LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO
SAN RAFAEL

Patricia Moreno-Casasola
Debora Lithgow
Ma. Luisa Martínez
Rubí E. Martínez Martínez
Rodolfo Silva Casarín
Gabriela Vázquez
Jorge López-Portillo
Edgar Mendoza Baldwin
Roberto Monroy Ibarra
Mariana Boy Tamborrell
Jorge Iván Cáceres Puig
Arturo Ramírez Hernández

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

SAN RAFAEL

Primera Edición 2019

D.R. © 2019 Instituto de Ecología, A.C.
Carretera antigua a Coatepec no. 351,
El Haya, Xalapa, Veracruz 91070, México
http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/

ISBN: 978-607-7579-85-4

marzo, 2019

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO SAN RAFAEL

ISBN: 978-607-7579-85-4

Patricia Moreno-Casasola
Debora Lithgow
Ma. Luisa Martínez
Rubí Esmeralda Martínez Martínez
Rodolfo Silva Casarín
Gabriela Vázquez
Jorge López-Portillo
Edgar Mendoza Baldwin
Roberto Monroy Ibarra
Mariana Boy Tamborrell
Jorge Iván Cáceres Puig
Arturo Ramírez Hernández

Publicación en línea:
http://www.inecol.mx/inecol/libros

Forma sugerida para citar este libro:
Moreno-Casasola, P., Lithgow, D., Martínez, M.L., Martínez-Martínez, R.E., Silva, R., Vázquez, G., López-Portillo, J., Mendoza, E., Monroy-Ibarra, R., Boy-Tamborell, M., Cáceres-Puig, J.I., Ramírez-Hernández, A., 2019. *La zona costera del municipio San Rafael.* UNAM; INECOL. 38pp.

El cuidado editorial de la obra *La zona costera del municipio San Rafael* estuvo a cargo de la Unidad de Promoción y Comunicación del Instituto de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, Ciudad de México.

Diseño:
Natalia Cristel Gómez Cabral
Oscar Daniel López Marín

Fotografía de portada:
Imagen Satelital Quickbird. Veracruz, México. Digital Globe, Gtt ImagIng, S.A. de C. V. Formato: TIFF. Longmont, Colorado: Digital Globe, 2014

CONTENIDO

Pág. 9 **CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES**
Caracterización socioeconómica
Población, grado de marginación, viviendas
Poblaciones rurales y urbanas en la zona costera
Actividades productivas

Pág. 13 **CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO**
Relieve
Alteraciones en las fuentes de sedimento
Aspectos relevantes en la dinámica sedimentaria

Pág. 17 **CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO**
Tipos de vegetación
Especies vegetales de la zona costera
Distribución y extensión de manglares
Caracterización de humedales
Caracterización de esteros

Pág. 27 **CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS**
Manglares
Humedales
Esteros

Pág. 29 **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**
Manejo de la zona marina, manglares, humedales de agua dulce y esteros.
Resumen de recomendaciones de manejo relevantes.

Pág. 37 **BIBLIOGRAFÍA**

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de de San Rafael se ubica en la región central de la costa del estado de Veracruz. Las coordenadas extremas de la zona costera estudiada son: 20°16'42.40'' N, 96°51'11.83'' W; 20°16'19.53'' N, 96°52'54.39'' W; 20°13'47.70'' N, 96°46'35.68'' W y 20°12'30.01'' N, 96°49'7.54'' W. La franja costera de San Rafael limita al norte con el municipio de Tecolutla, al sur con Nautla, al este con el Golfo de México y con Tecolutla, al oeste continúa con el mismo municipio de San Rafael. Este municipio no tiene litoral pero se considera costero por quedar comprendido dentro de la franja de 5 km. Esta zona de la costa veracruzana cuenta con 18 poblaciones rurales y ninguna localidad urbana (Figura 1).

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de San Rafael tiene 29,277 habitantes con una densidad poblacional de 100.3 habitantes/ km^2. El índice de desarrollo humano (IDH) es considerado como medio (0.7958). Sin embargo, de acuerdo con el Consejo Nacional para la evaluación de la Política de Desarrollo Social, el municipio tiene un desempeño inferior a la media nacional en los indicadores: proporción de población en situación de pobreza (46.2% nacional *vs* 61.8% municipal) y proporción de la población con carencias sociales (28.7% nacional *vs* 30.8% municipal) (CONEVAL 2010).

Destaca que la mayoría de los habitantes del municipio (92.6%), tiene al menos una carencia social y alrededor de la mitad de los habitantes (45.8%) tiene tres o más carencias. Además, el 79.8% de la población no tiene acceso a la seguridad social, el 64.1% tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 22.7% tiene ingresos inferiores al bienestar mínimo, el 42.8% carece de acceso a servicios de salud, el 14.8% habita en viviendas con algún nivel de hacinamiento, el 36.2% carece de agua entubada y el 9.9% de la población de 15 años o más es analfabeta (www.inegi.gob.mx).

San Rafael. Fotografía: Gerardo Sánchez V.

