blanco-Pérez
- 327 **Amenazas a los recursos hídricos**
Octavio Pérez-Maqueo
Lyssette Muñoz-Villers
Gabriela Vázquez
Miguel E. Equihua Zamora
Pedro León Romero
- 339 **Estudio de caso. La biodiversidad es clave en las funciones de los ecosistemas**
Octavio Pérez-Maqueo
- 341 **Amenazas al ambiente marino veracruzano**
Carlos González-Gándara

SECCIÓN V

LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO Y ALGUNAS DE SUS AMENAZAS

- 349 **Resumen Ejecutivo**
Eugenia J. Olguín
- 351 **Focos rojos para la conservación de la biodiversidad**
Edward Alan Ellis
Marisol Martínez Bello
Roberto Monroy Ibarra
- 369 **La contaminación del agua**
Eugenia J. Olguín
Gabriel Mercado Vidal
María Elizabeth Hernández
- 381 **Amenazas a la biodiversidad asociadas a la producción de azúcar y etanol**
Eugenia J. Olguín
Gabriel Mercado Vidal
Gloria Sánchez-Galván
- 391 **La producción de café como amenaza a la biodiversidad**
Eugenia J. Olguín
Gloria Sánchez-Galván
Gabriel Mercado Vidal

SECCIÓN VI

TRANSFORMAR LAS AMENAZAS EN OPORTUNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- 399 **Resumen Ejecutivo**
Eugenia J. Olguín
- 401 **Uso sustentable de los bosques de montaña: la meta**
Lázaro R. Sánchez-Velásquez
María del Rosario Pineda-López
José Luis Zúñiga-González
- 415 **Oportunidades para la producción sustentable de azúcar y etanol**
Eugenia J. Olguín
Gabriel Mercado Vidal
Gloria Sánchez-Galván
- 425 **Estrategias para la producción sustentable de café**
Eugenia J. Olguín
Gloria Sánchez-Galván
Gabriel Mercado Vidal
- 439 **Hongos comestibles: una alternativa sustentable de aprovechamiento de los recursos genéticos y agroforestales**
Dulce Salmones Blásques
Rosario Medel Ortiz
Rigoberto Gaitán-Hernández
Gerardo Mata Montes de Oca

SECCIÓN VII

SISTEMAS PRODUCTIVOS Y ALTERNATIVAS ECONÓMICAS SUSTENTABLES

- 451 **Resumen Ejecutivo**
Cesáreo Landeros Sánchez
- 453 **El agroecosistema, unidad de estudio y transformación de la diversidad agrícola**
Juan Pablo Martínez Dávila
Felipe Gallardo López
Lissette C. Bustillo García
Arturo Pérez Vázquez
- 463 **Diversificación de cultivos**
Cesáreo Landeros-Sánchez
Juan Carlos Moreno-Seceña
Esteban Escamilla-Prado
Romeo Ruiz-Bello

- 477 **Impacto de la agricultura sobre la biodiversidad**
Cesáreo Landeros-Sánchez
Juan Carlos Moreno-Seceña
Louri Nikolskii Gavrilov
Oktiabrina Bakhlaeva Egorova
- 492 **Estudio de caso: Pérdida de suelo y nutrientes en un entisol con prácticas de conservación en Los Tuxtlas, Veracruz, México**
Sergio Uribe-Gómez
Néstor Francisco-Nicolás
Antonio Turrent-Fernández
- 493 **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
- 502 **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
- 503 **Estudio de caso 2: Relaciones de riqueza de especies de epífitas con el tamaño de los árboles**
Alejandro Flores-Palacios
José G. García-Franco
- 504 **Estudio de caso 3: Estructura de la comunidad de epífitas en árboles remanentes aislados**
Alejandro Flores-Palacios
José G. García-Franco
- 505 **Ecología**
Cesáreo Landeros-Sánchez
Juan Carlos Moreno-Seceña
Juan Pablo Martínez-Dávila
Óscar L. Palacios-Vélez
- 516 **Estudio de caso: Estudio de calidad del agua del río La Antigua, Veracruz**
Octavio Ruíz Rosado
- 517 **La biodiversidad pesquera y acuícola: Su preservación a través de sistemas de calidad**
Fabiola Lango Reynoso
María del Refugio Castañeda Chávez

- 529 **Estudio de caso: Determinación de buenas prácticas en producción de tilapia en granjas acuícolas**
María del Refugio Castañeda Chávez
Fabiola Lango Reynoso
- 531 **Turismo alternativo y uso sustentable de la biodiversidad**
Martha Elena Nava Tablada
Felipe Gallardo López
Itzel Díaz Juárez
Pernilla Fajersson
- 541 **Estudio de caso: Ecoturismo campesino selva El Marinero**
Gustavo López Pardo

La biodiversidad de los humedales



Patricia Moreno-Casasola
Dulce María Infante Mata
Hugo López-Rosas
Luis Alberto Peralta Peláez
Gonzalo Castillo-Campos
Ana Cecilia Travieso-Bello
Wendy Ariana Méndez Cortina
Graciela Sánchez-Ríos

INTRODUCCIÓN

Los humedales han jugado un papel muy importante para la humanidad en todos los continentes. Los valles fértiles del Nilo, Éufrates y Tigris dieron lugar a las culturas de los egipcios y sumerios (Boule, 1994). En América sucedió algo equivalente. En las regiones americanas de grandes humedales como el Amazonas, la densidad de población fue de 10 a 20 veces mayor que en las tierras altas de los alrededores (Denevan, 1976). En México, varias culturas guardaron una estrecha relación con los humedales. Rojas (1990) caracteriza los tipos de agricultura prehispánica y describe una agricultura intensiva en los pantanos y zonas más drenadas, sobre campos elevados (pasillos en los que se ha elevado el nivel del suelo combinados con zanjas) y chinampas. Los olmecas

surgieron en las planicies costeras inundables del sur de Veracruz y Tabasco, zona intensamente irrigada por los numerosos afluentes de los ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá (Coe y Diehl, 1980).

