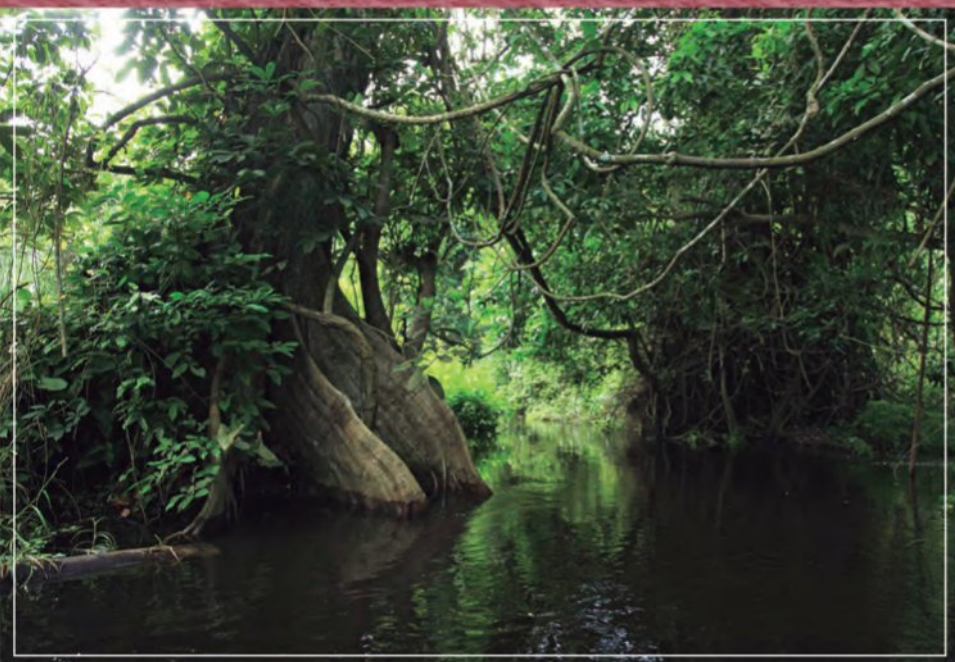


Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos



Patricia Moreno-Casasola
Dulce María Infante Mata

Fotografía
Gerardo Sánchez Vigil

Dibujos
Kerenha Hernández González
Roberto Monroy Ibarra

Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos

Patricia Moreno-Casasola
Dulce María Infante Mata

Fotografía
Gerardo Sánchez Vigil

Dibujos
Kerenha Hernández González
Roberto Monroy Ibarra

Identificación de las aves:
Fernando González-García

Identificación de los mamíferos y reptiles:
Gustavo Aguirre León

Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos



Primera edición, 2016

D.R. © por Instituto de Ecología, A.C.
Carretera antigua a Coatepec No. 351,
El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México
CONAFOR, Comisión Nacional Forestal
OIMT, Organización Internacional de Maderas Tropicales
ISBN 978-607-7579-56-4

Título: Conociendo los manglares,
las selvas inundables y los humedales herbáceos
Impreso en México ~ Printed in Mexico

Publicación en línea:
[http://www.inecol.mx/inecol/libros/Conociendo_los_manglares,_
las_selvas_inundables_y_los_humedales_herbaceos.pdf](http://www.inecol.mx/inecol/libros/Conociendo_los_manglares,_las_selvas_inundables_y_los_humedales_herbaceos.pdf)

Forma sugerida para citar este libro:
Moreno-Casasola, P. e Infante Mata, D.M. 2016.
Conociendo los manglares,
las selvas inundables y los humedales herbáceos.
INECOL - OIMT - CONAFOR.
128 pág.

Diseño y formación editorial: Instituto Literario de Veracruz, S.C.
Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil
con colaboraciones de Dulce María Infante Mata y Adolfo Campos
Dibujos: Kerenha Hernández González y Roberto Monroy Ibarra

D.R. © Ninguna parte de esta publicación, incluyendo el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, traducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico, mecánico, óptico de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor. Párrafos pequeños o figuras aisladas pueden reproducirse, dentro de lo estipulado en la Ley Federal del Derecho de Autor y el Convenio de Berna, o previa autorización por escrito de la editorial.

Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos

Esta guía es un producto del proyecto “Evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas) y sus agro-sistemas de reemplazo, en la planicie costera central de Veracruz, México” financiado por la Organización Internacional de Maderas Tropicales.

www.itto.int



RED-PD 045/11 Rev.2 (M)

Autores

Patricia Moreno-Casasola

Instituto de Ecología A.C.

Dulce María Infante Mata

Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula

**Contribución 5
de Costa Sustentable**

Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos

Contenido

11 Introducción

13 Los humedales

- 13 ¿Qué son los humedales?
- 17 ¿Cuántos tipos de humedales hay?
- 23 ¿Por qué se forman los humedales?
- 23 ¿De dónde viene el agua de los humedales?
- 25 ¿Cuánta inundación hay en el humedal?: el
hidroperíodo
- 28 ¿Cómo es el suelo de los humedales?

31 Los manglares, un bosque inundable

- 31 ¿Qué es un árbol de mangle?
- 31 ¿Cuántos tipos de árboles de mangle hay?
- 32 Los mangles de México
- 39 ¿Qué otras especies de plantas viven en el manglar?
- 43 ¿Cómo es el ambiente donde viven los mangles?
- 46 ¿Por qué pueden vivir donde está inundado?
- 50 ¿Por qué pueden vivir donde el agua es salada?

- 53 ¿Por qué siempre el mangle rojo está sobre la laguna o el río y el botoncillo hasta atrás?
- 55 ¿Qué tamaño alcanzan los mangles?
- 56 ¿Cuántos tipos de manglares hay?
- 59 ¿Cómo se reproducen los manglares?
- 60 ¿Qué tan productivo es el manglar?
- 62 ¿Dónde se encuentran los manglares en México?
- 62 Las algas de los manglares
- 63 Los taninos
- 63 Parasitismo y otras interacciones biológicas:
depredación, polinización, simbiosis con hormigas

67 Las selvas inundables

- 67 ¿Qué es una selva inundable?
- 68 ¿Cuántos tipos de árboles hay en una selva inundable?
- 85 ¿Cómo es el ambiente de estas selvas?
- 85 ¿Por qué pueden vivir las plantas donde está inundado?
- 87 ¿Por qué no pueden vivir donde el agua es salada?
- 87 ¿De qué tamaño son los árboles y que tan productivos son?
- 87 ¿Cuántos tipos de selvas inundables hay?
- 90 ¿Puedo encontrar selvas inundables a la orilla de los ríos?
- 90 ¿Cómo se reproducen los árboles de las selvas inundables?

93 Los humedales herbáceos

- 93 ¿Cuántos tipos hay?
- 93 ¿Cómo es su ambiente y dónde los puedo encontrar?

97 La protección de las plantas de los humedales**99 Los animales de los humedales****111 Importancia de los humedales**

111 ¿Qué recursos obtengo de los humedales?

113 ¿Qué es un servicio ambiental?

114 Presiones y amenazas sobre los humedales de México

115 La legislación mexicana y la protección de los humedales**119 Como puedo ayudar a cuidar los humedales**

119 Diez reglas para convivir y proteger los humedales

120 Bibliografía citada**122 Otras referencias**

Introducción

La conservación de nuestros ecosistemas costeros requiere que los estudiantes, los visitantes, y los habitantes de la zona costera y público interesado tengan mayor información sobre ellos. Hoy en día, ante los escenarios de cambio climático y los desastres que han afectado a los pobladores costeros, esta necesidad se hace aún más relevante. El sensibilizar a la población permitirá que haya mayor contacto entre los ciudadanos y la naturaleza. Ello conformará un público mejor informado y por tanto más capaz de participar responsablemente y de asumir medidas de adaptación ante un mundo cambiante. Permitirá entender la importancia que tiene la naturaleza como ecosistemas protectores que nos benefician y su importancia en las medidas de adaptación al cambio climático. Los textos universitarios generalmente son demasiado técnicos y frecuentemente están en inglés, por lo que muchos estudiantes de bachillerato y licenciatura, la población, los habitantes de zonas costeras, el personal de gobierno, los ecoturistas, los ecoguías, etc. tienen poco acceso a ellos. Otros textos que se han elaborado son para niños y por tanto frecuentemente omiten información importante, o bien ésta no se presenta en el nivel que se requiere.

El objetivo de este manual es presentar información accesible y lo más completa posible para el público sobre dos tipos de humedales arbóreos: los manglares y las selvas inundables. Se busca proporcionar información sobre las especies y la estructura de estos ecosistemas, sobre el ambiente y los factores físicos que limitan su distribución, sobre la dinámica y la reproducción, sobre su estado de conservación y la legislación que de alguna manera los protege o permite su uso. Este manual fue elaborado pensando en las necesidades de todos los interesados en estos ecosistemas que buscan un texto menos técnico.

Al final se presenta un listado de referencias nacionales e internacionales así como páginas web que permitirán a las personas interesadas profundizar más en el conocimiento de estos temas.

Los humedales

¿Qué son los humedales?

Hay muchas definiciones de lo que es un humedal, principalmente porque hay una gran variedad de tipos de humedales, es decir de pantanos y ciénagas. Una de las definiciones más conocidas es la de RAMSAR. Este es un convenio internacional para proteger los humedales, del cual México es miembro. Se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, en 1971.

El convenio de RAMSAR define a los humedales como todas las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Esta definición es sumamente amplia por lo que frecuentemente resulta imprecisa. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos propuso una definición más adecuada, sobre todo para la gestión de los humedales que nos resulta también muy útil en México. Los define como tierras en transición entre los sistemas acuáticos y terrestres, donde el manto freático (o agua bajo la superficie del suelo) está habitualmente al mismo nivel o cerca de la superficie, o bien el terreno está cubierto por aguas poco profundas.

Los humedales deben tener una o más de estas tres características (figura 1):

- a) debe presentar una lámina o capa de agua poco profunda o bien agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal,
- b) el suelo debe tener características de suelos saturados de agua durante parte del año o bien todo el año (suelos hidromorfos), es decir no drenados por lo menos parte del año, y
- c) al menos periódicamente, el terreno debe mantener una

vegetación acuática (hidrófitas), es decir plantas que requieran de inundación para crecer y reproducirse.

Se dice que deben tener una o más de las características mencionadas debido a que una es consecuencia de la otra. Si hay agua durante suficiente tiempo, el suelo adquiere propiedades hidromorfas es decir que indican que ha habido inundación, y la única vegetación que sobrevive bajo esas condiciones son las plantas de humedales.

Los humedales tienen límites poco definidos; son espacios de transición, y su naturaleza es muy cambiante, por ejemplo entre la época de secas y la de lluvias. Por ello en ocasiones es difícil reconocerlos, pero eso no hace que sean menos importantes.

En algunos humedales la presencia de agua no es visible (por ejemplo cuando es subterránea), pero su existencia sigue teniendo impacto en el sistema, tanto por su influencia a nivel del suelo como de las plantas que viven en el humedal. Por ello la vegetación es un buen indicador de la existencia de un humedal y cuando vemos manglares, juncales y carrizales, sabemos que es un lugar húmedo. En realidad son pocas las plantas que toleran vivir en un humedal y por tanto la vegetación de los humedales -las plantas que ahí habitan- es característica. Estas plantas se conocen como hidrófitas –plantas superiores que requieren de un período de anegación o de inundación para completar su ciclo de vida-, y pueden vivir en el agua o bien en terrenos total o temporalmente anegados.