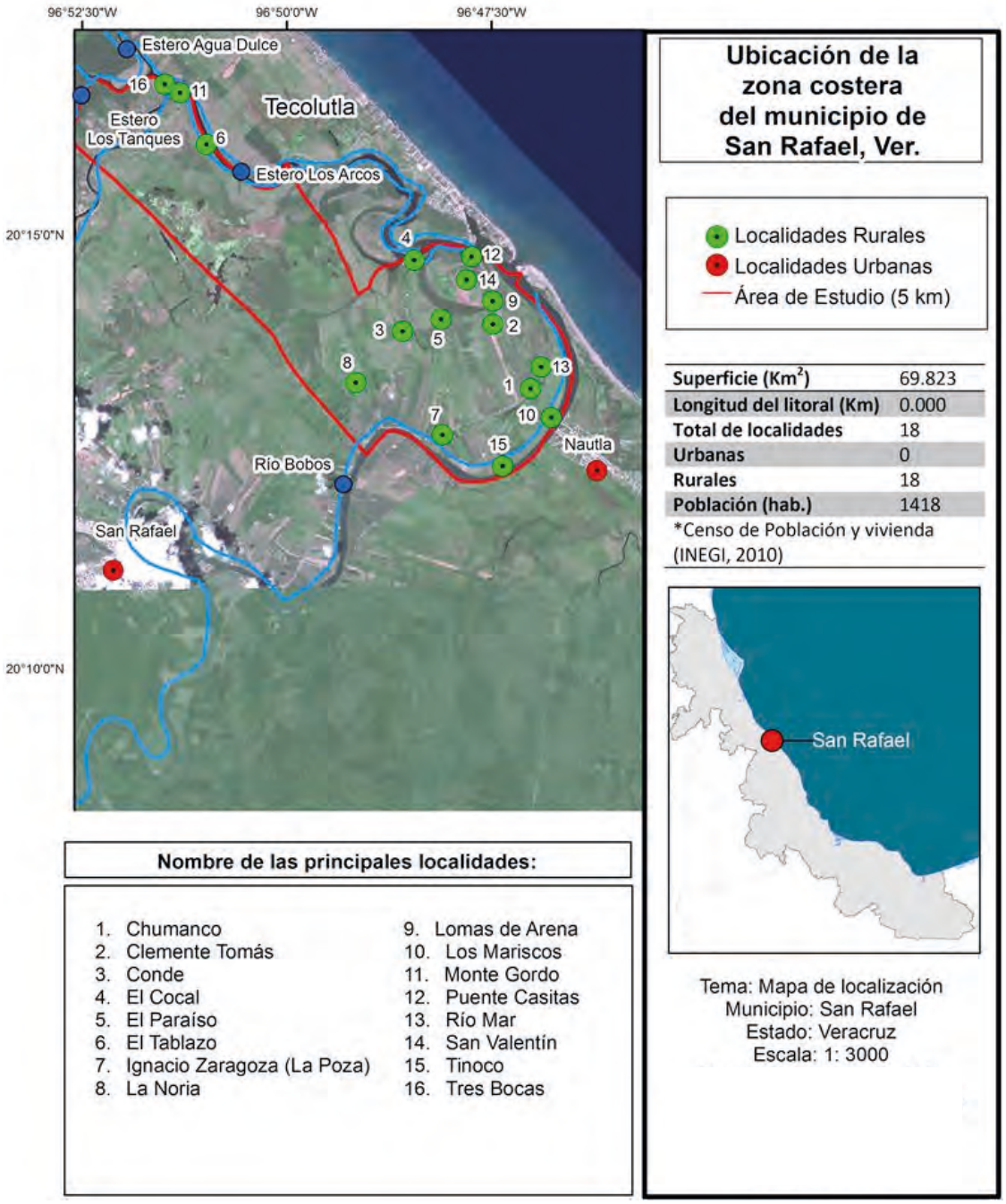

Figura 1. Delimitación del municipio y ubicación de la zona costera del municipio de San Rafael.

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

De acuerdo con la actualización del Censo poblacional hecho por el INEGI en el 2015, en la franja costera de 5 km solo se encuentran las siguientes localidades rurales: Chumanco, Clemente Tomás, Conde, El Cocal, El Paraíso, El Tablazo, Ignacio Zaragoza (La Poza), La Noria, Lomas de Arena, Los Mariscos, Monte Gordo, Puente Casitas, Río Mar, San Valentín, Tinoco y Tres Bocas.

El municipio de San Rafael no posee localidades urbanas en la costa.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Los datos más recientes sobre la producción agrícola y pecuaria del municipio de San Rafael son del año 2015, por lo que los datos presentados en esta sección corresponden a ese año.

En el municipio, se dedican 12,741.14 ha a la agricultura (SIAP 2015). De esta superficie, el 98.7% es agricultura de temporal y el resto agricultura de riego. En 2015 se cosechó el 93% de la superficie sembrada con un valor de mercado estimado en $417,245,000.

Uno de los principales cultivos del municipio y en especial de la zona costera es la naranja, se tienen destinadas 4,530 ha para dicho cultivo y esta producción tiene un valor en el mercado de $45,163,000. Otros productos sembrados son: el limón (4,520 ha), el plátano (2,060 ha) y la caña (452 ha).

La producción ganadera incluye la producción de carne en canal de: bovino (2,126 ton), porcino (553 ton), gallináceas (160 ton) y guajolotes (9.5 ton) (figura 2). Además, tienen una producción importante de leche de bovino (6,914 l), de huevo para plato (114 ton), de miel (122 ton) y de cera en greña (5 ton).

El municipio posee 99 cuartos registrados para hospedaje temporal en 6 hoteles aunque no se tiene registro del número de visitantes por año (www.inegi.gob.mx).

Cultivo de naranjas. Fotografía: Dominio Público, CC BY-SA 0.0

Gallinas. Fotografía: Order_21, CC-BY-SA-2.0

Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

RELIEVE

San Rafael tiene una elevación promedio de 2.32 msnm. Las mayores elevaciones se encuentran al norte del municipio con una altura de 16 m (Figura 2). A pesar de que la zona con influencia costera de este municipio no presenta una topografía muy heterogénea, las diferencias en elevación del relieve son suficientes para dar lugar a hábitats muy distintos para flora y fauna.

El principal escurrimiento es el río Nautla, la parte final del río Bobos (Figura 3). Además se encuentran escurrimientos con menor gasto pero de gran importancia para la región. Por ejemplo, Tres Bocas en el norte y el estero Los Arcos en el este. Dicho estero divide a San Rafael de Tecolutla.

Dentro de la zona de estudio de este municipio no existen estaciones hidrométricas y solo cuenta con una estación climatológica que se encuentra suspendida. El clima corresponde a un cálido tropical húmedo con precipitaciones abundantes en verano. La precipitación media anual es de 1,295 mm y tiene una temperatura media anual de 26.5 °C.

ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

Hasta el momento, San Rafael no cuenta con presas de derivación ni de almacenamiento (www.conagua.gob.mx). Tampoco se encontró evidencia de que los escurrimientos que llegan a este municipio estén represados aguas arriba.

ASPECTOS RELEVANTES EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA

El municipio no tiene frente costero. Sin embargo, una parte importante de su territorio está a menos de 5 km de la línea de costa. En dicha porción del territorio, los fenómenos ocurridos en la costa tienen

San Rafael. Fotografía: Gerardo Sánchez V.

Cangrejos en zona de Manglar. Fotografía: Jorge López-Portillo

una gran influencia. Al mismo tiempo, las actividades desarrolladas en este municipio, como la agricultura y la ganadería, influyen en la dinámica costera del municipio de Tecolutla. Lo anterior se debe a que en esta zona del litoral veracruzano, existen numerosos ríos, esteros y arroyos. Por lo tanto, la dinámica costera depende de la continuidad de los flujos de agua y sedimentos que bajan por dichos afluentes, atraviesan el municipio y finalmente arriban al Golfo de México.

Debido a la alta conectividad de la zona, las modificaciones e interrupciones en el flujo del agua o de los sedimentos en el área de influencia, por ejemplo, por la construcción de presas tendrían efectos sobre los municipios circundantes que sí tienen frente costero originando problemas como la erosión de las playas.

Como se mencionó anteriormente, las actividades agropecuarias también tienen una fuerte influencia en la zona costero-marina. Por ejemplo, se ha encontrado evidencia de que los agroquímicos usados en los campos de cultivo se deslavan siendo transportados hacia el mar por los ríos y generando zonas de contaminación muy alta así como de baja productividad pesquera.