Los ecosistemas de humedales se definen como las zonas de transición entre sistemas terrestres y acuáticos en donde el manto freático normalmente está en o cerca de la superficie, o bien el suelo se cubre con agua poco profunda. Se considera que un humedal debe tener uno o más de los siguientes tres atributos: 1) por lo menos periódicamente, el suelo soporta predominantemente plantas hidrófitas; 2) el sustrato es predominantemente suelo hídrico no drenado; y 3) el sustrato se satura con agua o se cubre con agua poco profunda en algún momento durante la estación de crecimiento de cada año (Cowardin *et al.*, 1979). La convención Ramsar* de

* La Convención sobre los Humedales firmada en Ramsar, Irán, en 1971, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. Hay actualmente 154 Partes Contratantes en la Convención y 1 650 humedales, con una superficie total de 149.6 millones de hectáreas, designados para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar (<http://www.ramsar.org/indexsp.htm>).

humedales prioritarios da una definición mucho más amplia: como “ecosistemas tanto naturales como artificiales que se caracterizan por estar permanente o temporalmente inundados, ya sea por aguas dulces, estuarinas (salobres) o salinas, las cuales pueden estar estancadas o corrientes e incluyen las regiones ribereñas, costeras y marinas que no excedan los seis metros de profundidad con respecto al nivel medio de las mareas bajas”.

Los humedales conjuntan una enorme variedad de comunidades vegetales con distinta composición, formas de vida y estructura. Frecuentemente se les considera como un solo tipo de ecosistema, comparable a los bosques o pastizales. Sin embargo, los humedales conjuntan gran parte de la variabilidad ambiental que se puede encontrar entre los ecosistemas más secos y forman una serie de tipos que de manera general son comparables, difiriendo principalmente en su grado de humedad o inundación (Wheeler *et al.*, 2002). Así, los humedales incluyen los manglares, marismas, selvas inundables, bosques y selvas riparios, comunidades con vegetación flotante ya sea libre flotadora o enraizada, con vegetación sumergida, tulares, popales, carrizales, palmares, entre otros. Los humedales de México ocupan una extensión mayor en la costa que en tierra adentro. Pueden tener tamaños variados desde unos cuantos metros cuadrados hasta cientos de hectáreas (Mitsch y Gosselink, 2000), con formas distintas dependientes de la geomorfología; los hay de agua dulce, salobre y salados. Se distribuyen desde las zonas marinas (arrecifes, playas), deltas de ríos, esteros, lagunas, hasta la zona montañosa. En el estado de Veracruz convergen todas estas zonas, formando una gran variedad de ambientes que favorecen la presencia de humedales.

La vegetación juega un papel importante en el mantenimiento de la diversidad biológica ya que es la fuente de alimento de muchos animales y un lugar propicio para la anidación y refugio de especies de taxa de peces, insectos, mamíferos, reptiles, aves y anfibios entre otros (Cronk y Fennessy, 2001; Peralta-Peláez, 2007).

El objetivo principal de este trabajo es reunir la información ambiental y florística de los humedales veracruzanos. Para ello se revisó la información disponible: (Orozco y Lot, 1976; Gutiérrez, 1985; Cházaro, 1986; Gutiérrez y Zolá, 1987; Siemens *et al.*, 1988; Lot, 1991; Moreno-Casasola *et al.*, 1996; Lot *et al.*, 1998; Santiago *et al.*, 1998; Vázquez, 1998; Lot *et al.*, 1999; Travieso-Bello, 2000; Castillo-Campos y Medina, 2002; Madrigal, 2003; Lot, 2004; López *et al.*, 2006, Castillo-Campos y Travieso-Bello, 2006, Peralta-Peláez, 2007, Moreno-Casasola *et al.*, 2009) y se llevó a cabo una consulta a la base de datos del Herbario XAL (Instituto de Ecología A.C.). Además se revisaron las fichas de los sitios RAMSAR en Veracruz (http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?pageid=53,3840615&_dad=portal&_schema=PORTAL). Se consultaron los diversos fascículos de la *Flora de Veracruz* y de la base de datos de nomenclatura botánica Missouri Botanical Garden's VAST (VAscular Tropicos) (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>), para la validación de los nombres científicos. Ello permitió conjuntar una primera lista de especies asociadas a humedales. Este listado sirvió de base para calcular el número de especies y familias, la forma de crecimiento predominante y el tipo de humedal en que se reportaban. La información generada y analizada proporciona elementos para establecer necesidades de colecta, investigación, conservación y manejo de la flora de humedales del estado, y da una idea de la riqueza existente y la necesidad de contar con planes de manejo para su conservación.