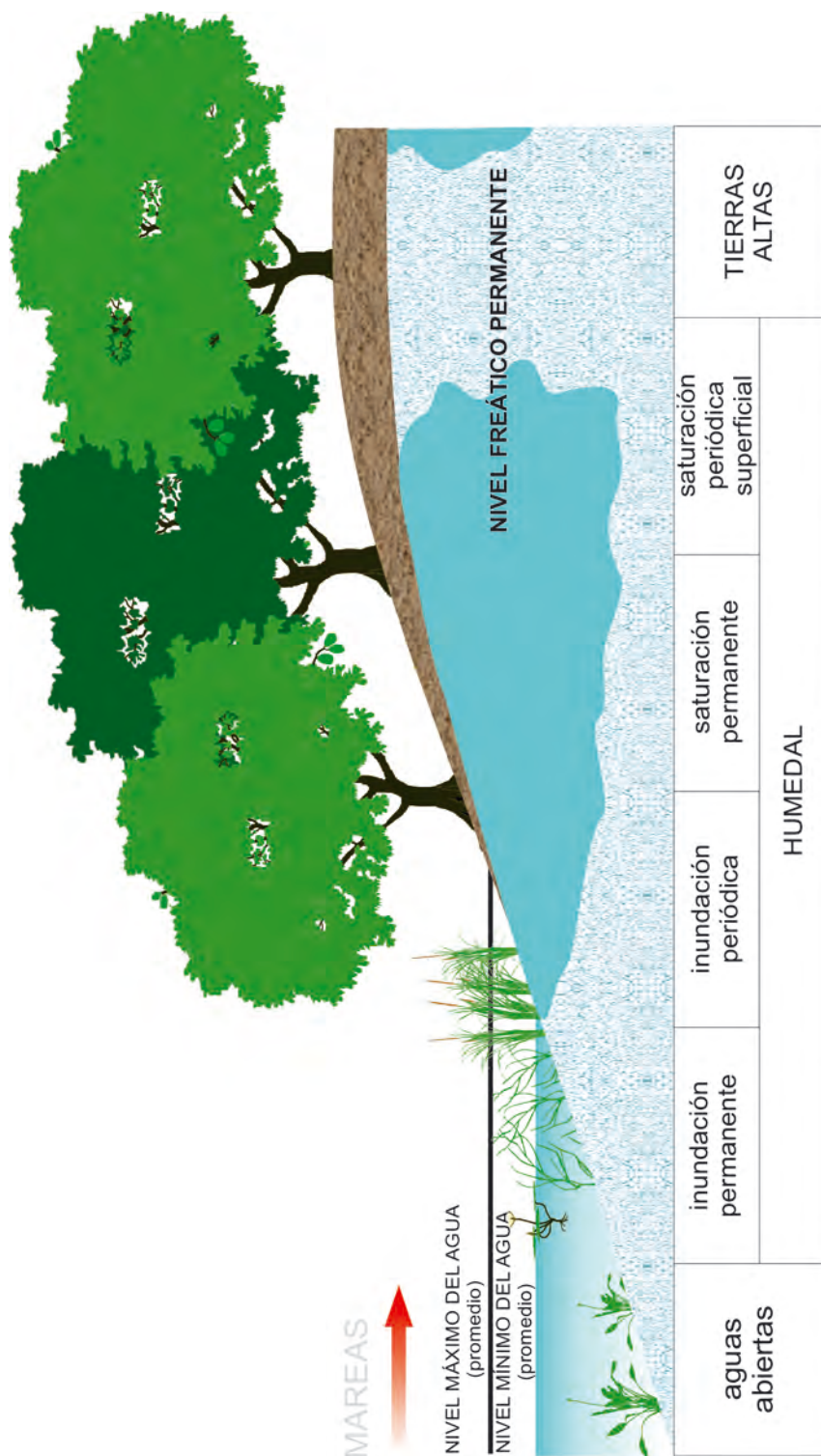


Figura 1. Características de los humedales: suelo saturado de agua de manera temporal o permanente, una lámina o capa de agua poco profunda o bien agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal, y vegetación acuática, es decir plantas que requieran de inundación para crecer y reproducirse. En esta figura de la Comisión Nacional del Agua se puede ver un esquema de distintos humedales herbáceos y arbóreos

y los niveles de inundación. Hay humedales inundados permanentemente y otros que solo se inundan por unos meses, pero sus raíces siempre están en contacto con suelo húmedo o anegado. Hay otros en que el agua no aflora pero ya sea de manera permanente o temporal, el suelo está saturado de agua, es decir totalmente anegado.

Enlista y dibuja cinco plantas hidrófitas que conoces

¿Cuántos tipos de humedales hay?

Hay muchos tipos de humedales. Varían en función de su origen, de su tamaño, de donde se localizan, de su régimen hidrológico o de inundación, de las condiciones químicas del agua, de las características de la vegetación, del tipo de suelo y características de los sedimentos. Por ello, hay muchos tipos de comunidades de humedales, tantos como tipos de comunidades terrestres (bosques, selvas, desiertos, matorrales, pastizales, etc.) existen.

Se presentan en todos los climas y en todos los continentes abarcando desde una hectárea hasta miles, desde sistemas sumamente productivos hasta los muy pobres. En México son muy abundantes en las zonas costeras y es donde presentan mayores dimensiones.

Las plantas que viven en los humedales presentan adaptaciones y formas de crecimiento muy variadas. Las plantas que requieren de periodos de inundación para sobrevivir y reproducirse se conocen como hidrófitas. Hay hidrófitas herbáceas (tulares, carrizales, popales, pastos marinos) y arbóreas (árboles de manglares y de selvas), las hay enraizadas y flotantes (flor de loto y lirio de agua), es decir, con formas muy distintas. Dentro de esta variedad, hay plantas que requieren necesariamente un ambiente acuático para sobrevivir, otras toleran cambios drásticos del nivel de agua y otras sólo sobreviven bajo grados moderados de inundación. Éstas últimas ya no son hidrófitas, solamente especies tolerantes.

En general se ha clasificado a los humedales en tres grandes tipos:

- 1) Marinos y estuarinos. Están sobre la zona costera, con acceso al mar de manera permanente o esporádica (por ejemplo por la presencia de una barra arenosa que se forma anualmente), y por lo menos ocasionalmente reciben escurrimientos de agua dulce. Ejemplo de ello son las praderas de pastos marinos, los estuarios, los manglares, los petenes, las marismas y los saladares.
- 2) Lacustres. Son humedales situados en una hondonada o depresión topográfica, en un canal o depresión represada. Ejemplo de ellos son los lagos de agua dulce, los reservorios artificiales y los lagos salinos.
- 3) Palustres. Son los humedales que no reciben la influencia de las mareas, sino únicamente del agua dulce, además se ubican entre un cuerpo de agua y la tierra firme elevada, es decir corresponden a la vegetación que se encuentra en los márgenes de los ríos, de las lagunas de agua dulce o en las planicies inundables. Están formados por árboles, arbustos y/o hierbas perennes. Se dividen en dos tipos de acuerdo a la fisonomía de las especies más abundantes:
 - i. Humedales herbáceos o arbustivos: popal, tular, carrizal, juncal, praderas inundables de cyperáceas y de gramíneas, sabanas.
 - ii. Humedales arbóreos o arbustivos: bosques riparios, palmares (tasistal, palmares de diferentes especies), selva baja y mediana inundable, matorrales arbustivos inundables de varios tipos.

En el grupo de fotografías de la figura 2 se pueden ver distintos tipos de humedales.

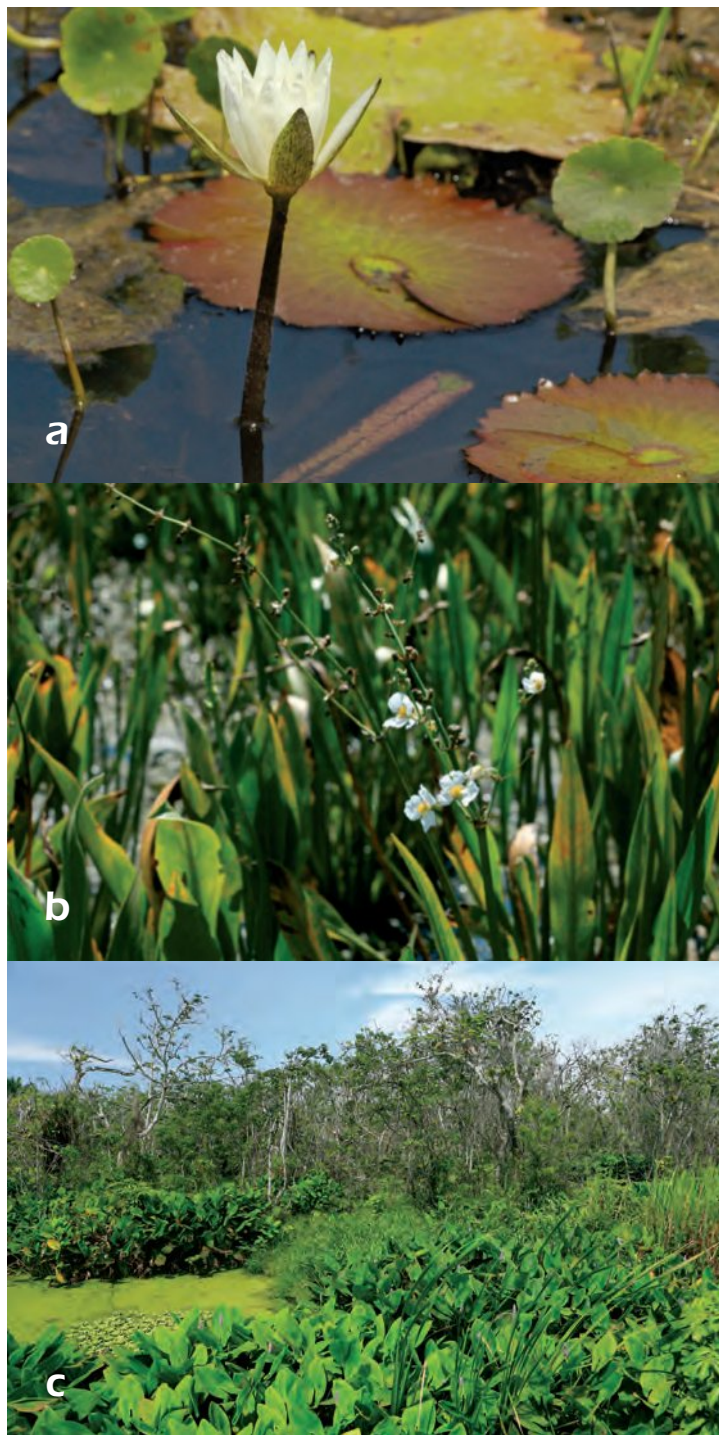
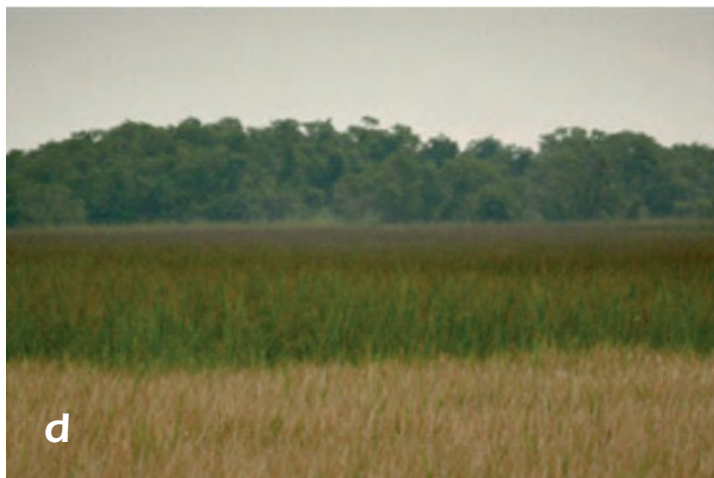


Figura 2. Fotografías que muestran la variedad existente de tipos de humedales. a) humedal flotante de nenúfar (*Nymphaea ampla*), b) popal de cola de pato (*Sagittaria lancifolia*), c) popal de platanillo (*Pon-*



d



e



f

tederia sagittata), d) tular de nea (*Typha domingensis*), f) juncal de tulillo (*Cyperus articulatus*), f) carrizal de coyolillo gigante (*Cyperus giganteus*) con hojas popai (*Thalia geniculata*) al frente, g) mangle rojo



(*Rhizophora mangle*), h) mangle negro (*Avicennia germinans*) mezclado con las raíces de zancos del mangle rojo, i) selva inundable de apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*), j) selva inundable de



anona o corcho (*Annona glabra*), k) selva inundable de higueras (*Ficus insipida*, y otras), l) palmar inundable de coyol real (*Attalea butyracea*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

¿Qué tipo de humedales hay donde tú vives? ¿Hay más de un tipo?

¿Por qué se forman los humedales?