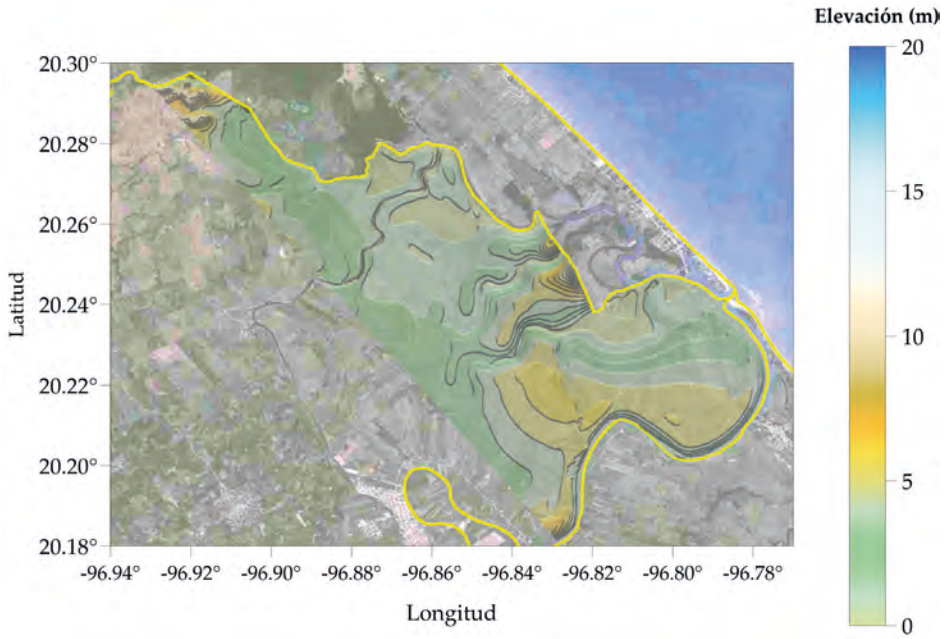

Figura 2. Relieve del terreno del municipio de San Rafael. Se muestran las mayores elevaciones en color anaranjado y las menores en verde claro.

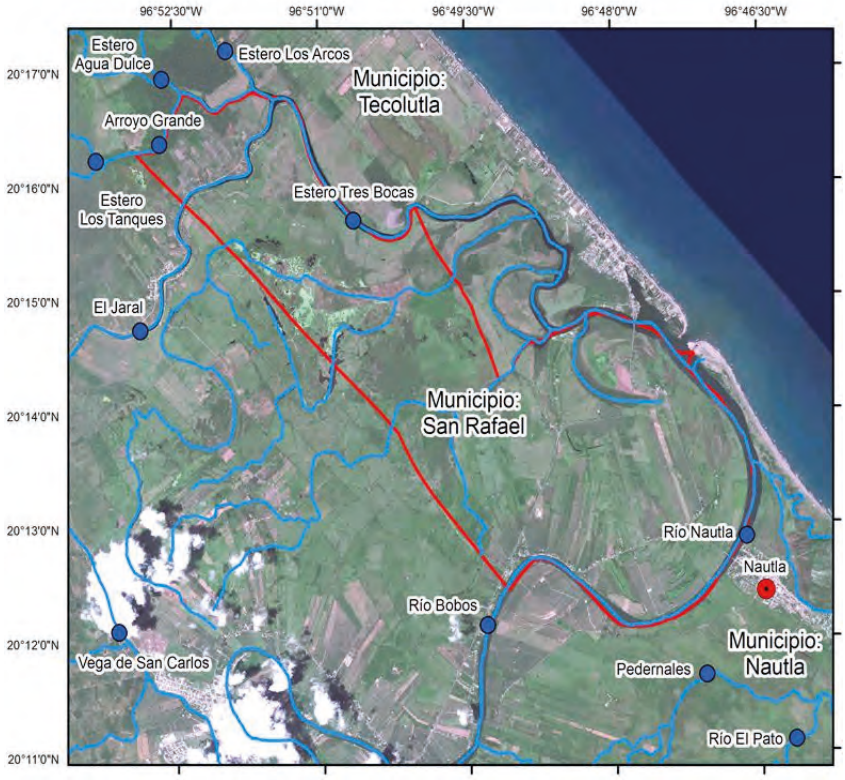

Figura 3. Ríos perennes e intermitentes del municipio de San Rafael, Veracruz.

San Rafael. Fotografía: Debora Lithgow

Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

La franja litoral del municipio de San Rafael está altamente deforestada y fragmentada (Figura 4). Es así como solo una pequeña proporción del territorio (435.79 ha, 12.37%) está cubierta por vegetación natural que incluye manglares (145.35 ha; 4.12%), así como selva baja y mediana (290.44 ha; 8.24%). Los humedales herbáceos de agua dulce han sido transformados en potreros y solo quedan manchones de popales y tulares. Sin embargo, debe considerarse que los manchones de humedales herbáceos suelen estar comprendidos dentro de la superficie considerada como agropecuaria. Esto se debe a que no se cuenta con un mapa detallado de humedales, estos pueden ser perennes o intermitentes, por lo que su identificación requiere una extensa verificación de campo. Por otro lado, es importante señalar que el tipo de vegetación denominado como "manglar" en la Figura 4, puede estar conjuntando manglares y selvas inundables en una sola categoría debido a que es muy difícil distinguir entre estos dos ecosistemas a partir de imágenes satelitales.

En San Rafael existen varios esteros, entre ellos el Estero Agua Dulce, el Estero los Arcos, el Estero Ciénega del Fuerte (compartido con Tecolutla) y el Estero Casitas (compartido con Nautla y Tecolutla). De estos últimos dos, la proporción que pertenece a San Rafael cubre 153.30 ha (Figura 3).

ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA

En la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como en la literatura donde se analiza y se describe la vegetación de Veracruz (Moreno-Casasola *et al.*, 1982; García-

Humedal en San Rafael. Fotografía: Gerardo Sánchez V.