AMBIENTE FÍSICO

La compleja fisiografía del estado, la heterogeneidad climática, la extensa planicie costera y la abundancia de lluvias, que conforman una extensa red de ríos y arroyos, ayudan a explicar la riqueza de humedales que se presentan en el estado de Veracruz, y que abarcan desde los de montaña hasta los costeros.

FLORA

Se registraron un total de 209 familias conformadas y un total de 1 504 especies (apéndice IV.2). El cuadro 1 muestra las familias que registraron más de 10 géneros. La familia Poaceae fue la que tuvo más especies (115 especies y 46 géneros) seguido por la familia Asteraceae, con el mayor número de géneros (60) y con 100 especies. La familia Cyperaceae registró 11 géneros y 75 especies y la Fabaceae 35 géneros y 74 especies.

Las especies de los humedales incluyen aquellas pertenecientes a la vegetación acuática y subacuática (*sensu* Lot *et al.*, 1993) o hidrófila, y son especies que ocurren casi siempre bajo condiciones naturales de humedales y que requieren de la inundación aunque sea temporalmente para completar su ciclo de vida. También hay especies facultativas y son aquellas que pueden presentarse tanto en humedales como no humedales y se pueden dividir en función de qué tan frecuente u ocasional es su presencia en estos ecosistemas. Finalmente están las especies terrestres, es decir, aquellas que raramente se encuentran en los humedales. Ambos extremos son las más fáciles de identificar, pues muchas de estas especies son indicadoras de condiciones.

De acuerdo con Novelo y Ramos (2005), el estado de Veracruz es uno de los estados mejor conocidos desde el punto de vista botánico, en cuanto a vegetación acuática estricta (hidrófitas) se refiere. En 1991 Lot desarrolló un estudio sobre la flora acuática del estado de Veracruz y registró cuatro familias de pteridofitas (con ocho especies), una de gimnospermas (una especie), 20 de monocotiledóneas (61 especies), y 42 de dicotiledóneas (95 especies), dando un total de 165 especies. De la flora reportada, 78 corresponden a herbáceas acuáticas, 47 a herbáceas subacuáticas, 30 a árboles, seis a arbustos y cuatro a arborescentes (palmas, bambú). De las herbáceas acuáticas, el 39 % fueron enraizadas emergentes, el 18 % enraizadas de hojas flotantes, 29 % enraizadas sumergidas y 14 % libremente

CUADRO 1. Familias de plantas presentes en los humedales del estado de Veracruz. Se presentan únicamente familias con 10 o más géneros.

FAMILIAS	ESPECIES	GÉNEROS
Poaceae	115	46
Asteraceae	100	60
Cyperaceae	75	11
Fabaceae	74	35
Rubiaceae	47	27
Euphorbiaceae	46	17
Solanaceae	42	12
Mimosaceae	36	12
Melastomataceae	35	15
Acanthaceae	29	14
Verbenaceae	28	15
Lamiaceae	24	7
Moraceae	23	8
Convolvulaceae	22	7
Orchidaceae	22	14
Amaranthaceae	20	10
Malvaceae	19	13
Onagraceae	18	5
Caesalpinaceae	18	6
Boraginaceae	18	6
Piperaceae	16	2
Bignoniaceae	16	13
Polygoniaceae	16	3
Lythraceae	15	5
Myrtaceae	14	7
Pteridaceae	13	7
Cucurbitaceae	12	9
Bromeliaceae	11	3
Areaceae	11	8

flotantes. Entre las leñosas, el 50 % se localizaron en ambientes riparios, 40 % en zonas inundadas sin corriente y 10 % en ambientes salinos o salobres. En el mismo estudio, además de las hidrófitas, se registraron 90 especies asociadas a humedales.

En la figura 1 puede verse que hay comunidades, y sobre todo regiones, en las que se han reali-