No en todos lados puede existir un humedal. Tienen que conjuntarse una serie de condiciones para que se formen los humedales:

- La precipitación debe ser mayor a la evaporación de agua y a la transpiración de las plantas. Cuando la lluvia es abundante el agua se acumula en el humedal. Esto sucede aún cuando haya una pérdida por la evaporación de agua causada por el sol y las altas temperaturas y la transpiración de las plantas.
- El contorno del suelo debe permitir que se acumule el agua, es decir debe de existir un desnivel topográfico entre la superficie del suelo y el humedal. Según la profundidad del desnivel y el tipo de agua (dulce, salobre o salada), será el tipo de vegetación que domine el humedal.
- Hay una entrada de agua permanente como un río o agua subterránea, o bien una entrada de agua temporal como escurrimientos superficiales, arroyos de temporal o incluso la elevación del manto freático (es decir del agua subterránea) durante las lluvias, o bien la propia precipitación.

¿De dónde viene el agua de los humedales?

El agua puede venir de varias fuentes, o sea que puede tener distinto origen. Una de ellas son los escurrimientos permanentes como los ríos y los caños. Éstos pueden aumentar de manera importante con las lluvias. Otra fuente importante es el manto freático o sea el agua bajo la superficie del suelo. El nivel de esta fuente de agua también puede variar con las lluvias. En la figura 3 se muestra un esquema del agua subterránea que forma el manto freático y que fluye cuenca abajo.

El balance hídrico es la cantidad de agua que tiene el humedal. Incluye tanto la cantidad de agua como los cambios a través del tiempo que se producen por las entradas de agua y por las salidas. Es parecido a una cuenta de banco o a un cochinito. Puedo sacar dinero si sigo metiendo, es decir si mantengo una cierta cantidad a lo largo del tiempo. El balance de agua del humedal habla de los tipos de entradas de agua y de donde provienen. Si conocemos suficiente al humedal, podemos hablar de cantidades y tiempos. Pero también hay salidas de agua. Para que el humedal se conserve se debe mantener un equilibrio o balance entre la cantidad que entra y la cantidad que sale. En la figura 4 aparece un esquema del balance de agua de un humedal. Pueden verse las entradas de agua, es decir de donde provienen y también las salidas de agua.

Las entradas de agua, es decir el agua que produce la inundación, pueden provenir de varias fuentes o de una sola:

- Escurrecimiento superficial de arroyos y ríos, ojos de agua, etc. ya sea temporales o permanentes
- Manto freático, es decir el agua subterránea

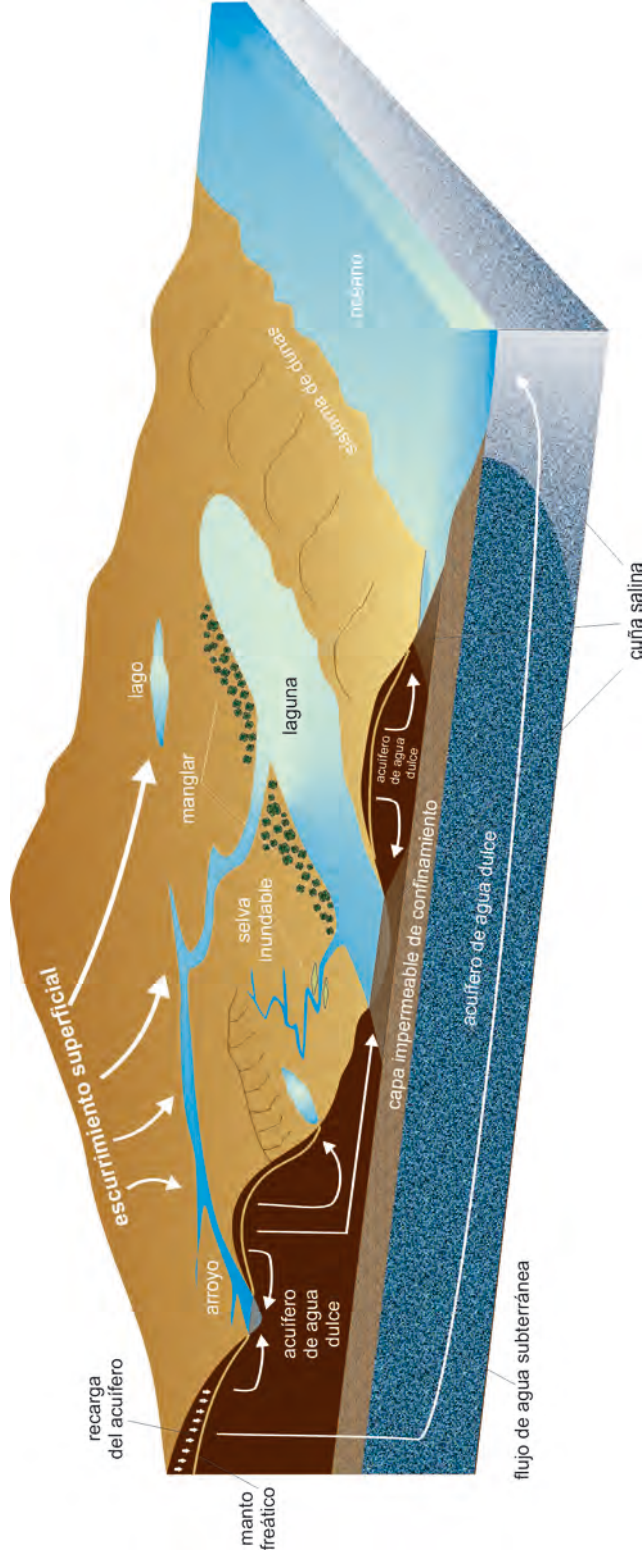


Figura 3. Esquema que muestra el agua superficial (escurrimiento superficial) y el agua subterránea (acuífero de agua dulce) que fluye cuenca abajo. Ambos o solo uno de ellos puede formar los humedales. Modificado de Silk y Ciruna (2004) y Barlow (2003).

- c. Precipitación directa sobre el humedal
- d. Entrada de agua salobre a través de las mareas

Las salidas de agua también pueden ser de varios tipos:

- a. Esguerrimiento superficial
- b. Salidas de agua subterránea hacia el manto freático
- c. Evapotranspiración, es decir por la evaporación que se produce por el aumento de temperatura durante el día y por la propia transpiración de las plantas, las cuales liberan agua
- d. Por la salida de las mareas

¿Cuánta inundación hay en el humedal?: el hidroperíodo

Una de las grandes diferencias entre tipos de humedales es el hidroperíodo. Éste es la cantidad de agua que tiene el humedal en el tiempo, es decir el patrón estacional del nivel del agua en un humedal. Se define por su duración (tiempo que permanece la inundación), frecuencia (el número de veces que se inunda en un tiempo dado), la profundidad que alcanza y la época de inundación. Por tanto puede decirse que viene a ser la firma del humedal y permite identificarlo. Las plantas tienen distintas tolerancias a la inundación y por eso la forma del hidroperíodo, es decir la estacionalidad y periodicidad de la inundación, es determinante para decidir que plantas se encuentran en un humedal. Afecta de manera importante la composición de especies.

El nivel del agua generalmente fluctúa, aún en aquellos casos en que el humedal permanece inundado todo el año. Estas fluctuaciones pueden ser estacionales, diarias, semidiarias (en función de las mareas) o impredecibles. Actúan como pulsos de entrada y salida de agua. En la figura 5 aparecen algunos ejemplos del hidroperíodo de distintos tipos de humedales a lo largo de un año. En la figura podemos ver cuánto tiempo permanece una capa de agua sobre el suelo (duración), si la inundación es diaria, semanal, estacional o anual (frecuencia), así como la profundidad que alcanza y la época de inundación. La conservación de la fuente de agua, de la cantidad y la calidad, son de gran importancia para conservar el humedal.

La inundación crea corrientes que favorecen el flujo de compuestos tóxicos y el intercambio de oxígeno. Por otro lado, una inundación prolongada puede causar la muerte de especies menos tolerantes. Pueden también presentarse inundaciones extraordinarias que afectan grandes extensiones y que con frecuencia producen fuertes pérdidas económicas y aún de vidas humanas. Sin embargo, es importante darse cuenta de que estas fluctuaciones son parte inherente de la vida de todos los humedales, y se tornan catastróficas cuando el hombre y sus actividades económicas se ubican en zonas de humedales.

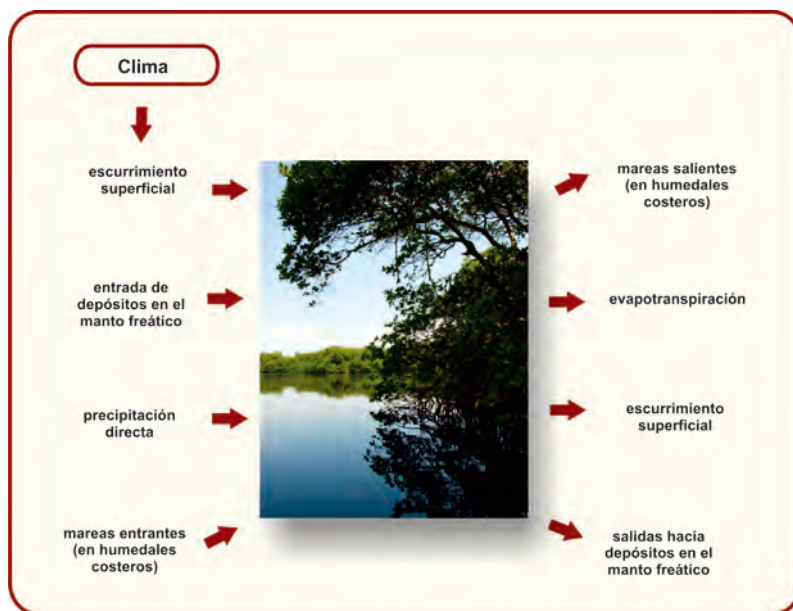


Figura 4. Esquema del balance de agua de un humedal. El esquema muestra los tipos de entradas de agua y de dónde provienen. También hay salidas de agua. Si se conoce suficiente al humedal, se puede hablar de cantidades y tiempos. Para que el humedal se conserve se debe mantener un equilibrio entre la cantidad de agua que entra y la cantidad que sale. Tomado de Moreno-Casasola e Infante Mata (2010).

Escoge un humedal de tu región y explica de dónde le llega el agua y cómo la pierde

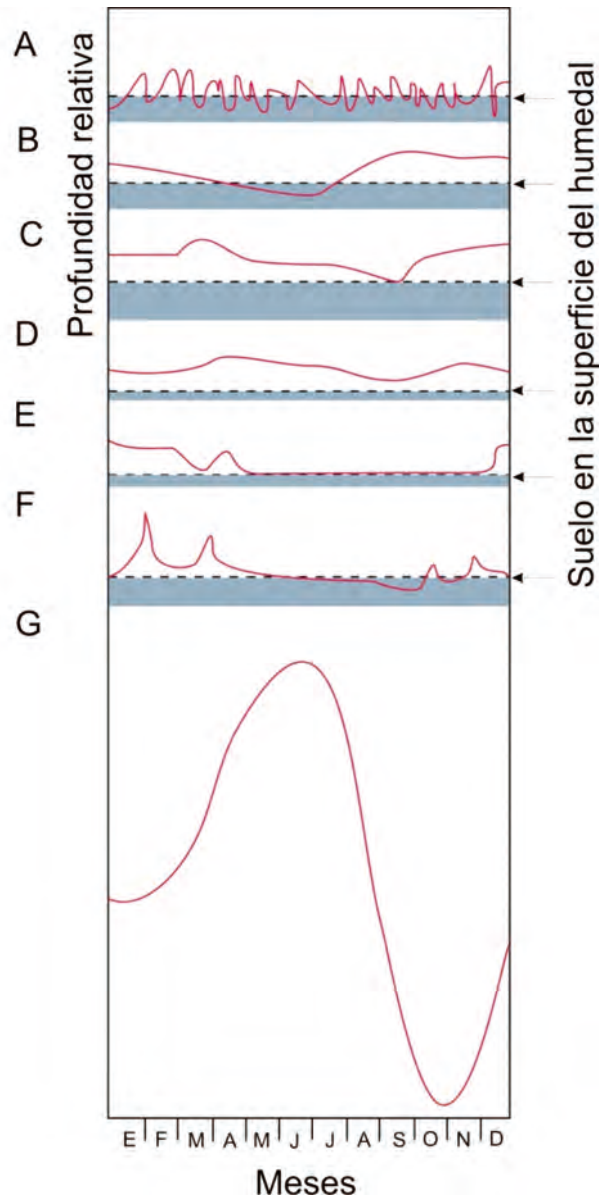
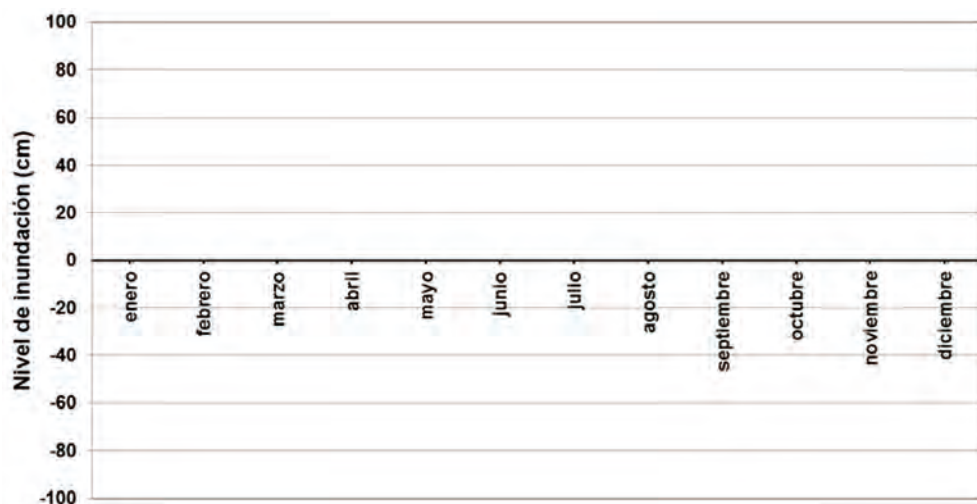