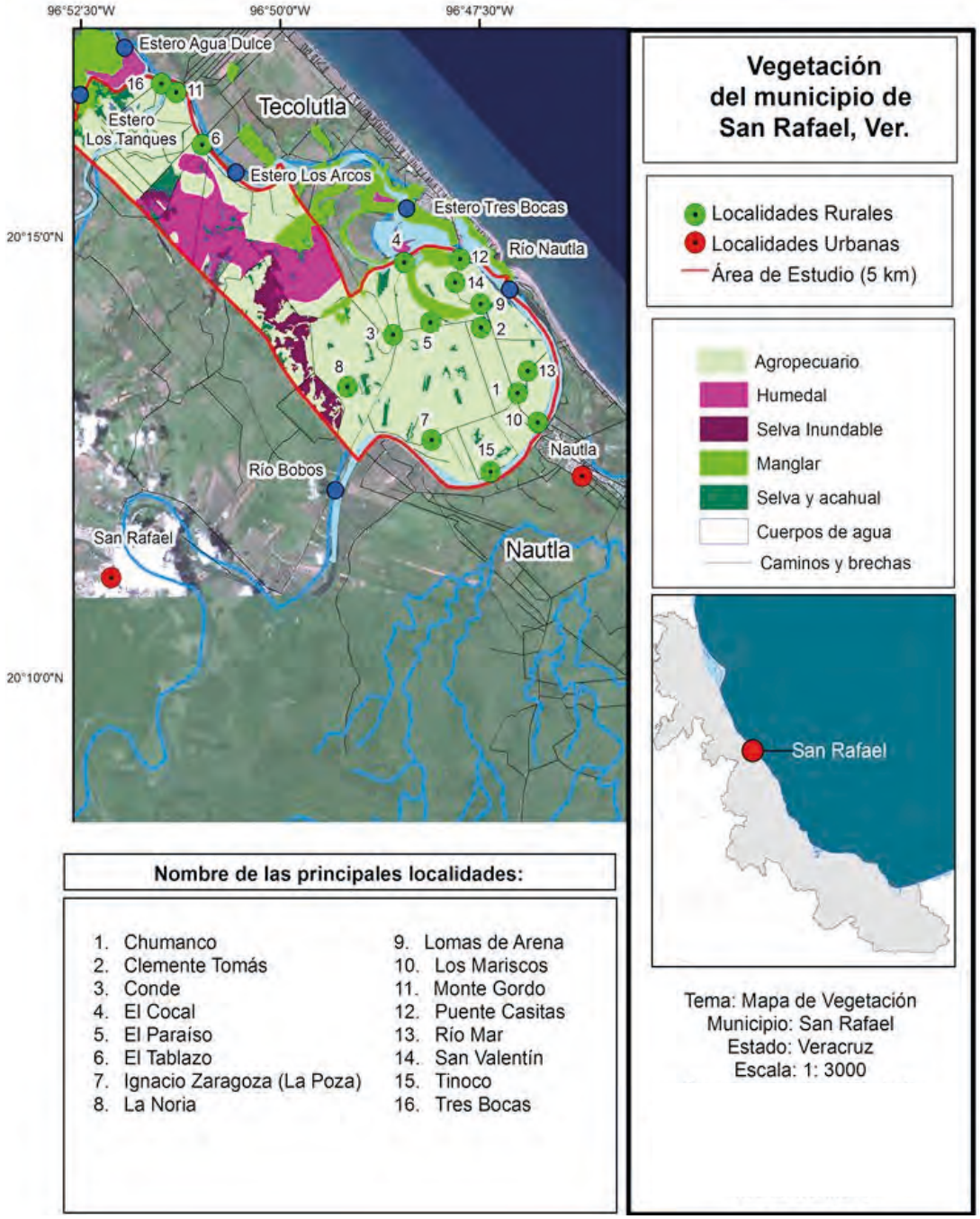

Figura 4. Tipos de vegetación en la zona costera de 5 km de ancho desde la línea de costa, del municipio de San Rafael, Veracruz. Este municipio está en el área de estudio pero carece de frente litoral.

Franco, 1996; Castillo y Moreno-Casasola, 1996; 1998; Moreno-Casasola *et al.*, 1998; 2010; 2015; Priego-Santander *et al.*, 2003; Travieso-Bello *et al.*, 2005; Castillo-Campos y Travieso-Bello, 2006; Peralta-Peláez y Moreno-Casasola, 2009; Martínez *et al.*, 2014) se tienen registradas 37 especies vegetales que pertenecen a 24 familias.

Las especies vegetales colectadas en este municipio son predominantemente de matorral costero o de selva baja, por ejemplo, *Tournefortia hirsutissima* (lágrimas de San Pedro) y *Dalechampia scandens* (granadilla). En esta zona se ha colectado la hierba parásita *Bdallophytum americanum* (flor de tierra) especie que parasita principalmente las raíces del género *Bursera*, aunque también se ha encontrado en raíces de árboles de los géneros *Ficus* y *Cochlospermum* (Carranza González, 2002).

En la franja de 5 km desde la línea de costa del municipio de San Rafael se han registrado cuatro especies de manglar que están consideradas como amenazadas en la normatividad mexicana vigente. Estas especies son: *Avicennia germinans, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle.* Sin embargo, hasta el momento, no se han encontrado especies endémicas de vegetación costera. Las características particulares de las especies de zona costera se presentan en el Cuadro 1.

Se incluyeron las especies consideradas bajo alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) como global (IUCN), así como aquellas especies amparadas contra su explotación excesiva debido al comercio internacional (CITES).

También, se consideraron las especies tanto de árboles como de arbustos nativos que son potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (marcados con un asterisco; Vázquez-Yanes *et al.* 1999; proyecto J084 CONABIO) así como las especies con un rango de distribución restringido (endemismo). Se indican la familia, forma biológica, hábitat, tipo de vegetación y estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES). Los criterios para los nombres y estado taxonómico de las especies se hicieron con base en The Plant List, 2013 v. 1.1

En el Cuadro 1 se muestran seis columnas. En las primeras tres columnas se encuentran la familia a la que pertenece cada especie, su nombre común, su nombre científico y la forma biológica, esta última fue determinada a partir de Castillo y Moreno-Casasola, 1998 y Moreno-Casasola *et al.,* 2011.

En la cuarta columna estan los tipos de vegetación en los que se puede encontrar cada especie, basados en la propuesta de Rzedowski (2006).

En la quinta columna se indican las especies que pueden encontrarse en ecosistemas costeros como playas, dunas primarias o secundarias así como aquellas especies encontradas en otros tipos de ecosistemas costeros. Esta clasificación se hizo con base en los patrones de distribución de las especies propuestos por Castillo y Moreno-Casasola (1996): C= especies con una distribución predominantemente costera como dunas, marismas o manglares; S= especies distribuidas tierra adentro y frecuentemente encontradas en áreas perturbadas como orillas de camino, campos abandonados o bien con crecimiento secundario, y O= especies distribui-

das tierra adentro pero características de otros tipos de vegetación, como bosques caducifolios, humedales o pastizales.

Finalmente, se muestra el estatus de protección bajo el que se encuentra cada especie. El estatus de conservación hace referencia a tres fuentes: NOM-059-SEMARNAT-2010 (P= en peligro de extinción; A= Amenazada; Pr= sujeta a protección especial); IUCN (EX= Extinta; EW= Extinta en medio silvestre; CR= en peligro crítico; EN= En Peligro; VU= Vulnerable; NT= Casi Amenazada; LR/nt= Menor riesgo, casi amenazada; LR/cd= Menor riesgo, dependiente de la conservación; LR/lc= Menor riesgo, menor preocupación; LC= Preocupación menor; DD= Datos Insuficientes) y CITES (I, II, III, para ver descripción de las categorías visitar www.cites.org).

Cuadro 1. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en manglares, playas y dunas del municipio de San Rafael. Los nombres comunes se basaron en distintas fuentes de información del sitio web de la CONABIO.