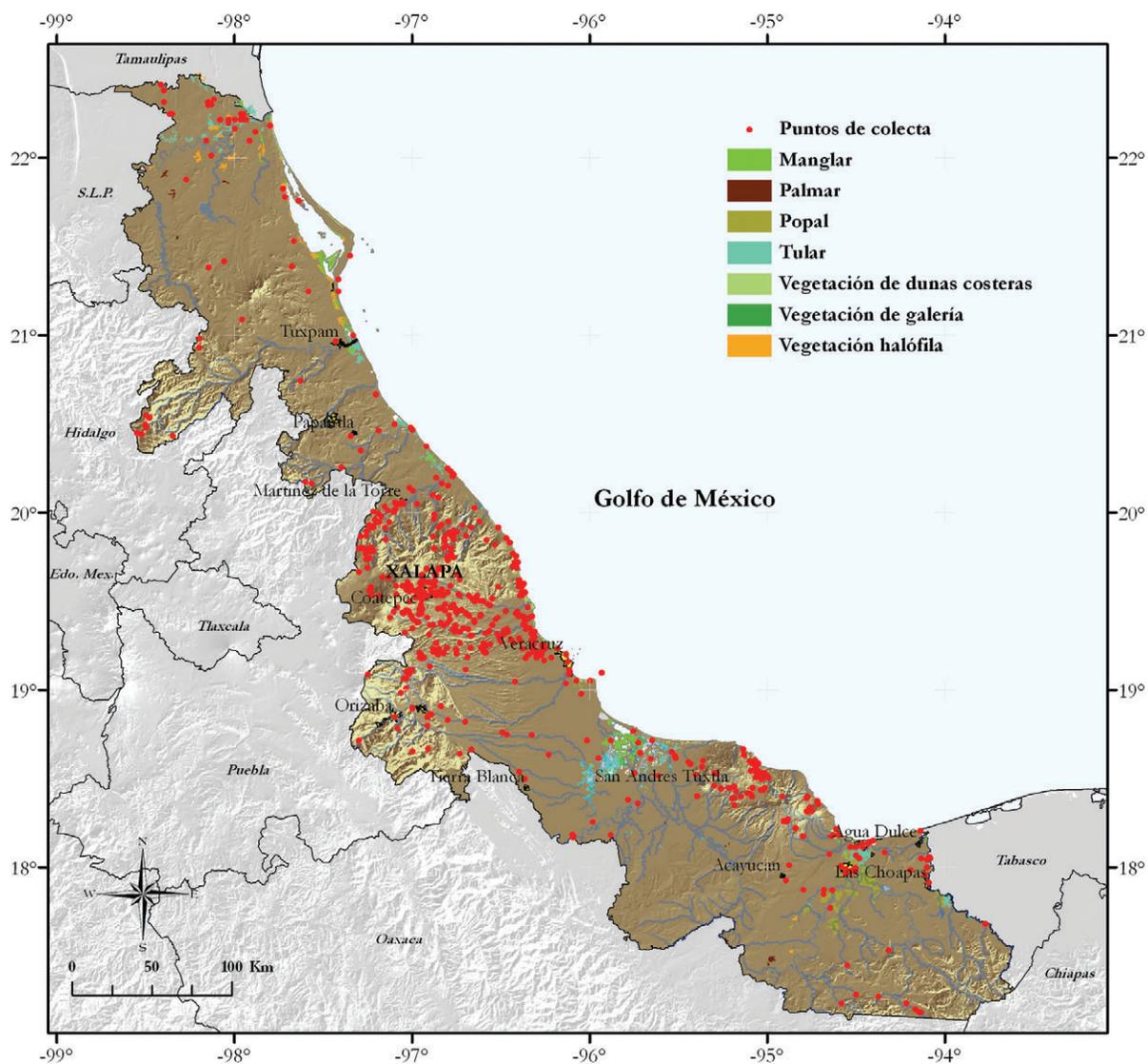


FIGURA 1. Distribución de los humedales en Veracruz y de las colectas georreferenciadas de plantas de humedales depositadas en el Herbario XAL (Instituto de Ecología, A.C.). Elaborada por Rosario Landgrave.

zado numerosas colectas, sobre todo en las cuencas de la zona centro del estado, Actopan y Jamapa, los ríos Bobos y Diamante, y al sur las lagunas de Alvarado, Catemaco y Sontecomapan. En cambio, hay otras zonas en las cuales hay humedales importantes y el esfuerzo de colecta es aún escaso, por ejemplo, al norte del estado en la parte alta del río

Pánuco y las lagunas Tames y Chairel, laguna de Tamiahua, el río Tuxpan y la laguna de Tampamachoco, el río Cazones y el San Marcos, el complejo hidrológico del río Necaxa y Tecolutla, además del río Nautla. Mientras que en la zona centro, en los humedales que se forman por el río Atoyac, y en la zona sur, en la región del río Muer-

tos, el Papalopan, San Juan, el río Coatzacoalcos, el Uxpanapa y el río Tonalá, ha habido poco esfuerzo para realizar colectas.

En el presente trabajo, el análisis del tipo de humedal donde se colectó cada especie muestra que el mayor porcentaje de especies corresponde a los bosques y selvas ribereñas (figuras 2a y 2b), seguido por los tulares-popales (figuras 3 y 4) y las selvas inundables (figura 5). Los valores aparecen en el cuadro 2 (ver apéndice IV.2). Para el manglar (figura 6) se registraron aparte de las cuatro especies de mangle, 91 especies más como acompañantes, lo que muestra que los manglares pueden ser más diversos de lo que regularmente se considera, aunque el número de individuos sea bajo (ver trabajo de Travieso-Bello, 2000). Los palmares posiblemente estén submuestreados y un trabajo más detallado puede registrar un mayor número de especies, ya que simplemente a nivel de esta comunidad, en Veracruz existen los palmares de *Sabal mexicana* (figura 7), *Attalea butyraceae* (Mutis ex L.F.) Wess Boer, *Roystonea dunlapiana* P.H. Allen y *R. regia* (Kunth) O.F. Cook (figura 8), *Acelorraphe wrightii* (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc. Finalmente, el potrero con pastizal inundable (figura 9) presentó 57 especies.

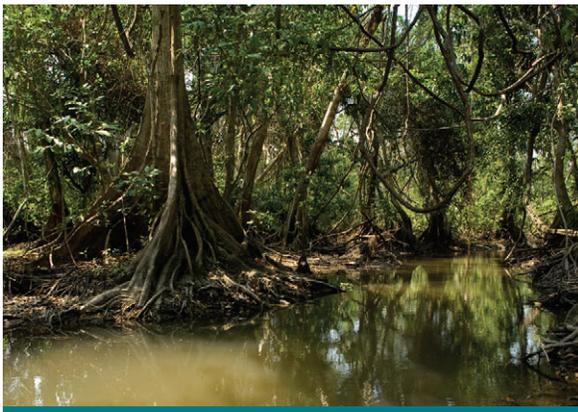


FIGURA 2. a) Selva inundable riparia dominada por zapote o apompo (*Pachira aquatica*), Ciénega del Fuerte, municipio de Tecolutla (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).