Figura 5. Algunos ejemplos del hidropereodo de distintos tipos de humedales a lo largo de un año, en los cuales se pueden apreciar las diferencias en cuanto al tiempo que permanece una capa de agua sobre el suelo (duración), la periodicidad así como la profundidad que alcanza y la época de inundación. La línea punteada indica el nivel del suelo y en gris aparece el grosor de la capa de suelo anegada. A) Marisma sujeta a influencia de mareas con inundaciones semidiurnas (Rhode Island, Estados Unidos), B) Popal de agua dulce con un periodo estacional de inundación (La Mancha, Veracruz, México), C) Humedal de agua dulce en la costa del Golfo de México (Luisiana, Estados Unidos), D) pantano herbáceo "pothole" en praderas con entrada de agua del manto freático (planicies centrales de Estados Unidos), E) charca temporal (California, Estados Unidos), F) pantano arbóreo aluvial (Carolina del Norte, Estados Unidos), G) planicie de inundación con selvas inundables (Brasil). Modificado de Mitsch y Gosselink (2007).

Dibuja el hidroperíodo de un humedal que conozcas. En el eje 1, el eje horizontal, aparece el tiempo en meses. Toma esta raya como la superficie del suelo. En el eje 2, el vertical, aparece el nivel de inundación por arriba de la superficie del suelo (valor 0) hasta 60 cm y por debajo del nivel del suelo, es decir se muestra con valores negativos la profundidad del manto freático en la época más seca.



¿Cómo es el suelo de los humedales?

El suelo de los humedales se considera como un suelo hidromorfo, es decir que muestra el efecto de la saturación del agua. En general pueden ser de dos tipos: orgánicos y minerales. Éste último es muy compacto, de color gris y con manchas rojizas o amarillas, producto de los procesos químicos que se llevan a cabo en suelos inundados (gleyzación). Los suelos orgánicos, como su nombre lo indica, presentan una capa con mucha materia orgánica. Esta capa u horizonte está formado por todos los restos de plantas y animales que se van acumulando y que se descomponen y por lo tanto son muy bofos, tienen muchos espacios entre las partículas de suelo y son de color café oscuro. La figura 6 muestra dos imágenes de suelos de humedales (a y b).

Todos los poros que existen entre las partículas de suelo orgánico están llenos de agua. El suelo del humedal puede contener hasta nueve veces su peso en agua, ¿te habías imaginado que el suelo de los humedales es capaz de guardar tanta agua? El esquema de la figura 6 c muestra la cantidad de poros presentes en el suelo y como se rellenan de agua.

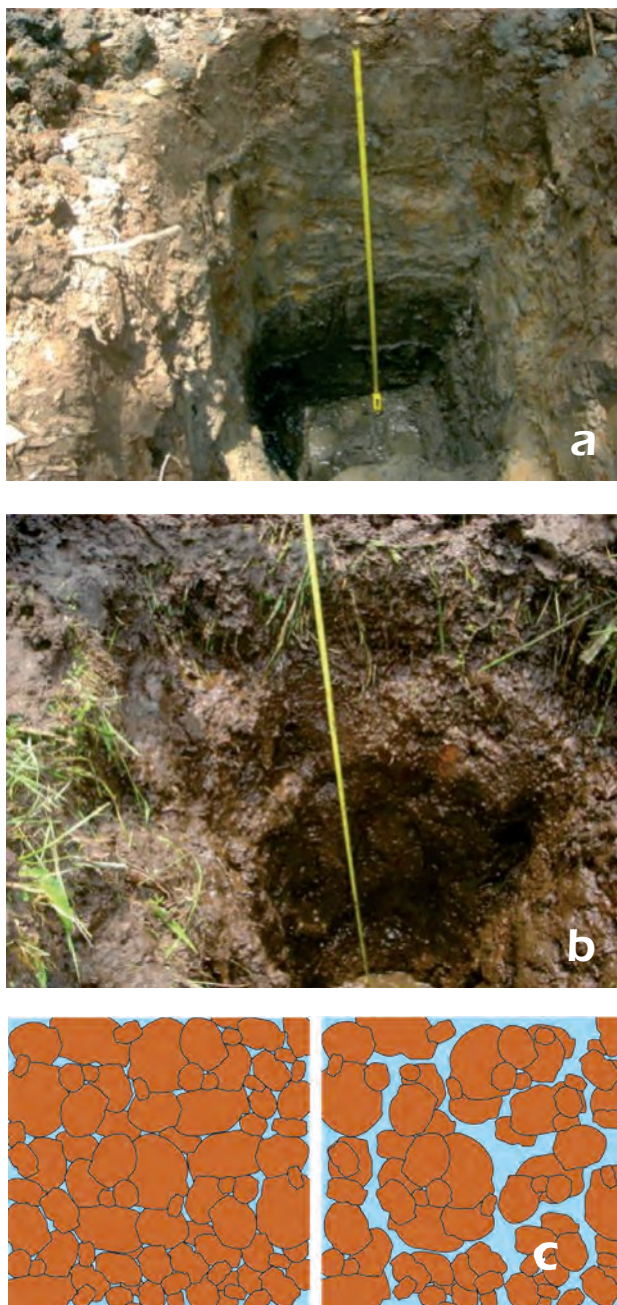


Figura 6. Las fotografías muestran un suelo mineral de color gris con manchas naranjas a rojizas que indican procesos químicos que se producen durante la inundación (a) y un suelo orgánico de color más oscuro (b)- Fotografías de A. Campos Cascaredo. El diagrama (c) muestra los poros rellenos de agua de un suelo orgánico cuando está inundado. En la segunda imagen los poros están interconectados.



Los manglares, un bosque inundable

¿Qué es un árbol de mangle?

El mangle es un árbol característico de humedales costeros de zonas tropicales, de bosques inundables. En general tienen raíces modificadas para absorber agua y aire. Muchos excretan sales por las hojas y sus frutos germinan en el árbol antes de caer. Forman ecosistemas que pasan gran parte del año inundados por agua salina, ya que están asociados a las mareas y se clasifican como humedales estuarinos. Los distintos tipos de mangles forman el ecosistema de manglar. Por lo tanto, debemos recordar que el manglar es un bosque que mantiene las hojas todo el año, denso, compuesto por un pequeño grupo de especies de árboles (mangles) que marcan la transición entre el mar y la tierra.

¿Cuántos tipos de árboles de mangle hay?

Hay muchas especies de mangles en el mundo, aunque en México tenemos solo unas pocas. A nivel mundial, se han descrito 54 especies que pertenecen a 20 géneros y 16 familias de plantas. También se reconocen 20 especies de 11 géneros y 10 familias como componentes menores (Tomlinson, 1986; Hogarth, 1999). Las principales especies pertenecen a cinco familias: Acanthaceae con el género *Avicennia* (ocho especies); Combretaceae con los géneros *Laguncularia* (una especie) y *Lumnitzera* (dos especies); Arecaceae con una especie del género *Nypa*; Rhizophoraceae con los géneros *Rhizophora* (ocho especies), *Bruguiera* (6 especies), *Ceriops* (dos especies), *Kandelia* (una especie); y finalmente Lythraceae con el género *Sonneratia* (cinco especies).

La mayor diversidad en especies se presenta en las costas de Malasia, Indonesia y Nueva Guinea, en Asia. En el mapa de la figura 7 puedes ver el número de manglares en las distintas regiones del mundo. En América hay muchos menos que en

Asia, y en México solamente tenemos cuatro especies de mangle todas ellas ampliamente distribuidas, aunque recientemente algunos investigadores han reportado pequeñas poblaciones de otras dos especies en las costas de Chiapas.

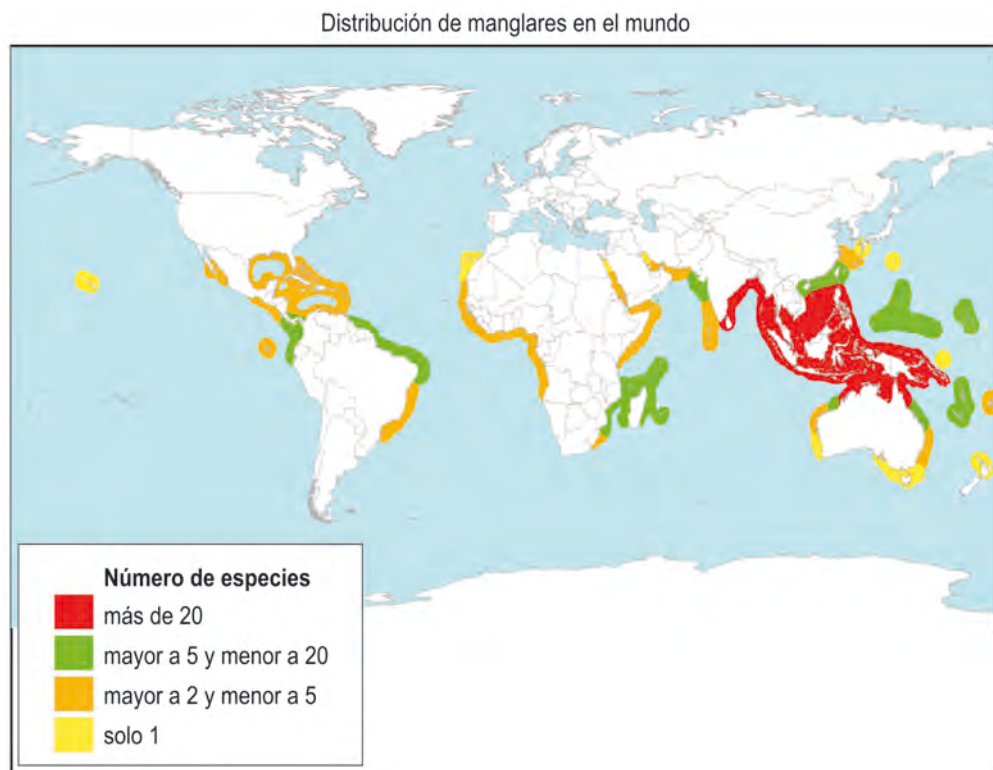


Figura 7. Mapa que muestra la distribución de los manglares en el mundo y el número de especies presentes en cada región. La mayor riqueza de especies se encuentra en Asia.

Los mangles de México

Es fácil distinguir las especies de árboles de mangle que habitan en México. A continuación se presentan descripciones que ayudan a identificarlos. Para más detalles sobre las especies revisa la obra de Pennington y Sarukhán (1968), el manual de Agraz-Hernández y colaboradores (2006) y la guía elaborada por Moreno-Casasola y colaboradores (2015).

El mangle rojo, tinto o candelilla. Su nombre científico es *Rhizophora mangle* (figura 8). Es un árbol muy característico por sus raíces en forma de zancos. Alcanza alturas

de 15 metros o más, aunque en algunas zonas que coinciden con la desembocadura de los ríos, llega a alcanzar los 30 metros. Los de mayor tamaño se localizan en Laguna de Términos en Campeche y en la Encrucijada en Chiapas. Son árboles o arbustos siempre verdes, que nunca se quedan sin hojas (perennifolios), de troncos rectos. El tronco es delgado, con una corteza externa con fisuras, de color gris claro y el tono de color bajo la corteza del árbol, va de rosa a bastante rojo.