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Acanthacea	Mangle negro (*Avicennia germinans*)	Árbol	Manglar	C	NOM (A) IUCN (LC)
Annonaceae	Anona (*Annona glabra*)	Árbol	Manglar, Selva inundable.	C, O	
Burseraceae	Palo mulato (*Bursera simaruba**)	Árbol	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio.	C, O	
Combretaceae	Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*)	Árbol	Manglar, Playa, Vegetación herbácea de humedales.	C, O	NOM (A) IUCN (LC)
	Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)	Árbol	Manglar	C	NOM (A) IUCN (LC)
Commelinaceae	Espuelita, mataliz (*Commelina erecta*)	Hierba	Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Bosque tropical perennifolio, Ruderal, Vegetación secundaria, Potrero.	C, S	IUCN (LC)
Malvaceae	Bellota de guásamo (*Guazuma ulmifolia**)	Árbol, Arbusto	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Bosque ribereño.	C, S	
Moraceae	Ramón, Ojoche (*Brosimum alicastrum**)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque de encino.	C, O	
Onagraceae	Cangá, clavo (*Ludwigia octovalvis*)	Hierba	Playa, Manglar, Bosque ribereño, Vegetación herbácea de humedales, Potrero	C, O	IUCN (LC)
Rhizophoraceae	Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)	Árbol	Manglar	C	NOM (A) IUCN (LC)
Sapotaceae	Chicozapote (*Manilkara zapota**)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Acahual, Potrero.	C, O	

Manilkara zapota (chicozapote). Fotografía: Bishnu Sarangi, CC0 Creative Commons

Rhizophora mangle. Fotografía: Bob Peterson, CC BY 2.0

I DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

La descripción de manglares de la zona de estudio se basa en el trabajo de López-Portillo *et al.* (2011). Es importante resaltar que es posible que existan selvas inundables mezcladas con manglares.

Se han descrito dos sistemas de manglares en el municipio: Estero Ciénega del Fuerte y Estero Casitas (también conocido como Estero Nautla).

Ciénega del Fuerte, porción de manglar y selva inundable, se localiza en los municipios de San Rafael y Tecolutla, a unos 10 km de la boca del Estero Casitas (afluente del río Nautla) y a 1.5 km en dirección oeste de las localidades de Viguetas y Casitas. Este sistema recibe escurrimientos superficiales de diversos arroyos y escorrentías así como de aguas freáticas que afloran cerca del estero. El manglar se presenta como una sola unidad asociada a pequeños fragmentos a los lados de la corriente principal del estero. Se advierte una zonación de vegetación vinculada a la intrusión de agua de mar a través de las corrientes del estero. Es así como en las zonas con alta salinidad dominan bosques monoespecíficos de *Avicennia germinans* (mangle negro). Por otro lado, en las zonas más continentales del estero hay un ecotono entre selva inundable y manglar con especies como apompo (*Pachira aquatica*) y corcho o anona (*Annona glabra*) e individuos aislados de manglar, principalmente de *Laguncularia racemosa* (mangle blanco). El estero Casitas es importante para la conservación y pertenece a la Región Marina Prioritaria Tecolutla (RMP-48) y a la Región Hidrológica Prioritaria Río Tecolutla (RHP-76).

Avicennia germinans. Fotografía: Bob Peterson, CC BY 2.0

Estero Casitas o Estero Nautla: Este sitio se localiza en la desembocadura del Río Bobos (también conocido como Río Nautla), en los límites de los municipios San Rafael, Tecolutla y Nautla. En la ribera sur se encuentra la población de Nautla y a 1.5 km de la desembocadura, sobre la ribera norte, se ubica la población de Casitas. El estero está alimentado por los escurrimientos del Estero Tres Bocas y del río Nautla. Además se presentan aportes de agua marina que entra por la desembocadura del río en marea alta. A lo largo del sistema, los manglares se encuentran de forma fragmentada. La mayor parte del manglar se ubica alrededor del cauce del río Nautla y en la porción central del lado oeste del sistema, al margen del estero Tres Bocas. Las características del relieve del sitio generan cambios continuos en los niveles de inundación diaria por lo que la vegetación presenta fisonomías muy heterogéneas. En la zona cercana a la barra de Nautla se pueden encontrar bosques monoespecíficos de mangle blanco y en la parte más continental se encuentran bosques mixtos de *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (mangle negro).

Cangrejo en el manglar. Fotografía: Jorge López Portillo

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

En el municipio de San Rafael se pueden encontrar humedales herbáceos (tulares y popales) así como arbóreos (selvas inundables) mezclados con manglar.

Entre los humedales herbáceos, los tulares se encuentran dominados por la especie *Typha domingensis,* aunque algunos sitios, donde es mayor la inundación, se

Posando en el humedal. Fotografía: Jorge López Portillo

encuentran mezclados con manchones de lirio acuático (*Eichhornia crassipes)*. Por su parte, los popales tienen especies como *Pontederia sagittata, Thalia geniculata, Acrostichum sp., Fimbristylis sp.* y *Mimosa pigra*. La última especie es indicadora de perturbación por introducción de ganado, es decir que esos humedales han sido transformados en potreros parcial o totalmente.

Las selvas inundables de Veracruz se encuentran muy deterioradas. Sin embargo, aún se pueden encontrar algunos relictos como parte de la vegetación riparia tanto de ríos como de arroyos. Los árboles más comunes de la selva inundable de San Rafael son *Pachira aquatica y Ficus spp*. Sin embargo, hacia los esteros suele encontrarse mezclada con otras especies arbóreas (Figura 6). En la mayoría de las ocasiones, se encuentra mezclada con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) pero en esteros complejos, como el Estero Casitas, pueden encontrarse mezcladas con mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Otras especies no arbóreas que frecuentemente pueden encontrarse en las selvas inundables de este municipio son la trepadora *Dalbergia brownei* y el helecho de pantano *Acrostichum* sp.

I CARACTERIZACIÓN DE ESTEROS

El municipio de San Rafael cuenta con dos esteros. A continuación se analizan el Estero Casitas y el Estero Nautla (Figura 7).

En la zona de muestreo, en el puente Casitas, la salinidad fue baja (2.5‰) lo que indica una fuerte influencia de agua dulce y puede considerarse como un sistema

Figura 6. *Pachira aquatica* del lado izquierdo (Fotografía: Scott Zona, CCby 2.0) y *Eichhornia crassipes* (Fotografía: Wilfredo Rodriguez, CC BY-SA 3.0)

oligohalino (Figura 8a). Además, se registraron altas concentraciones de oxígeno (8 mg/L) y un pH básico, común en este tipo de sistemas estuarinos (Figura 8b, c). En relación a los nutrientes, se registró una concentración muy alta de nitratos. Lo anterior sugiere que hay un aporte importante de nutrientes provenientes del uso de agroquímicos en las actividades agropecuarias que son el uso de suelo más común de la zona (Figura 5). Las concentraciones de amonio y fósforo total también fueron altas (Figura 8d, e y f) pero dentro de los valores normales en este tipo de sistemas.