Representa una comunidad transformada por las actividades humanas, principalmente la ganadería o el cultivo de arroz, pero que aún mantiene características del humedal, como son los suelos o el régimen de inundación, aunque éste haya sido parcialmente modificado. Pudo haber sido anteriormente un popal, un tular o aún una selva inundable. Hoy en día constituye una comunidad frecuente en la planicie costera de Veracruz.

La forma de crecimiento más frecuente de las especies de humedales en Veracruz fueron las hierbas (55 %), seguida por los arbustos (19 %), los árboles (18 %), y las lianas y bejucos (8 %) (cuadro 3). Se registraron tres cactáceas y once palmas.

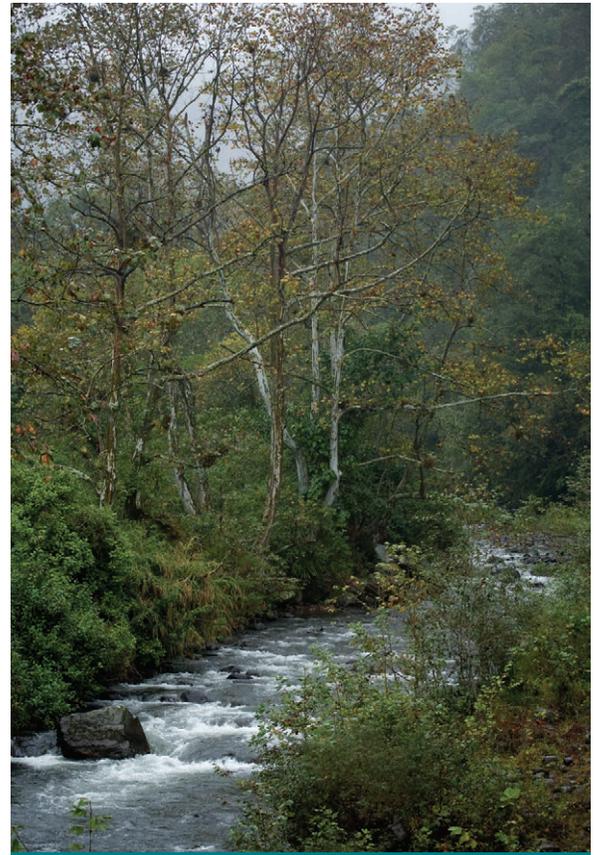


FIGURA 2. b) bosque de galería dominado por hayas (*Platanus mexicana*) en los alrededores de Xalapa (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).



FIGURA 3. Tular dominado por *Typha domingensis* en la zona de La Mancha, municipio de Actopan (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).



FIGURA 4. Popal de *Sagittaria lancifolia* en La Mancha, municipio de Actopan (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).



FIGURA 5. Selva inundable dominada por *Ammonia glabra*, y la libre flotadora *Pistia stratiotes*, localizada en la zona norte de la laguneta interdunaria de La Mancha (Centro de Investigaciones Costeras La Mancha), municipio de Actopan (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).



FIGURA 6. Manglar dominado por *Rhizophora mangle*, en Caño Grande en la laguna La Mancha, municipio de Actopan (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).



FIGURA 7. Palmar de *Sabal mexicana* (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).

CUADRO 2. Número de especies registradas para cada tipo de humedal.

TIPO DE HUMEDAL	NÚMERO DE ESPECIES	PORCENTAJE
Vegetación ribereña	1010	38
Bosque tropical perennifolio	564	21
Bosque tropical caducifolio	242	9
Vegetación acuática	208	8
Tular-Popal	199	6.9
Selva inundable	153	6
Pastizal	116	4
Manglar	96	3.8
Potrero inundable	57	1.8
Palmar inundable	26	0.9
Playa	8	0.4
Hondonada de duna	6	0.2

Se mantuvo el nombre de la comunidad vegetal reportada por los autores o en los ejemplares de herbario. El porcentaje se obtuvo a partir del total de especies registradas en todos los ambientes.

CUADRO 3. Formas biológicas de las especies de humedales, se muestra su abundancia en porcentaje.

FORMA DE CRECIMIENTO	NÚMERO DE ESPECIES	PORCENTAJE
Árbol	258	18
Arborescente	5	0.1
Arbusto	290	19
Lianas o bejucos	125	8
Hierbas	823	55

ENDEMISMOS Y ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN

De las 1 504 especies registradas, únicamente el 2 % (23 especies), está incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002) (cuadro 4). Respecto de las especies protegidas 8 están sujetas a protección especial, 13 amenazadas y dos en peligro de extinción. Estas últimas son: *Ceratozamia miqueliana* (Zamiaceae) y *Ormosia isthmensis* Standl. En el caso de la orquídea *Laelia anceps*, la subespecie *dawsonii* es la que se

encuentra en la Norma, al igual que en el caso de la Rubiaceae *Crusea hispida* subsp. *grandiflora* (Paul G. Wilson) Borhidi. La figura 10 muestra una imagen de *Laelia anceps*.



FIGURA 8. Palmar de *Roystonea dunlapiana* (palma yagua) (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).



FIGURA 9. Humedal transformado a pastizal y utilizado como potrero inundable en la zona de La Mancha, municipio de Actopan. Los potreros inundables son un paisaje común en el estado de Veracruz. En este caso la especie dominante es *Echinochloa pyramidalis* (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).