De sus tallos se originan raíces aéreas con forma de zancos (llamadas fúlcreas), que pueden alcanzar los cinco metros por encima de la base y de las que frecuentemente sale otra raíz, y de esta última a su vez otra de menor tamaño, encadenándose. Este entramado de raíces les permite funcionar como redes de retención de hojas, troncos, animales muertos, etc., y como zona de protección para otros habitantes del manglar como peces, camarones, formando así una isla vegetal. Estas raíces le permiten crecer ocupando espacio no solamente con su copa, sino también con sus raíces y ayudan a sostener a la planta en un suelo muy fangoso. Sobre las raíces se pueden observar muchos pequeños poros que se llaman lenticelas y ayudan a la planta a respirar. También numerosas especies de animales se adhieren a las raíces (ostiones, balanos, etc.) o trepan por ellos en busca de alimento como los cangrejos.

Las hojas son grandes (miden de 6 a 10 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho), de color verde brillante en la cara superior y verde más amarillento en la inferior, colocadas en lados opuestos de la rama, una frente a otra. Tienen forma de elipse y bordes lisos, terminando en punta y son algo duras, con una sensación coriácea y carnosas. En la parte inferior de la hoja se pueden observar pequeños puntos de color verde profundo.

Las flores brotan de dos a cuatro, juntas, sobre un tallito verdoso en forma de horqueta. Presentan cuatro sépalos angostos de más o menos un centímetro de largo de color amarillo-verdoso, con cuatro pétalos blancos angostos de unos dos centímetros de largo, que con el tiempo se vuelven café claro y lanosos por dentro. El interior de la flor en la parte central es de color amarillo, y son visitadas por abejas y otros insectos. Florecen y fructifican durante todo el año, aunque principalmente en la primavera y en la época lluviosa entre junio y octubre.

El fruto es ovoide de color café oscuro con una sola semilla. La semilla germina en la planta, dentro del fruto, cuando está unido aún a la planta, y ahí mismo el tallo embrionario (hipocótilo) comienza a crecer. Es frecuente ver estas plántulas colgando del árbol como lápices. Luego se desprenden, una vez que el hipocótilo alcanza unos 20-40 cm de largo. Son arrastradas y así dispersadas por el agua principalmente.

El mangle negro, mangle prieto, madresal.

Su nombre científico es *Avicennia germinans* (figura 9). Es un árbol entre 10 y 30 metros de altura (cuando vive en buenas condiciones alcanza hasta los 40 metros) y un tronco de 10 a 50 cm de diámetro. La copa tiene forma de sombrilla y el follaje es disperso. El

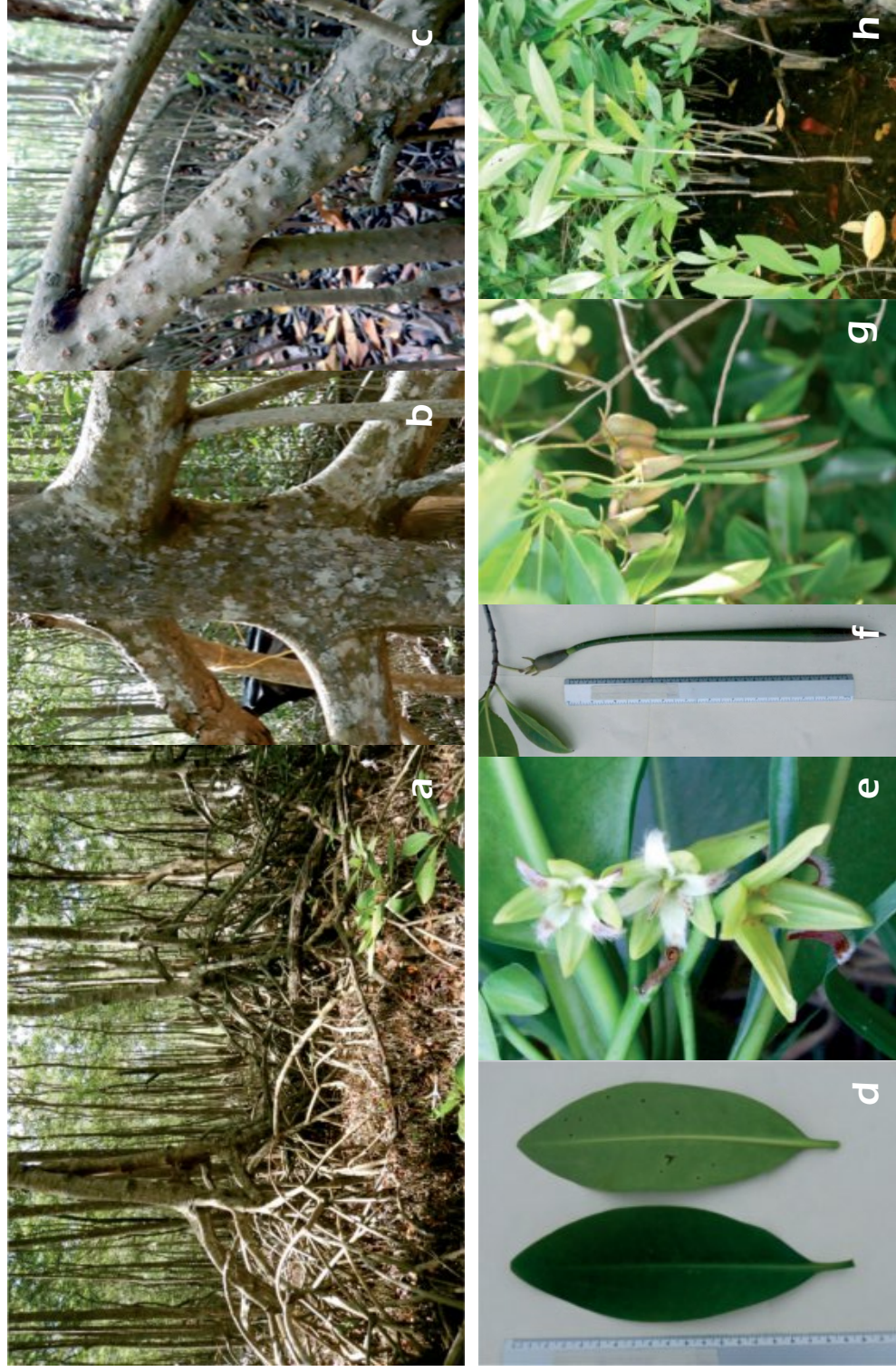


Figura 8. Estructuras del mangle rojo (*Rhizophora mangle*). a) árboles de mangle, b) corteza, c) raíz de zanco con lenticelas, d) hojas por el haz y el envés, e) flores, f) hipocótilo, g) hipocótilos colgando de una rama, h) plántulas. Fotografías de D. Infante y G. Sánchez Vigil.

color es más cenizo que el del mangle rojo, por lo que generalmente es fácil distinguirlos en el paisaje. El tronco es recto y cilíndrico, a veces irregular con ramas ascendentes. La corteza externa es negra, con fisuras que forman pequeñas placas rectangulares. Esta especie rebrota bien al ser cortada, aunque las técnicas de acodo han sido poco exitosas.

Alrededor de la planta aparecen gran cantidad de raíces que emergen en forma de pequeños tubos erectos, alargados, cubriendo el suelo alrededor del árbol, llamados neumatóforos, y que son fundamentales para que el árbol pueda obtener oxígeno cuando el nivel del agua sube y queda inundado. Están cubiertos de lenticelas que les ayudan a respirar.

Tiene hojas simples, colocadas en lados opuestos del tallo, de color verde opaco, con el envés verde-grisáceo y cubierto de pelitos y de estructuras glandulares secretoras de sal. Frecuentemente hay pequeños granos blancos de sal en el envés de la hoja. Éstas miden entre 8 y 15 cm de largo y 2 a 4 cm de ancho, lanceoladas, con la punta o ápice no muy agudo, bordes lisos, y base aguda. El pecíolo o tallito que sostiene la hoja es corto y ligeramente acanalado por arriba.

Las flores son blancas y con la parte central de color amarillo. Son visitadas por abejas y otros insectos. Florece y fructifica durante todo el año, principalmente entre junio y octubre, en los meses lluviosos. El fruto es una cápsula con forma de elipse, de hasta cuatro centímetros, cubierta por una estructura carnosa y esponjosa, que se abre en dos valvas. La germinación ocurre cuando el embrión se encuentra todavía encerrado dentro del fruto, formándose una plántula antes de la caída del fruto del árbol progenitor, que flotan y son dispersadas por el agua y los animales.

El mangle blanco, mangle amarillo, mangle bobo.

Su nombre científico es *Laguncularia racemosa* (figura 10). Es un árbol que alcanza de 5 a 20 metros de altura y el diámetro de su tronco mide de 10 a 60 cm de diámetro. Tiene una copa en forma de sombrilla o bien redondeada, con follaje denso y ramas extendidas, ascendentes. El tronco es recto y cilíndrico. La corteza externa es de color gris-oscuro, con fisuras verticales. En los árboles de mayor edad la corteza tiene fisuras profundas y se desprende en láminas, como si se despellejara.

Forma raíces de gran tamaño, extendidas y horizontales y a partir de ellas se desarrolla un subsistema de raíces en forma de clavija arriba y debajo de la superficie, llamados neumatóforos. Estas raíces tienen forma de maza y en sus cabezas terminales tienen un tejido especial para la ventilación con tejido esponjoso. Son menos abundantes que en el mangle negro.

Las hojas aparecen colocadas una frente a otra, es decir en lados opuestos del pecíolo. Tienen forma de elipse, con ambos extremos redondeados, de 4 a 10 cm de largo y 2.5 a 5 cm de ancho. Son ligeramente carnosas y sin venas visibles. El man-

gle blanco se puede reconocer por las dos protuberancias (glándulas) que tiene sobre los pecíolos o tallos de las hojas, los cuales tienen un color naranja a rojizo. La lámina de la hoja tiene numerosas glándulas hundidas en el envés que pueden verse fácilmente a contra luz.

Las flores pequeñas son blancas y aromáticas, colocadas sobre una espiga en la punta de las ramas. Las partes externas de la flor se fusionaron formando un tubo con cinco lóbulos o dientes triangulares de aspecto de cera de dos a tres milímetros. Al final del tubo nacen cinco pétalos muy pequeños, blancos, redondeados, de un milímetro de largo. Las flores masculinas y las femeninas se desarrollan en diferentes individuos por lo que se conoce como una especie dioica. Las flores son visitadas por abejas y otros insectos. Florece y fructifica de mayo a noviembre, durante la época de lluvias.

El fruto es una drupa ovoide o nuececilla, ligeramente comprimida y con costillas a lo largo con forma de una botella aplanada, carnosa y sedosa. La semilla germina dentro del fruto. Por lo general el fruto cae y la radícula brota después de pocos días. Puede flotar y las semillas son dispersadas por el agua. Los frutos se hunden después de flotar por aproximadamente cuatro semanas.

Tiene menor tolerancia a la salinidad que el mangle rojo. Este mangle rebrota fácilmente cuando se corta, aunque los rebrotes tienen una forma pobre. Los árboles mejor formados provienen de semillas. Las técnicas de acodo son exitosas en la producción de raíces, después de 5 a 6 meses. Puede propagarse vegetativamente, por lo que se usa para cercas vivas. Su madera no es muy durable, tampoco es pesada pero si es difícil de trabajar ya que tiende a rajarse y a deformarse.

El mangle botoncillo.

Su nombre científico es *Conocarpus erectus* (figura 11). Es el mangle que vive más tierra adentro, en la parte más alta y arenosa del manglar. Por lo tanto, es el que más hemos cortado para extender los terrenos ganaderos. A veces se le encuentra también en las playas. Algunos autores no lo consideran un verdadero manglar, aunque siempre está asociado a las otras especies o bien bajo la influencia de las mareas, como sucede en las playas.

Es un árbol o arbusto siempre verde que alcanza los seis metros de alto (ocasionalmente hasta 10 metros) y un diámetro del tronco de alrededor de 30 a 50 cm. La corteza es gris o café, rugosa y fisurada. La madera interna es de color café más claro.