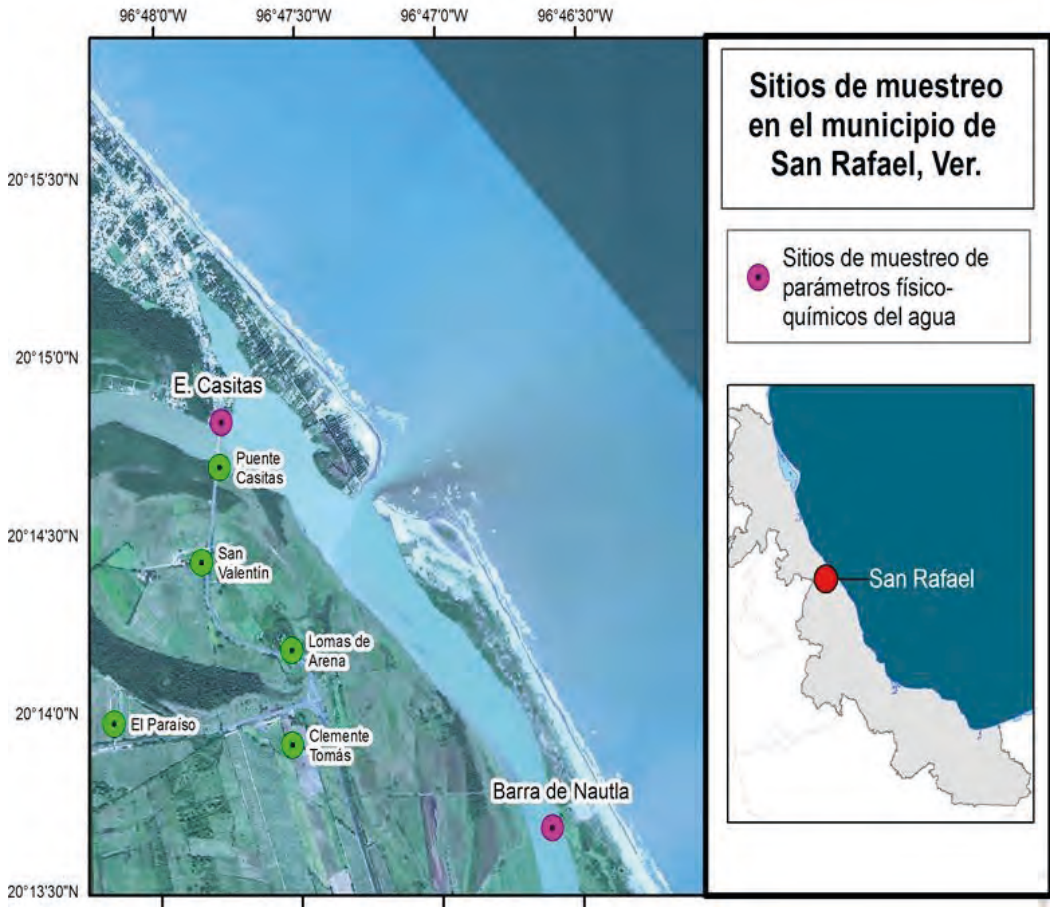

Figura 7. Ubicación de los sitios de muestreo en el Estero Casitas y en la Barra de Nautla dentro del municipio de San Rafael, Veracruz.

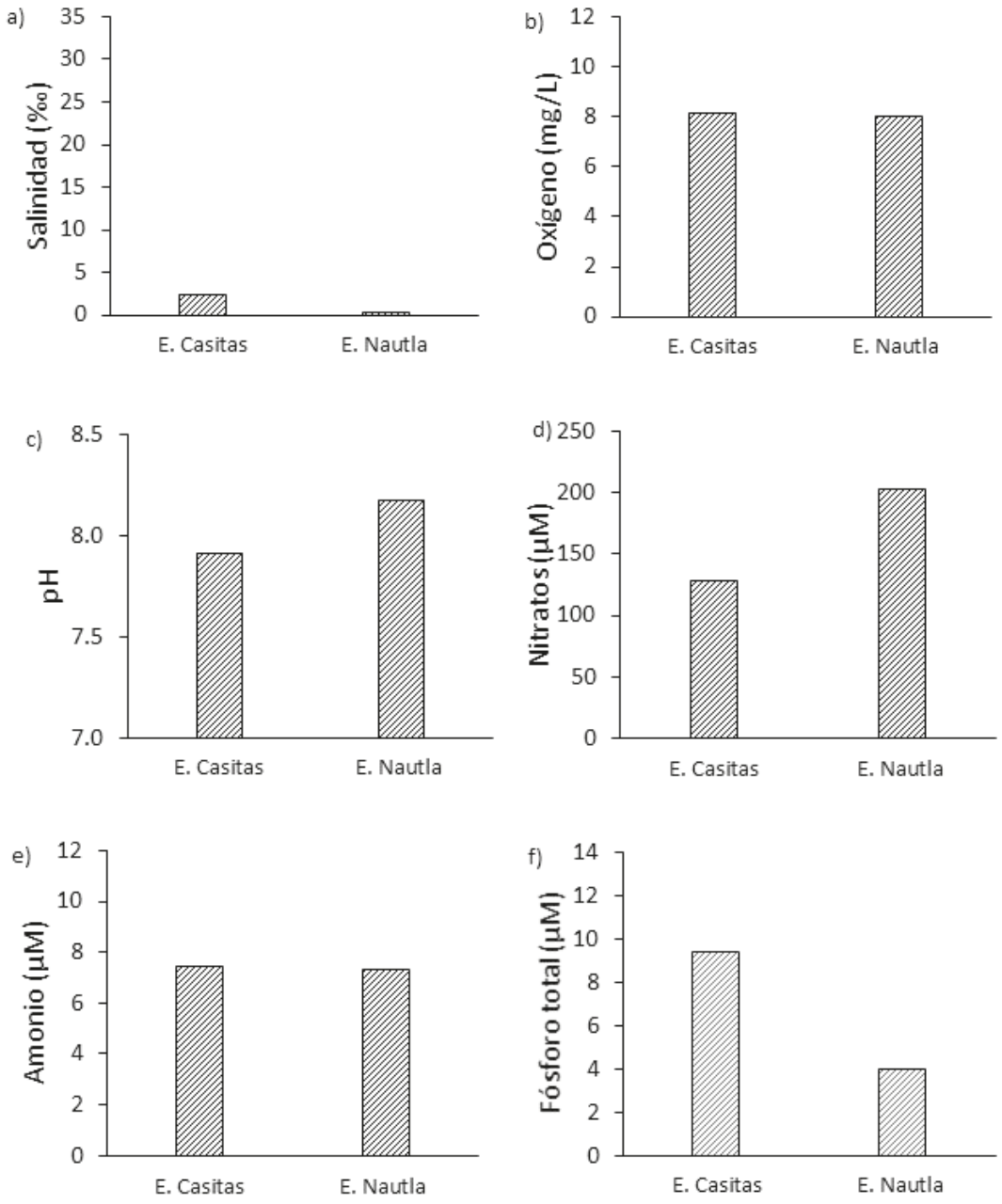

Figura 8. Valores promedio de salinidad (a), oxígeno (b), pH (c), nitratos (d), amonio (e) y fósforo total (f) en el Estero Casitas.

Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

En comparación con otros municipios costeros del estado de Veracruz, el municipio de San Rafael no tiene una gran extensión. Además, el municipio carece de frente costero pues éste le pertenece a Tecolutla. Sin embargo, esta región posee diferentes elementos considerados de importancia para la conservación. Es por ello que la zona de estudio de este municipio está incluida en diferentes zonas sujetas a protección especial. Por ejemplo: Región Marina Prioritaria Tecolutla (RMP-48), y en la Región Hidrológica Prioritaria Río Tecolutla (RHP-76).