CUADRO 4. Listado de especies de humedales sujetas a alguna categoría de protección según NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002).

ESPECIE	FAMILIA	CATEGORÍA DE PROTECCIÓN	DISTRIBUCIÓN
<i>Bravaisia integerrima</i> (Spreng.) Standl.	Acanthaceae	A	No endémica
<i>Saurauia pedunculata</i> Hook. 1	Actinidiaceae	Pr	No endémica
<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schltld.) Micheli	Alismataceae	A	No endémica
<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart. ex Schult. & Schult. f.) Buchenau	Alismataceae	A	No endémica
<i>Spondias mombin</i> L. 2	Anacardiaceae	A	No endémica
<i>Roystonea dunlapiana</i> P.H. Allen	Arecaceae	Pr	No endémica
<i>Carpinus caroliniana</i> Walter	Betulaceae	A	No endémica
<i>Tillandsia imperialis</i> E. Morren ex Mez	Bromeliaceae	A	No endémica
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Combretaceae	Pr	No endémica
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.	Combretaceae	Pr	No endémica
<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	A	No endémica
<i>Tetrorchidium rotundatum</i> Standl.	Euphorbiaceae	A	No endémica
<i>Ormosia isthmensis</i> Standl.	Fabaceae	P	No endémica
<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	Juglandaceae	A	No endémica
<i>Magnolia schiedeana</i> Schltld.	Magnoliaceae	A	No endémica
<i>Marattia weinmanniifolia</i> Liebm.	Marattiaceae	Pr	No endémica
<i>Nelumbo lutea</i> Willd.	Nelumbonaceae	A	No endémica
<i>Nuphar luteum</i> Sibth. & Sm.	Nymphaeaceae	A	No endémica
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	Pr	No endémica
<i>Symplocos coccinea</i> Bonpl.	Symplocaceae	Pr	No endémica
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Verbenaceae	Pr	No endémica
<i>Ceratozamia miqueliana</i> H. Wendl.	Zamiaceae	P	Endémica
<i>Zamia loddigesii</i> Miq.	Zamiaceae	A	No endémica

Categorías de protección: PE= En peligro de extinción; A= Amenazadas y Pr= Sujetas a protección especial. 1. *Saurauia pedunculata* Hook. aparece con el sinónimo *Saurauia serrata* D.C. en la NOM 059; 2. *Spondias mombin* L. aparece con el sinónimo *Spondias radlkoferi* J.D. Smith. en la NOM 059.



FIGURA 10. Imagen de *Laelia anceps* (Orchidaceae) (Foto: Phil Brewster).

Las cuatro especies de mangle están sujetas a protección especial y son el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*). Ello ha permitido que para el ecosistema de manglar existan leyes específicas para su protección en nuestro país.

Otras especies herbáceas de humedales se encuentran amenazadas (A) e incluyen tanto especies hidrófilas como facultativas. Entre ellas está el nenúfar amarillo (*Nuphar luteum*). Esta especie se encuentra en espacios de agua abiertos y de poca corriente, al igual que *Nymphaea ampla*, especie común en los humedales de Veracruz (figura 11).

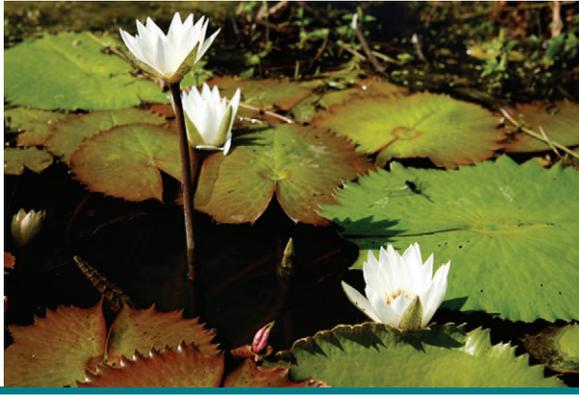


FIGURA 11. Imagen de *Nymphaea ampla* (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).

ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Hay especies que se han introducido de manera accidental y en ocasiones deliberada, y que están produciendo problemas importantes en los humedales. La Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) enlista las 100 especies invasoras más dañinas e incluye al lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), la caña (*Arundo donax*), el arbusto *Mimosa pigra* (Junk, 2002), el mosquito de la malaria (*Anopheles quadrimaculatus*), y la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*). El lirio acuático fue introducido durante el Porfiriato (Cervantes y Rojas, 2000), asociado probablemente a prácticas piscícolas y a partir de entonces ha invadido numerosos cuerpos de agua y presas (Niño y Lot, 1983), obligando a mantener un programa constante de limpieza que, desafortunadamente, las políticas estatales y municipales no contemplan. Otra planta que ha empezado a invadir los cuerpos de agua de México es *Hydrilla verticillata* (Novelo y Martínez, 1989), en Tamaulipas, aunque aún no hay reportes para Veracruz.

Por otro lado, para incrementar la productividad pecuaria se han introducido muchas especies forrajeras de manera deliberada. El siglo XX trajo consigo la introducción de pastos mejorados y pastos exóti-

cos, sobre todo africanos a las zonas tropicales (Parsons, 1972), destacando el zacate pará (*Brachiaria mutica*) y diversas especies de pasto alemán (*Echinochloa colonum*, *E. crusgalli* y *E. pyramidalis*). Estas últimas son muy tolerantes a la inundación (COTECOCA, 1991). Estudios realizados muestran que esta última es difícil de erradicar y altera las propiedades físico-químicas del humedal, reduciendo la permeabilidad del suelo y por tanto alterando las funciones y servicios ambientales que presta el humedal (Travieso-Bello, 2005; Travieso-Bello *et al.*, 2005; López-Rosas, 2007; López-Rosas *et al.*, 2006).