Las hojas se presentan alternas sobre la rama y tienen forma de elipse midiendo entre 3 y 8 cm de largo. Al tocarlas se sienten coriáceas y un poco carnosas. Cuando vemos las hojas por debajo, frecuentemente se ven unos puntos negros que son glándulas y aparecen en la axila o ángulo que se forma cerca de la vena o nerva-

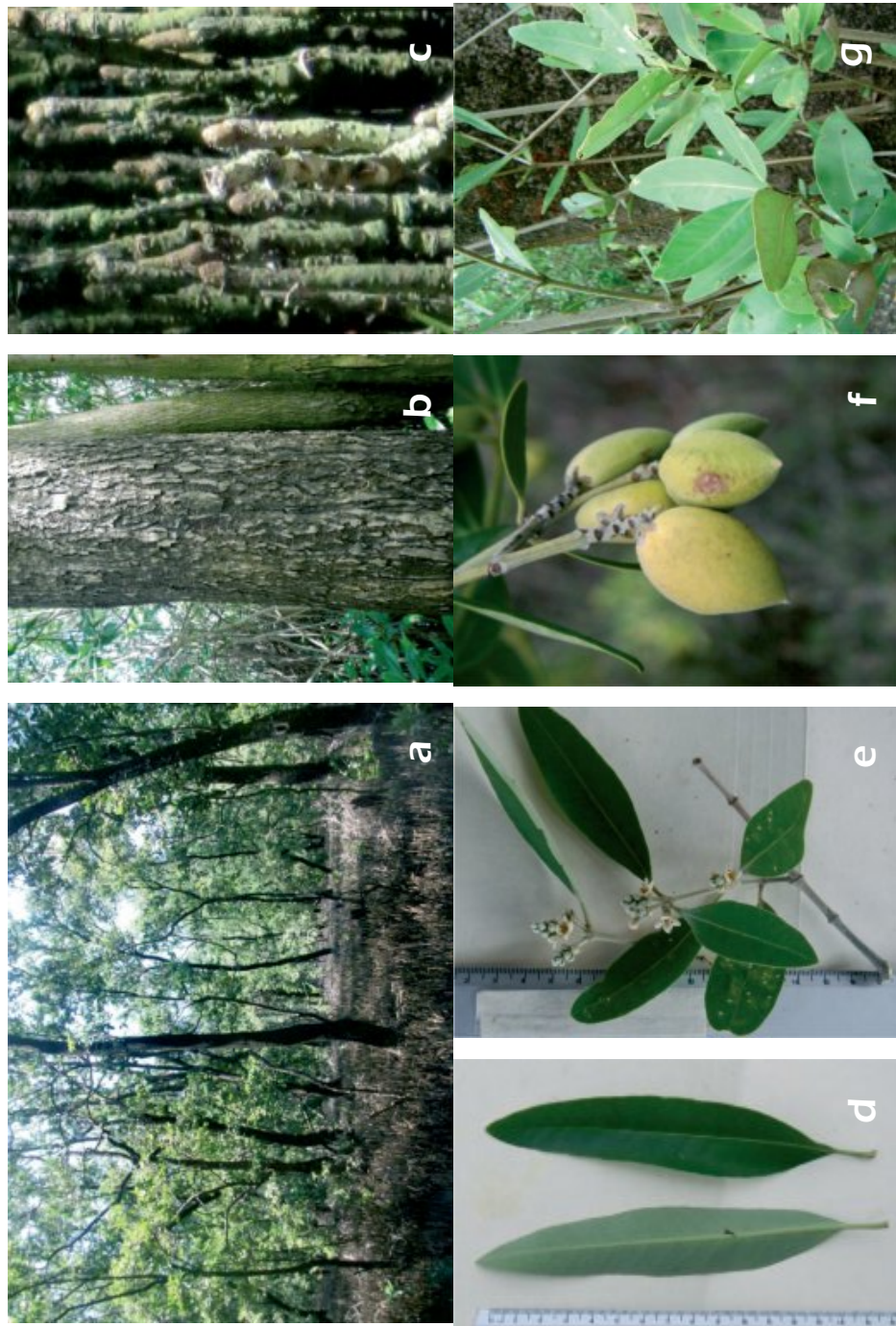


Figura 9. Estructuras del mangle negro (*Avicennia germinans*). a) árbol de mangle negro, b) corteza, c) raíces de neumatóforos, d) hojas por el haz y el envés, e) flores, f) propágulos, g) plántulas. Fotografías de D. Infante Mata y G. Sánchez Vígil.



Figura 10. Estructuras del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). a) bosque de mangle blanco, b) tronco, c) raíces adventicias y neumatóforos, d) hojas por el haz y por el envés, e) glándula en el peciolo, f) flores, g) progángulos, h) plántula. Fotografías de D. Infante Mata.

dura principal de la hoja y las secundarias. La ramita donde están las hojas se llama pecíolo y es pequeño y tiene dos glándulas oscuras en la base de la lámina de la hoja.

Son árboles dioicos o hermafroditas, es decir que las flores femeninas y masculinas están en árboles distintos. Las flores están agrupadas sobre estructuras en forma de cabezas redondeadas al final de las ramas. Son olorosas. Poseen pequeños frutos en forma de conos redondos de color púrpura o marrón. Se producen muchas semillas que se llaman nuececillas y son aladas, ya que tienen forma de escamas con pequeñas alas. Son muy pequeñas y miden uno a tres milímetros de largo. Florecen casi todo el año, aunque durante las lluvias es más aparente.

El mangle caballero, mangle zapatero.

Su nombre científico es *Rhizophora harrisonii*. En México esta especie de mangle se ha reportado para la costa de Chiapas y es escaso. Se le considera un híbrido, es decir el resultado de la reproducción de dos especies distintas, *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa*. Esta última no se encuentra en México. Este híbrido se parece mucho al mangle rojo, pero produce muchas más flores en la misma inflorescencia.

El mangle salado.

Su nombre científico es *Avicennia bicolor*. Recientemente se registró la presencia de poblaciones de *Avicennia bicolor* en Chiapas (Nettel y colaboradores, 2008). También se le conoce como mangle negro o prieto. Se extiende del sur de Chiapas al norte de Colombia, ya que está restringido al Pacífico. Mide de 5 a 20 m de alto; el tronco tiene una corteza exterior negra, lisa (a diferencia de *A. germinans* que forma placas) y presenta neumatóforos alrededor de la base. Las hojas son simples y opuestas, de 8 a 12 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho, ovaladas, con un fuerte contraste de colores entre el haz y envés, siendo el haz mucho más claro.

¿Qué otras especies de plantas viven en el manglar?

Hay algunas otras especies de arbustos y árboles asociadas al manglar, pero son poco frecuentes (figura 12) y generalmente se localizan en las zonas de menor salinidad e inundación. Se pueden encontrar algunos individuos aislados de los helechos de gran tamaño (*Acrostichum danaeifolium* –helecho de agua- y *Acrostichum aureum*– helecho de manglar), matorrales de majagua (*Hibiscus pernambucensis*), y al reducirse aún más la salinidad hacia tierra adentro, varias especies de higueras (*Ficus* spp.), el cornezuelo (*Acacia farnesiana*), la palma apachite (*Sabal mexicana*), el apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*) y el lirio de agua (*Crinum erubescens*) aparecen, formando un ecotono con la selva inundable. Ocasionalmente hay algunas trepadoras como *Mikania micrantha* (bejuco nube blanca) y *Rhabdadenia biflora* (bejuco de mangle) y algunas bromelias o tenchos, aunque es raro encontrar epífitas

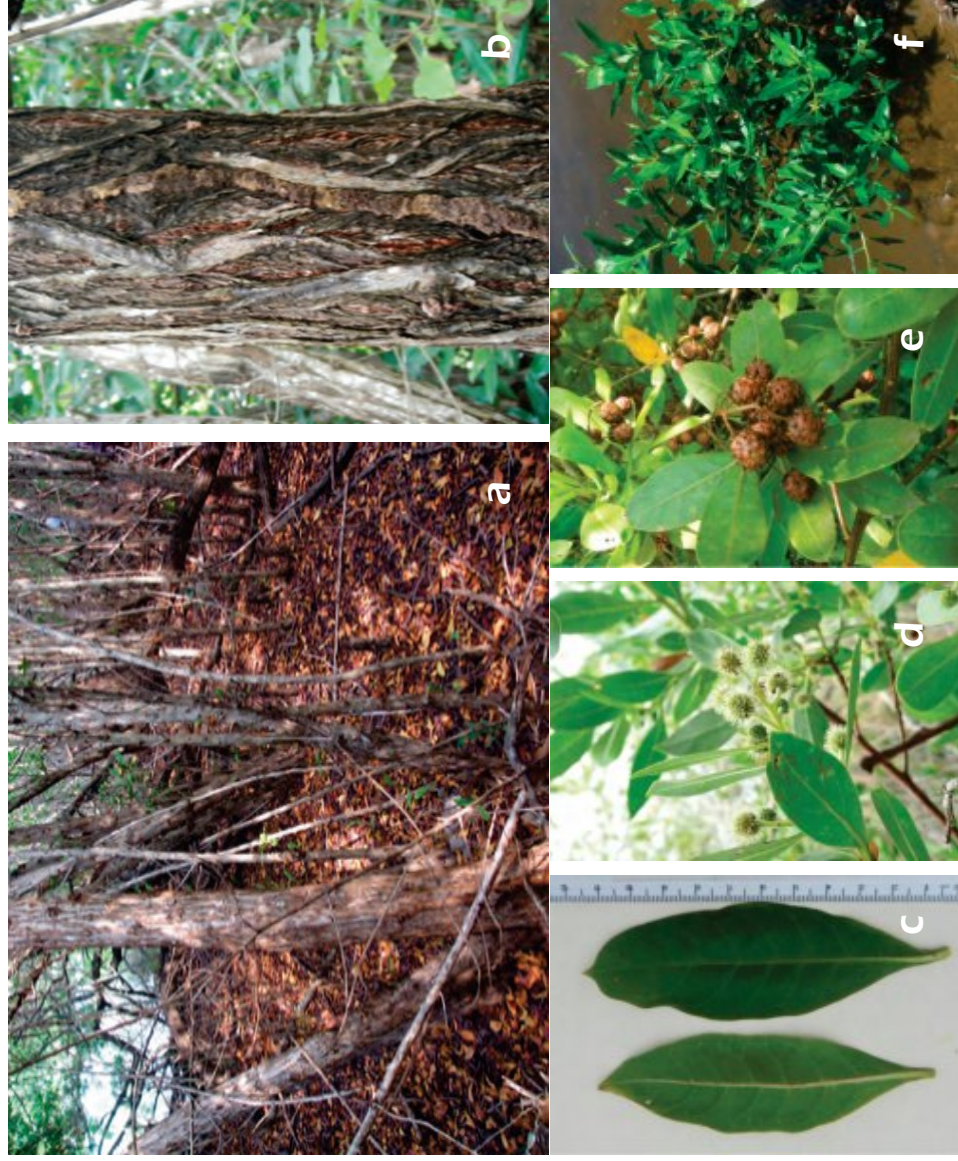


Figura 11. Estructuras del mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). a) bosque de mangle botoncillo, b) corteza, c) hojas por el haz y envés, d) flores, e) frutos, f) plántulas. Fotografías de D. Infante Mata.

(planta que vive sobre otra planta sin dañarla) viviendo sobre las ramas. Frecuentemente en las orillas se mezcla con comunidades de pantanos de agua dulce como son los popales y selvas inundables, sobre todo de *Pachira aquatica*. En la zona de transición se entremezclan varias de las especies.

***Acrostichum aureum*, helecho de manglar.** Es un helecho de gran tamaño, que puede sobrepasar los tres metros de alto. Las hojas llamadas frondas, se extienden por más de dos metros. Cuando tienen soros, que son las estructuras reproductivas de los helechos, las hojas se ven cafés y aterciopeladas por el envés. No soportan inundación continua, pero si la requieren por un tiempo. Toleran la salinidad.

***Hibiscus pernambucensis*, llamado majagua.** Es un arbusto grande o árbol pequeño y cuando las ramas reptan por el suelo, se enraizan, formando matorrales densos. Las hojas son casi redondas, hasta de casi 15 cm de diámetro, pero terminan en punta, sobre peciolo largo. Produce flores grandes y vistosas, de color amarillo que cambia a rojo o naranja con la edad.