MANGLARES

En el municipio se encuentran el Estero Ciénega del Fuerte y el Estero Casitas. Ambos sistemas de manglar son considerados de relevancia ecológica por la biodiversidad que poseen y de importancia socioeconómica por los servicios ecosistémicos que proveen. Sin embargo, la preservación de dichos sistemas está amenazada por los cambios de uso de suelo hacia actividades agrope-cuarias, así como la sobre-explotación de madera (López-Portillo et al., 2011).

HUMEDALES

La zona fue transformada por la construcción de bordos a la orilla del río Bobos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El objetivo de esta construcción era evitar el desborde del río hacia los cultivos de naranja. Sin embargo, desde la construcción de dichos bordos, el río se desborda hacia la localidad urbana de San Rafael, inundando zonas que antes no se inundaban y provocando conflictos sociales en la zona. Los humedales actuales solo representan vestigios de humedales anteriores

Iguana verde *(Iguana iguana)*. Fotografía: Jorge López-Portillo

o zonas inundadas desde hace pocos años donde predomina la actividad ganadera.

ESTEROS

En los sistemas estuarinos, puede haber variaciones estacionales de los nutrientes y en general pueden registrarse altas concentraciones sobre todo en época de lluvias y en cuencas con altos porcentajes de uso de suelo dedicado a la agricultura y/o con zonas urbanas. De tal forma, se recomienda realizar un monitoreo de largo plazo que abarque las distintas estaciones del año, especialmente en el periodo de lluvias, cuando aumenta el arrastre de sedimentos y otros elementos hacia los ríos. De esta manera se podría determinar cuál es el estado de conservación real de estos sistemas.

Mapache a la orilla de un estero *(Procyon lotor)*. Fotografía: Jorge López-Portillo

I Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

El diagnóstico general del estado de conservación de la zona costera del municipio muestra que las actividades que se lleven a cabo en esta zona deben ser de baja densidad y de carácter sustentable.

El plan de manejo que se implemente en esta región debe favorecer actividades económicas que no comprometan los valores ecológicos ni la conectividad del sitio. En este sentido, deben implementarse acciones enfocadas en la restauración de los flujos hídricos de la región así como en la conservación de los valores ecológicos existentes.

Finalmente, se deben priorizar acciones encaminadas a la conservación y restauración de los humedales, especialmente de las selvas inundables así como el control de la calidad del agua que llega a los esteros del municipio.

Fotografía: Mariana Bravo

Cuadro 2. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de San Rafael, Ver.

OBSERVACIONES
- El municipio no tiene frente litoral pero está a menos de 5 km de la línea de costa. - Dentro de otros criterios de priorización de la biodiversidad, el municipio está incluido en diferentes zonas sujetas a protección especial: Región Marina Prioritaria Tecolutla (RMP-48), y en la Región Hidrológica Prioritaria Río Tecolutla (RHP-76). - La conservación de los dos sistemas de manglar (Estero Ciénega del Fuerte y Estero Casitas) está amenazada por los cambios de uso de suelo hacia actividades agropecuarias, así como la sobre-explotación de madera. - Es una zona donde han impactado varios huracanes y tormentas tropicales y donde se han producido fuertes inundaciones, principalmente por el desbordo del río Bobos. - El municipio carece de playas, dunas y lagunas costeras.

I MANEJO DE MANGLARES Y HUMEDALES DE AGUA DULCE

A continuación se enlistan algunas recomendaciones particulares para cada uno de los ecosistemas costeros presentes en el municipio. Se detallan las acciones de manejo que son consideradas como aptas y no aptas para la zona.

MANGLARES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Pesca.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Ecoturismo.

MANEJO-APTO:

- Construcción de caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes y de preferencia sobre pilotes.
- Se permite el establecimiento de embarcaderos rústicos.
- UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, crianza de especies acuáticas, etc. cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.

MANEJO-NO APTO:

- Cambio de uso de suelo, eliminando el ecosistema original.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan el flujo de agua que alimenta a los manglares y humedales de la zona.
- En zonas de manglar (actual o pasada) no se permite la construcción de infraestructura permanente.

RESTAURACIÓN

Propiciar esta actividad cuando sea necesario con uso de especies nativas.

CONSERVACIÓN

- Se permite investigación y monitoreo.
- Se permite ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Se deben impulsar acciones de restauración del manglar en las zonas donde se requieren.

PROTECCIÓN

Evitar la tala de manglares, ya que protegen contra las inundaciones y son sumideros de carbono.

HUMEDALES DE AGUA DULCE

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Pastoreo.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Ecoturismo, pastoreo de baja densidad (una cabeza por hectárea).

MANEJO-APTO:

- Impulsar la delimitación de los humedales por parte de CONAGUA haciendo público el resolutivo.
- Accesos por medio de pasarelas que no interrumpan los flujos de agua.
- Caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes y sobre pilotes.
- Creación de humedales artificiales para limpiar el agua.
- UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, etc. cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.
- Ganadería de baja intensidad (una cabeza por hectárea), sin modificar la hidrología o composición florística del humedal.

MANEJO-NO APTO:

- Construcción de drenajes que desequen humedales, canalización, o relleno de humedales.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan el flujo de agua que alimenta a manglares y humedales de la zona.
- En zonas de humedales (actual o pasada) no se permite la construcción de infraestructura permanente.
- Uso de agroquímicos en cultivos y zonas de pastoreo ubicadas sobre humedales.

RESTAURACIÓN

- Se deben impulsar acciones de restauración de selvas inundables, popales y tulares en las zonas donde están degradados.
- Recuperar el gradiente manglar-selva inundable.

CONSERVACIÓN

- Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.
- Ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de los ríos.

PROTECCIÓN

Restauración de manglares y selvas indudables en las zonas degradadas.

RESUMEN DE RECOMENDACIONES DE MANEJO RELEVANTES

RECOMENDACIONES GENERALES

1. No introducir especies exóticas ni invasoras.
2. Facilitar actividades de investigación y monitoreo.
3. Regular y controlar los cambios de uso de suelo y la pérdida de ecosistemas naturales.
4. Fortalecer y fomentar actividades de educación ambiental.

De acuerdo al análisis realizado:

HUMEDALES

La construcción de bordos a la orilla del Río Bobos evitó las inundaciones hacia los cultivos de naranja, pero produjo el desbordamiento del río hacia San Rafael, inundando zonas que antes no se inundaban.

1. No deben permitirse las construcciones sobre zona de humedales, ya que ponen en riesgo de inundación a las personas y la infraestructura.
2. Se deben analizar las necesidades y posibilidades de restauración de los humedales herbáceos y manglares de la zona.
3. Se debe mantener el régimen hídrico de los humedales para evitar inundaciones hacia zonas que antes no se inundaban.