El análisis de la información sobre la biodiversidad de los humedales veracruzanos permitió saber la situación actual del conocimiento en esta área. Las 1 504 especies registradas son un ejemplo de la diversidad vegetal asociada a las diversas fuentes de agua y de la heterogeneidad fisiográfica del estado. La diversidad de plantas de humedales seguramente aumentará y muchas de este listado se desecharán conforme se incrementen los muestreos y el conocimiento de la ecología de las plantas, ya que en Veracruz existen áreas de humedales en las que para tener una visión objetiva de la riqueza vegetal que albergan hace falta un esfuerzo de muestreo y la generación de mayor conocimiento sobre estos ecosistemas. Cabe hacer notar que en el listado se incluyen plantas como el cacto, *Opuntia stricta*, que no se asocia con humedales, sin embargo, es una especie frecuente en las hondonadas o depresiones de los sistemas de dunas costeras, los cuales en años muy húmedos se inundan por varias semanas y esta especie es capaz de sobrevivir. Otro ejemplo es *Ceratozamia miqueliana*, colectada en las selvas del sur de Veracruz, las cuales en algunas épocas del año tienen suelos anegados. Quedan aspectos pendientes por abordar como la distribución de las especies, su nivel de tolerancia a la inundación, la distribución de las especies invasoras y sus efectos sobre la flora y fauna nativa y sobre los ecosistemas en general, la ecología de los distintos tipos de ecosistemas

y, sobre todo, el estado de conservación tanto de los humedales como las amenazas que pesan sobre las fuentes de agua asociadas a los humedales.

Según Arriaga-Cabrera *et al.* (2000), dentro de las 76 ecorregiones prioritarias más importantes para la conservación en el estado de Veracruz están los ríos San Juan, Pánuco, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta. Dentro de esta clasificación, las ecorregiones hidrológicas con la prioridad más alta para la conservación se encuentran en los estados de Tamaulipas-Veracruz, por ser consideradas mundialmente importantes y como zonas críticas y en peligro. Esto se ve reflejado en la denominación de nueve sitios Ramsar en Veracruz de 2002 a 2006. Estos son Cascadas de Texolo y su entorno, humedales de la Laguna La Popotera y de La Mancha y El Llano, Laguna de Tamiahua, Manglares de Sontecomapan, Manglares y humedales de Tuxpan, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Sistema de Lagunas Interdunarias de la ciudad de Veracruz y Sistema Lagunar Alvarado (Conanp, 2006).

LITERATURA CITADA

- ARRIAGA-CABRERA, L., V. Aguilar Sierra y J.S. Alcocer-Durand, 2000, *Aguas continentales y diversidad biológica de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 327 pp.
- BOULE, M.E., 1994, An early history of wetland ecology, en W.J. Mitsch (ed.), *Global Wetlands: Old World and New*, Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, pp. 57-74.
- CASTILLO-CAMPOS, G. y M. Medina, 2002, *Árboles y arbustos de la reserva natural de La Mancha, Veracruz*, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., 144 pp.
- CASTILLO-CAMPOS, G. y A.C. Travieso-Bello, 2006, Flora; en P. Moreno-Casasola (ed.), *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha*, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., pp. 169-202.
- CERVANTES, J.M.S. y T. Rojas, 2000, Introducción del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) a México durante el Porfiriato, *Quipa* 13(2):177-190.
- COE, M.D. y R.A. Diehl, 1980, *In the Land of the Olmec: the Archaeology of San Lorenzo Tenochtitlan*, vol. I, University of Texas Press.
- CONANP, 2006, *Humedales prioritarios de México*, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F., 80 pp.
- COTECOCA, 1991, *Las gramíneas de México*, t. III, SARH, México.
- COWARDIN, L.M., V. Carter, F.C. Golet y E.T. LaRoe, 1979, *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., 131pp.
- CRONK, J.K. y M.S. Fennessy, 2001, *Wetlands plants, biology and ecology*, Lewis Publishers, Baton Rouge, 440 pp.
- CHÁZARO, M., 1986, *La vegetación*, serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos, Centro de Ecodesarrollo, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 87 pp.
- DENEVAN, W.M., 1976, The Aboriginal population of Amazonia, en W.M. Denevan (ed.), *The Native Population of the Americas*, University of Wisconsin Press, Madison, pp. 205-234.
- GUTIÉRREZ, B.C., 1985, *Descripción de la vegetación de la zona inundable de Nevertá, Ver.*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 96 pp.
- GUTIÉRREZ, B.C. y M. Zolá, 1987, Hidrófitas de Nevertá, Veracruz, México, *Biótica* 12(1): 21-34. (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>) (<http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?paqid=53.3840615&dad=portal&schema=PORTAL>)
- JUNK, W.J., 2002, Long-term environmental trends and the future of tropical wetlands, *Environmental Conservation* 29: 414-435.
- LÓPEZ-ROSAS, H., P. Moreno-Casasola y I.A. Mendelshon, 2006, Effects of experimental disturbances on a