***Rhabdadenia biflora*, conocida como liana o bejuco de manglar.** Este bejuco con látex lechoso tiene hojas opuestas, muy alargadas, y alcanza casi 12 cm de largo. Tiene flores blancas acampanadas. Trepa sobre los mangles y cuando florece es fácil observarlo.

***Crinum erubescens*, llamado lirio de agua.** Es una hierba que alcanza unos 80 cm de alto, con hojas alargadas, gruesas, que surgen desde la base. Las flores son blancas con pétalos largos, muy llamativas por lo que se usan como ornamentales.

Hay algunas plantas herbáceas que son comunes, sobre todo donde se ha talado el manglar o donde ha sido deteriorado o perturbado o bien en zonas muy salinas. En general son especies de hojas carnosas como *Batis maritima* (saladilla), *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga rosada), *Sesuvium maritimum*, *Borrchia frutescens* (sol de pantano) y varias especies de *Salicornia* (salicornia). También se pueden encontrar pastos que soportan altas concentraciones de sal en el suelo como *Sporobolus virginicus* (matojo de burro) (figura 13). Pueden formar manchones aislados en claros dentro del manglar o formar una especie de cubierta de hierbas bajo los árboles, sobre todo en zonas de mangle blanco y negro. En zonas más templadas o muy saladas como en Laguna Madre en Tamaulipas, forman grandes extensiones que se llaman marismas.

***Sesuvium portulacastrum*, conocida como verdolaga rosada o verdolaga de playa.** Es una hierba perenne con ramas acostadas que alcanza los 50 cm de alto con tallos

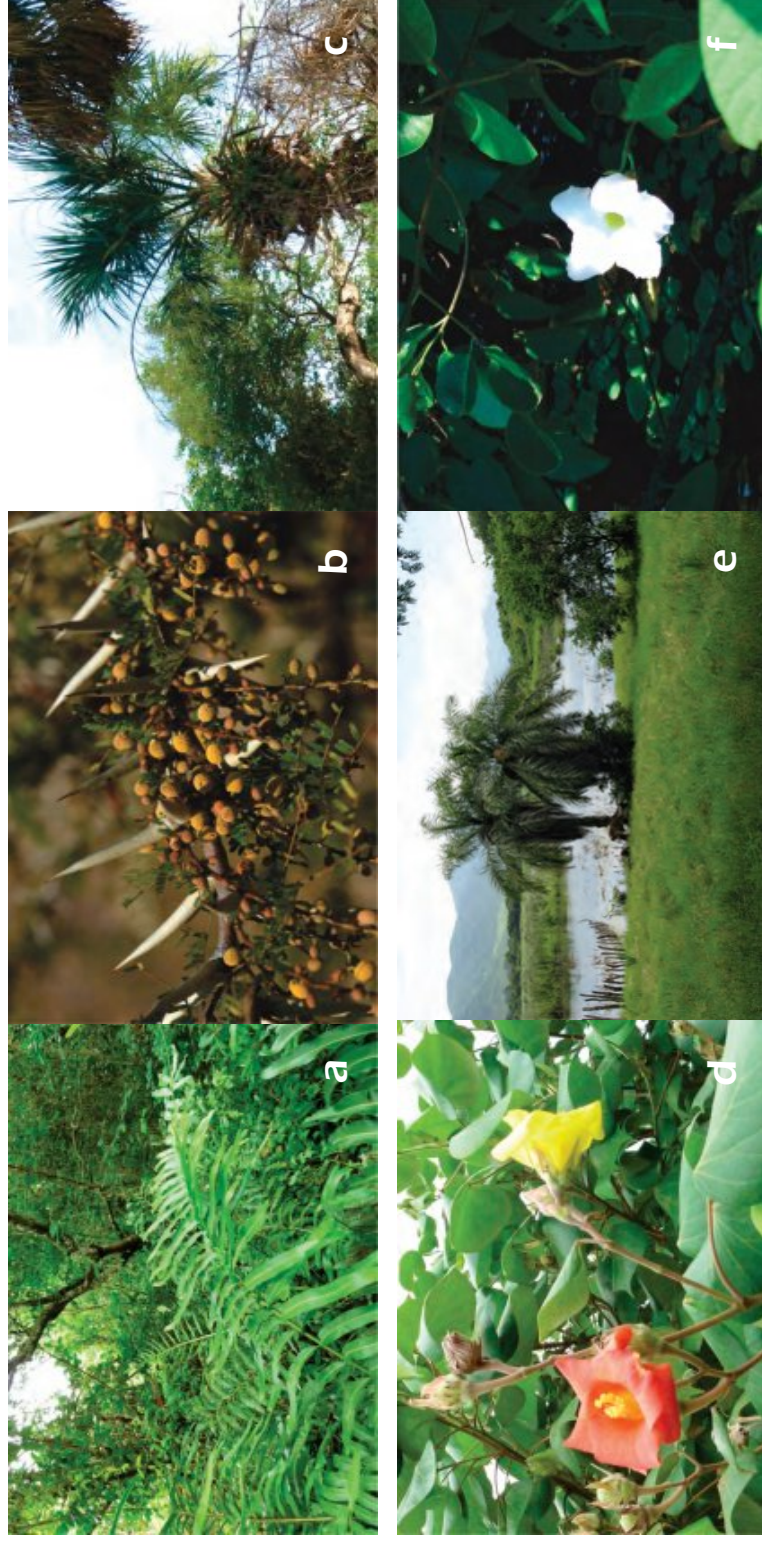


Figura 12. Otras especies de arbustos y árboles asociadas al manglar, aunque son poco frecuentes a) *Acrostichum danaeifolium* (helecho de mangle), b) *Acacia* spp. (cornezuelo), c) *Sabal mexicana* (palma apachite), d) *Hibiscus pernambucensis* (majahua), e) *Attalea butyracea* (coyol real) y f) algunas trepadoras como *Rhabdadenia biflora* (bejuco de mangle). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

largos (hasta un metro), lisos. Las hojas son muy carnosas, lisas, verdes, como pequeños dedos gordos de menos de un centímetro. Las flores son pequeñas, rosas o lilas. También se encuentra en las playas como su nombre lo indica.

***Batis maritima*, llamada saladilla** por el sabor de sus hojas al morderlas, es un arbusto perenne, carnoso, dioico, es decir con individuos con flores femeninas y otros con flores masculinas, que forma masas y tolera condiciones salinas. Es una especie halófila es decir que requiere de salinidad en su ambiente para crecer. Es una planta pionera que coloniza rápidamente las áreas de manglar talado o destruidas por tormentas y huracanes. Alcanza un metro de alto y las hojas son carnosas, opuestas, sésiles. Las flores son blancas y pequeñas.

***Salicornia bigelovii*, se conoce como salicornia** aunque su nombre se deriva del latín “cuernos carnosos”. Es una hierba anual o perenne, halófila, cuyo tallo se ramifica y se engrosa en los entrenudos, de color verde a rojizo, de hasta 60 cm de alto. Las hojas son pequeñas placas unidas al tallo. La inflorescencia se produce en la parte superior del tallo, densa, como un cilindro.

***Borrchia frutescens*, conocida como sol de pantano o árnica de monte.** Es una hierba o arbusto perenne de casi un metro de alto. Las hojas son verde grisáceo a plateadas, carnosas, menos que en las especies arriba descritas. Son ovaladas. La flor es como una margarita, amarilla y el fruto es oscuro, duro y pica cuando está seco.

***Sporobolus virginicus*, llamada matojo de burro o matojo de playa**, es un pasto con estolones (raíces enterradas superficialmente) rastreros que alcanzan entre 10 y 50 cm de alto. Las espigas con las flores son verdosas a moradas. También se encuentra en las playas.

¿Cómo es el ambiente donde viven los mangles?

Los mangles viven en zonas costeras, bordeando lagunas y a la entrada de ríos. A estos lugares se les conoce como estuarios. Se caracterizan porque hay cambios de salinidad desde la orilla del mar hacia dentro de la laguna o río, donde predomina el agua dulce. A este fenómeno se le llama gradiente de salinidad y es muy importante en la vida de un estuario y de su manglar. El grado de salinidad cambia a lo largo del año, pues depende de la influencia de las mareas. A su vez, en las lagunas donde hay una barra arenosa estacional, la salinidad va a depender de si la barra está abierta o cerrada.

No podemos encontrar mangles tierra adentro pues necesitan de inundación y de salinidad para poder vivir. Las mareas que se producen en el mar, hacen que a lo largo del año y durante el día, haya una entrada constante de agua de mar y por tanto de agua salina. Estas entradas de agua de mar también aportan nutrientes. Es



Figura 13. Hay algunas plantas herbáceas que son comunes, sobre todo donde se ha talado el manglar o donde ha sido deteriorado o perturbado o bien en zonas muy salinas. a) *Batis maritima*, b) *Sesuvium portulacastrum*, c) *Borreria frutescens*, d) *Salicornia bigelovii* y *Salicornia sp.*, e) *Sporobolus virginicus*. Otras como *Crinum erubescens* (f) aparecen en zonas con predominancia de agua dulce, hacia el fondo del manglar. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

raro encontrar manglares viviendo a la orilla del mar. Esto sucede únicamente en playas protegidas, por ejemplo por un arrecife, pues los manglares no toleran el oleaje. Se consideran más bien ambientes de sedimentación, donde los lodos finos se acumulan por el efecto de la entrada y salida de mareas con oleaje de baja energía.

El gradiente de salinidad nos está indicando que se necesita la presencia de agua salina, pero también de agua dulce para que viva un manglar. El agua dulce puede venir de escurrimientos temporales, permanentes o bien por el manto freático, a través de escurrimientos subsuperficiales. Para que el manglar se mantenga sano y se desarrolle bien, es necesario mantener ambos tipos de agua.

El contacto de una laguna con el mar, aunque sea temporal, hace que numerosos organismos marinos entren a las lagunas costeras y encuentren refugio entre las raíces del mangle o entre los pastos marinos del fondo. El manglar proporciona un hábitat importante a una gran variedad de organismos (algas epífitas, fitoplancton, zooplancton, necton, algas, microflora, microbios, camarones, ostiones y peces, entre otros). Entre las raíces del manglar los jóvenes de muchas especies de peces, camarones, etc. encuentran alimento y refugio (figura 14). Por tanto el manglar es como una gran guardería donde se protegen los futuros peces, crustáceos, y otros animales. Además, sobre las raíces de zancos viven muchas especies siendo una de las más conspicuas el ostión del manglar *Crassostrea rhizophorae*.



Figura 14. Entre las raíces del manglar y entre las hojas de los pastos marinos encuentran refugio y alimento los jóvenes de muchas especies de peces, camarones, etc. Otros organismos que requieren soporte como los ostiones de manglar se adhieren a las raíces o las usan para trepar como los cangrejos. Modificado de Lara Domínguez (2006).

Explica en que parte del manglar vive cada uno de los tipos de árboles de mangle que conoces.

¿Por qué pueden vivir donde está inundado?

La vida en un ambiente inundado requiere de diversas adaptaciones. Son dos los factores ambientales que afectan y seleccionan las especies que son capaces de sobrevivir en los humedales: la salinidad y la inundación (tiempo y cantidad). La inundación produce sustratos saturados y por tanto largos períodos de inundación que los vuelven ambientes anaerobios, es decir carentes de oxígeno.

Las plantas verdes realizan la fotosíntesis, es decir que captan la luz del sol y junto con el agua y nutrientes minerales que absorben del suelo y el oxígeno que toman del aire, son capaces de producir energía para crecer y reproducirse. Todos los animales, incluyendo el hombre, somos incapaces de utilizar la energía del sol y tenemos que tomarla de las plantas o de otros organismos. De esta manera se establecen las cadenas tróficas donde el pez grande se come al chico, pero éste primero se comió alguna planta.

Al igual que nosotros, todas las plantas y animales necesitan oxígeno para vivir. Sin oxígeno las plantas no realizan la fotosíntesis y por tanto no pueden crecer. Muy pocas plantas han logrado adaptarse y encontrar alternativas a esta falta de oxígeno que se produce en el suelo durante las inundaciones. La inundación hace que se reduzca o que desaparezca el oxígeno en los poros del suelo, de donde las raíces de las plantas lo extraen para poder respirar. Los espacios o poros que hay entre las partículas de suelo generalmente están llenos de aire, pero cuando se inunda, estos espacios se rellenan con agua, además de que el oxígeno se difunde lentamente en los suelos inundados. Esto contribuye a una falta de aire en el suelo y es por eso que las únicas plantas que pueden sobrevivir son aquellas que tienen adaptaciones para

soportar la escasez de oxígeno. Entre ellas están las distintas especies de mangle así como otras especies de humedales.