MANGLARES

1. Delimitar la zona federal considerando que los 20 m de distancia deben ser a partir del nivel máximo de embalse de los estuarios u otro cuerpo de agua.
2. Cualquier obra o intervención debe comprometerse a mantener el flujo hídrico desde y hacia el manglar.
3. Evitar el desmonte de los manglares en las colindancias con los potreros.
4. Evitar la ampliación de los potreros a costa de los manglares colindantes.
5. Recuperar la cobertura vegetal original en sitios perturbados. Reforestar las orillas de ríos, lagunas y esteros para recuperar y mantener o mejorar la calidad del agua.
6. Integrar a las comunidades locales a los proyectos de rehabilitación hidráulica y de restauración de manglar.
7. No verter aguas negras o grises en el cuerpo de agua sin haberlas tratado previamente. Promover la instalación de una infraestructura para el tratamiento de las aguas y desechos sólidos que sea proporcional al tamaño de los asentamientos humanos para dar atención adecuada a esta problemática, pues puede convertirse en un problema crónico.
8. Evitar las modificaciones artificiales en el flujo de sedimentos e hídricos.
9. Realizar solo pesca de bajo impacto y promover la construcción de muelles de calidad que permitan el libre flujo de agua.
10. Fortalecer la legislación relativa a la protección de flora y fauna en los manglares (por ejemplo, prohibir la cacería o la colecta de organismos que suelen venderse ilegalmente, como pericos o serpientes).

LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

1. En relación a los nutrientes, se registró una concentración muy alta de nitratos en el agua de los dos esteros, E. de Nautla y E. Casitas, lo que sugiere que hay un aporte importante de nutrientes proveniente del uso de agroquímicos como fertilizantes en las actividades agropecuarias que se desarrollan en la región.
2. Se deben reforestar las orillas de los ríos, lagunas y esteros con la finalidad de retener el aporte de sedimentos y nutrientes que favorecen la eutrofización.
3. Se sugiere también el tratamiento de aguas urbanas antes de que lleguen a los ríos para evitar el aporte de aguas domésticas, industriales, etc. que contribuyen a la contaminación de los cuerpos de agua.
4. Se deben hacer monitoreos a largo plazo para tener un diagnóstico más detallado que permita implementar las medidas adecuadas de manejo y restauración.
5. En los sistemas estuarinos puede haber variaciones estacionales de los nutrientes y en general pueden registrarse altas concentraciones sobre todo en época de lluvias y en cuencas con altos porcentajes de uso de suelo dedicado a la agricultura y/o con zonas urbanas. De tal forma, se recomienda realizar un monitoreo en el tiempo, para determinar las concentraciones de nutrientes principalmente en el periodo de lluvias, cuando aumenta el arrastre de sedimentos y otros elementos contaminantes hacia los ríos para poder determinar cuál es el estado de conservación de estos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

Carranza González, E. 2002. *Rafflesiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes.* Fascículo 107. Instituto de Ecología, A. C. Pátzcuaro, Michoacán, 13 pp.

Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1996. *Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion.* Journal of Coastal Conservation, 2: 13-22.

Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1998. *Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México.* Acta Botánica Mexicana, 45: 55-80.

Castillo-Campos, G., y Travieso-Bello, A. C. 2006. *La flora.* En: Moreno-Casasola, P. (Ed.). Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, 171-204 pp.

García-Franco, J. G. 1996. D*istribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México.* Acta Botánica Mexicana, 37: 1-9.

INEGI. 2010. *Censo de Población. Vivienda 2010.* Resultados definitivos. México (2011).

López-Portillo, J., Martínez, M. L., Hesp, P. A., Hernández Santana, J.R., Vásquez-Reyes, V.M., Gómez Aguilar, L. R., Méndez Linares, A.P., Jiménez-Orocio, O. A., y Gachuz Delgado, S. 2011. *Atlas de las costas de Veracruz: manglares y dunas.* Secretaría de Educación y Cultura del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, 248 pp.

Martínez, M. L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante-Mata, D., y Rodríguez-Revelo, N. 2014. *Diagnóstico de las dunas costeras de México.* CONAFOR. Guadalajara, Jalisco, 350 pp.

Moreno-Casasola, P., Van Der Maarel, E., Castillo-Argüero, S., Huesca, M.L., y Pisanty-Baruch, I. 1982. *Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en el Morro de La Mancha, Ver.* I. Biótica, 7: 491-526.

Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo-Argüero, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J. J., León, J. L., Olmsted, I., y Trejo-Torres, J. 1998. *Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México.* En: Halffter, G.E. (Ed.). Diversidad Biológica de Iberoamérica. Vol. II. Acta Zoológica Mexicana, nueva serie. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, 177-258 pp.

Moreno-Casasola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G., Pale-Pale, J., y Campos-Cascaredo, A. 2010. *Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México.* Boletín de la Sociedad Botánica de México, 87: 29-50.

Moreno-Casasola, P., Castillo-Argüero, S., y Martínez-Vázquez, M. L. 2011. *Flora de las playas y los ambientes arenosos (dunas) de las costas.* En: Cruz-Angón, A. (Ed.). 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, 229-238 pp.

Moreno-Casasola, P., Castillo Campos, G., Infante Mata, D. M., Cázares Hernández, E., Aguirre León, G., González-García, F., y Gerwert Navarro, M. 2015. *Plantas y animales de las costas de Veracruz. Una guía ilustrada.* Colección Veracruz Siglo XXI. Serie Patrimonio Natural. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, 542 pp.

Peralta-Peláez, L.A., y Moreno-Casasola, P. 2009. *Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz.* Boletín de la Sociedad Botánica de México, 85:89-99.

Priego-Santander, A., Moreno-Casasola, P., Palacio Prieto, J. L., López-Portillo, J., y Geissert, D. 2003. *Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de flora en cuencas costeras del estado de Veracruz,* México. Investigaciones Geográficas, 52: 31-52.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México.* 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 pp.

Travieso-Bello, A.C., Moreno-Casasola, P., y Campos, A. 2005. *Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. Interciencia*, 30: 12-18.

Vázquez-Yanes, C., Batis Muñoz, A. I., Alcocer Silva, M. I., Gual Díaz, M., y Sánchez Dirzo, C. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación.* Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM.

El municipio de San Rafael se localiza en la región central de la costa del estado de Veracruz. Este municipio no tiene litoral pero se considera costero por encontrarse a menos de 5 km del mar. Esta zona de la costa veracruzana cuenta con 18 poblaciones rurales y ninguna localidad urbana.

La zona costera del municipio se encuentra altamente deforestada aunque aún se conservan fragmentos de manglares, humedales herbáceos así como relictos de selva baja y de selva mediana.

En este estudio se presenta la caracterización socioeconómica (grado de marginación, principales actividades productivas, etc.) así como la descripción del medio físico (topografía, aspectos relevantes de la dinámica sedimentaria) y de los ecosistemas (humedales, manglares, esteros) presentes en la zona costera del municipio. Además, se proponen medidas de manejo orientadas en garantizar la conservación de sus ecosistemas así como la provisión de servicios clave para las poblaciones que habitan la zona.

INECOL

ISBN: 978-607-7579-85-4

9 786077 579854