- tropical freshwater marsh invaded by the african grass *Echinochloa pyramidalis*, *Wetlands* 26(2): 593-604.
- LÓPEZ-ROSAS, H., 2007, *Respuesta de un humedal transformado por la invasión de la gramínea exótica Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. & A. Chase a los disturbios inducidos (cambios en el hidropериodo, apertura de espacios y modificación de la intensidad lumínica)*, tesis doctoral, Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos, Instituto de Ecología, Xalapa, 142 pp.
- LOT, A., 1991, *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 226 pp.
- , 2004, Flora y Vegetación de humedales de agua dulce en la zona costera del Golfo de México, en M. Caso, I. Pisanty & E. Ezcurra (eds.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, pp. 521-553.
- LOT, A., A. Novelo y P. Ramírez-García, 1993, Diversity of Mexican Aquatic Vascular Plant Flora, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, (eds.), *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 577-591.
- LOT, A., A. Novelo, M. Olvera y P. Ramírez-García, 1999, *Catálogo de angiospermas acuáticas de México*, serie Cuadernos del Instituto de Biología 33, Instituto de Biología, UNAM, México, 161 pp.
- LOT, A., A. Novelo y P. Ramírez-García, 1998, Diversity of mexican aquatic vascular plant flora, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot. y J. Fa (eds.), *Biological Diversity of Mexico. Origins and distribution*, Nueva York, pp. 577-591.
- MADRIGAL, C.R.J., 2003, *Estructura de la vegetación riparia y producción de hojarasca en selva continua y riparios que atraviesan potreros en la Sierra de los Tuxtlas, Ver. México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., México, 126 pp.
- MITSCHE, W.J. y J.G. Gosselink, 2000, *Wetlands*, J. Wiley & Sons. Inc., Nueva York, 920 pp.
- MORENO-CASASOLA, P., H. López-Rosas y S. Garza, 1996, La vegetación de los humedales Mexicanos, en F.J. Abarca y M. Cervantes (eds.), *Manual para el manejo y conservación de los humedales de México*, Publicación especial bajo colaboración de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Ecología, U.S. Fish and Wildlife Service, Arizona Game and Fish Department y Wetlands International the Americas-Prorama México.
- MORENO-CASASOLA P., López-Rosas H., Infante-Mata D., Peralta-Peláez L., Travieso-Bello A. y Warner B. 2009. Environmental and anthropogenic factors associated with coastal wetland differentiation in La Mancha, Veracruz, Mexico. *Plant Ecology* 200 (1): 37-52.
- NIÑO, M.S. y A. Lot, 1983, Estudio demográfico del lirio acuático *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms: dinámica de crecimiento en dos localidades selectas de México, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 45: 71-83.
- NOVELO, A. y M. Martínez, 1989, *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae), problemática maleza acuática de reciente introducción en México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Botánica 67(2): 303-327.
- NOVELO, A. y L. Ramos, 2005, Vegetación acuática, en: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (eds.), *Biodiversidad del estado de Tabasco*, Instituto de Biología/UNAM/Conabio, México, pp. 111-135.
- OROZCO, S.A. y A. Lot, 1976, La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz, *Biotica* 1(1): 1-44.
- PARSONS, J.J., 1972, Spread of African pasture grasses to the American tropics, *Journal of Range Management* 25: 12-17.
- PERALTA PELÁEZ, L.A., 2007, *Índices biológicos integrados de la salud de las lagunas interdunarias*, doctorado en Ecología y Manejo de Recursos, Instituto de Ecología, Xalapa. Ver.
- ROJAS, R.T., 1990, La agricultura en la época prehispánica, en Rojas, R.T. (coord.), *La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días*, Conaculta/Grijalbo, pp. 15-138.

- SANTIAGO, C.E., M. Vázquez Torres, L. Torres Hernández, J. Alejandro Rosas, H. Barney Guillermo, 1998, Vegetación del humedal de Alvarado, en G. Silva-López, G. Vargas-Montero y J.V. Toro (eds.), *Reflejos de la cuenca baja del Papaloapan, Veracruz*, Gobierno del Estado de Veracruz.
- SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación*, México.
- SIEMENS, A.H., R.J. Hebda, M. Navarrete-Hernández, D.R. Piperno, J.K. Stein y M.G. Zolá-Báez, 1988, Evidence for a cultivar and a chronology from patterned wetlands in Central Veracruz, Mexico, *Science* 242: 105-107.
- TRAVIESO-BELLO, A.C., 2000, *Biodiversidad del paisaje costero de La Mancha, Actopan, Veracruz*, tesis de maestría, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., México.
- , 2005, *Evaluación de indicadores de sustentabilidad de la ganadería bovina en la costa de Veracruz central, México*. tesis doctoral, Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver.
- TRAVIESO-BELLO, A.C., P. Moreno-Casasola y A. Campos, 2005, Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales, *Interciencia* 30(1): 12-18.
- VÁZQUEZ T.M., 1998, Humedal de Alvarado: diversidad vegetal, en Vázquez T. M. (ed.), *Biodiversidad y problemática en el humedal de Alvarado, Veracruz, México*, Universidad Veracruzana, Xalapa, pp. 143-168.
- WHEELER, B.D., R.P. Money y S.C., Shaw, 2002, Freshwater wetlands, en M.R. Perrow y A.J. Davy (eds.), *Handbook of Ecological Restoration. Restoration in practice*, Cambridge University Press, Cambridge, vol. 2, pp. 325-354.