Los mangles tienen adaptaciones que les permiten vivir en condiciones de baja cantidad de oxígeno. A la falta de oxígeno se le llama anoxia. Estas especies han desarrollado una serie de adaptaciones fisiológicas (en su funcionamiento) y morfológicas (en su forma o estructura) o bien en su estrategia de vida, que les permiten tolerar el estrés o bien evitarlo. Las adaptaciones estructurales son las más fáciles de observar en el campo, por tanto se va a profundizar más en ellas. Este tipo de estrategias son anatómicas y morfológicas. Una de las principales es la formación de tejido de aerénquima y la producción de órganos o respuestas especiales en raíces y tallos.

El aerénquima es un tejido lleno de espacios aéreos que permiten la aireación del tejido sumergido y el transporte de oxígeno. Produce un sistema de tubos o de interconexiones a través de canales de aire, que permite el paso del oxígeno. En este tipo de plantas más del 60% del tejido de las raíces corresponde a poros o sea espacios, en comparación con especies no tolerantes a la inundación, en las que solamente alcanza el 2-7 % (figura 15).

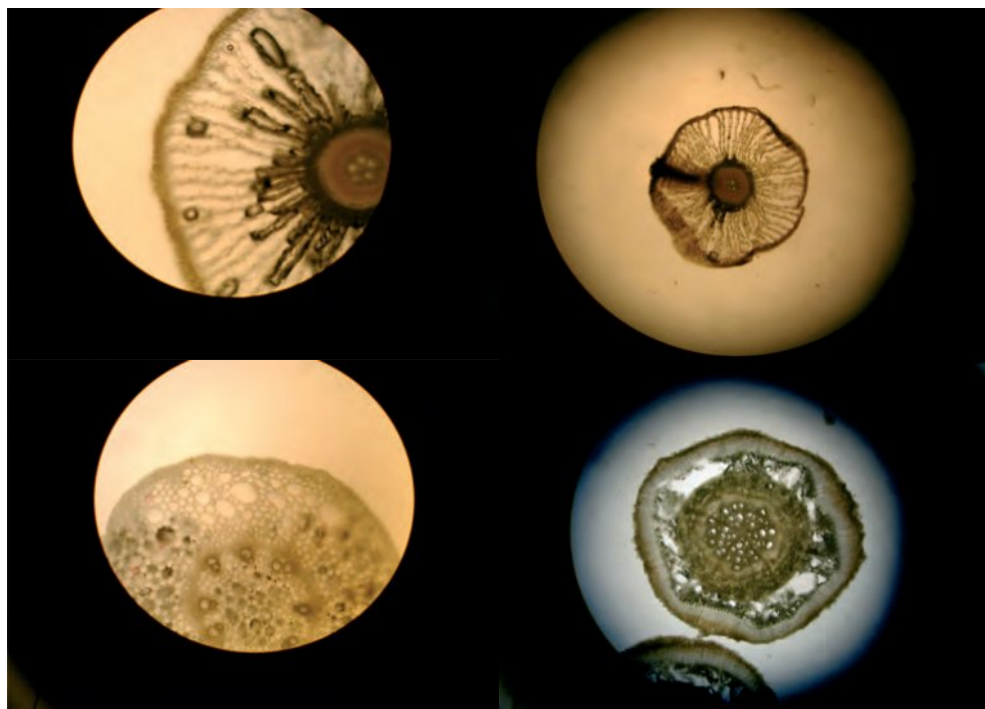


Figura 15. El aerénquima es un tejido que permite la aireación y el transporte de oxígeno en la planta. Provee un sistema de interconexiones a través de canales de aire, que permite el paso del oxígeno. Las fotografías muestran cortes transversales de distintas secciones de plantas de humedales, donde se observa la estructura en forma de aerénquima.

Las raíces también pueden sufrir transformaciones que les permiten lidiar con la falta de oxígeno. El sistema de raíces y los cambios en la forma de las raíces como son los zancos y los neumatóforos pueden verse esquematizados en la figura 16.

Hay adaptaciones muy específicas para asegurar el contacto de las raíces con el aire, de donde la planta puede obtener el oxígeno que necesita:

- i. raíces adventicias, que se producen al nivel de los tallos o troncos, por lo que funcionan en un medio aerobio, es decir con oxígeno (figura 17 a y b). También contienen aerénquima y ayudan en el transporte de oxígeno y captación de nutrientes. Aparecen a los pocos días de la inundación y crecen lateralmente a partir de la base del tronco principal y se extienden sobre la superficie del suelo o por encima.
- ii. neumatóforos (figura 16 y 17 c), los cuales se producen a partir de raíces horizontales y enterradas superficialmente, que irradian del centro del tronco varios metros. A intervalos de 15 a 30 centímetros emergen raíces aéreas modificadas, de 20-30 cm de alto, que se producen por miles, crecen hacia arriba y alcanzan un centímetro de diámetro, con tejido esponjoso –aerénquima-, y cubiertas de lenticelas. Sobresalen del lodo y aparecen por encima del nivel del agua durante las mareas bajas. Son características del mangle negro- *Avicennia* y del mangle blanco- *Laguncularia*, y su tamaño o altura es un indicador del nivel que alcanza el agua. ¡Un árbol de *Avicennia* llega a formar más de 10,000 neumatóforos! ¡En el manglar asiático *Sonneratia*, los neumatóforos crecen 3 metros de alto! Es un manglar en el que las fluctuaciones de la inundación hacen que el agua suba más de dos metros.
- iii. raíces en forma de zancos y raíces aéreas, las cuales se desarrollan en el mangle rojo- *Rhizophora* (figura 8 y 16). Las raíces de zancos se forman a partir de la zona baja de los tallos y se ramifican hacia el sustrato; las raíces aéreas se forman en las ramas y parte alta del tallo y se dejan caer hacia el sustrato. Están cubiertas de lenticelas que permiten que el oxígeno se difunda hacia dentro de la planta y que el bióxido de carbono y otros gases salgan. Son también raíces que ayudan a obtener alimento y dan soporte a la planta. Ya en el suelo forman raíces de alimentación (superficiales y con muchos pelos que extienden la superficie de las raíces) así como raíces de anclaje (con una capa tipo corcho protectora y que penetran hasta un metro bajo tierra).
- iv. las lenticelas son pequeños poros que aparecen en el tallo o en las raíces y apoyan la captación y difusión pasiva de oxígeno (figura 17 d). Pueden terminar en una raíz larga, esponjosa, llena de aire, sumergida. Los más característicos son los del mangle rojo. En estas estructuras, la concentración de oxígeno permanece alta continuamente. Se han hecho experimentos para entender el funcionamiento de las lenticelas. Cuando se tapan con vaselina, puede medirse la disminución de oxígeno en el aerénquima a su alrededor así como un aumento de CO_2 .

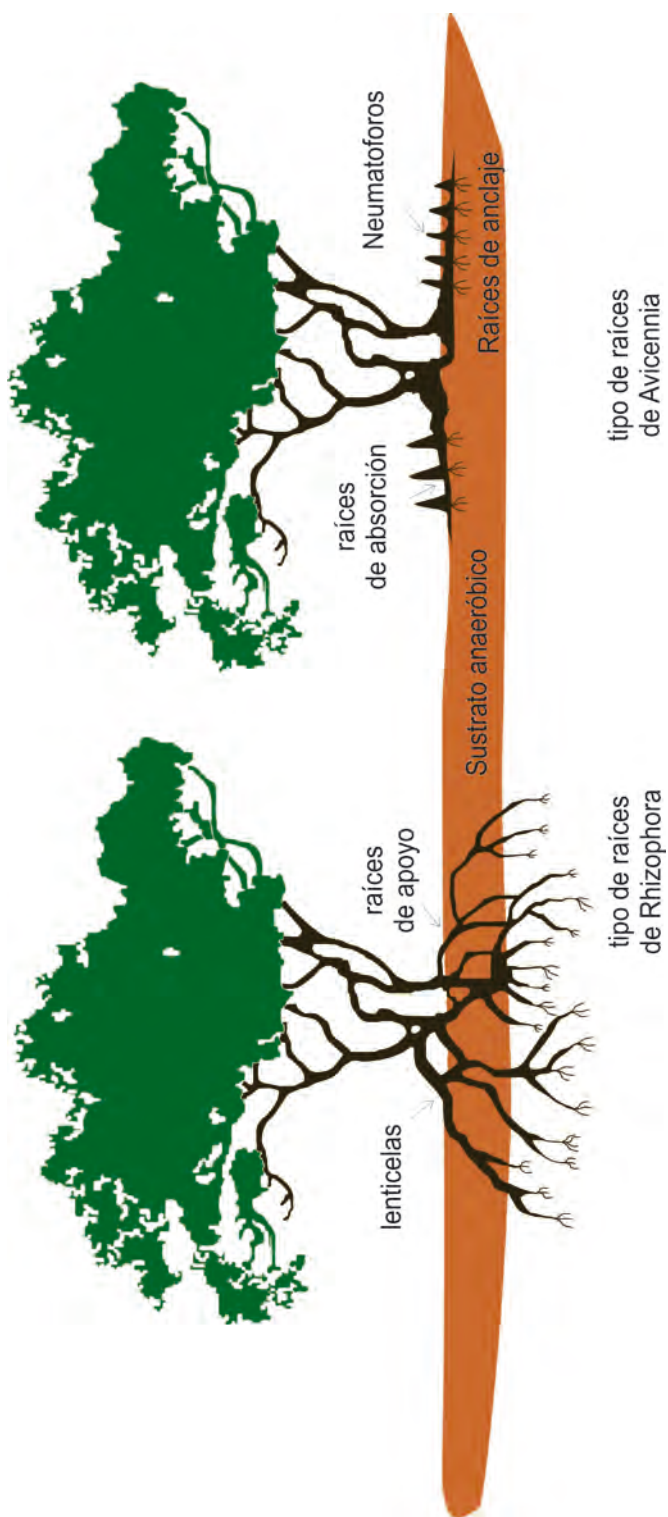


Figura 16. Esquema que muestra los cambios estructurales en los sistemas de raíces que dan lugar a los zancos y los neumatóforos. Redibujado de Brix (1988).

Los tallos también pueden presentar adaptaciones como es el agrandamiento o hinchamiento de la base del tallo, formando contrafuertes (figura 18) es decir crecimiento lateral de la parte baja de los tallos y raíces, que ocurre como respuesta a la inundación. Se incrementa la porosidad de la base del tallo y se incrementa la aireación, además de que esta base de apoyo amplia ayuda al anclaje en suelos relativamente inestables. Ejemplo de ello son *Annona glabra* (anona) y *Pachira aquatica* (apompo), dos especies de selvas inundables. Esta última se mezcla frecuentemente con los manglares.

¿Por qué pueden vivir donde el agua es salada?

Los mangles son los únicos árboles del mundo que pueden vivir bajo condiciones de falta de oxígeno y además de salinidad. El agua salina tiene una alta concentración de sales disueltas, es decir que es más densa que el agua dulce. Por ello es más fácil flotar en el agua de mar que en un río o laguna. Pero también significa que si entra en contacto con condiciones de agua dulce o de menor salinidad, tiende a introducir agua para disminuir su concentración de sales. Por ello si bebemos agua de sal, nos da mucha más sed, pues las células de nuestro cuerpo se deshidratan, es decir pierden agua, pues la liberan hacia el medio donde hay mayor concentración de sales. El contacto con el agua salina hace que el organismo o la célula pierda agua y por tanto es como si hubiera sequía. A este fenómeno se le llama sequía fisiológica y es lo que le sucede a la mayoría de las plantas cuando se encuentran en agua salada. Generalmente causa la muerte de las plantas, si éstas no presentan adaptaciones especiales.

Adaptaciones a la salinidad:

La mayoría de las plantas no toleran condiciones de salinidad. Sin embargo, algunas plantas tienen adaptaciones para tolerar la salinidad. Estas plantas se llaman halófitas y requieren la presencia de salinidad para poder completar su ciclo de vida con éxito. Por tanto las plantas halófitas desarrollan características de plantas de regiones secas que les brindan la posibilidad de almacenar agua. Algunas de ellas son: epidermis gruesa (capa de células superficial de las hojas y partes jóvenes de la planta), cutícula gruesa (capa cerosa externa a la planta que la protege de la desecación), tejidos para almacenar agua (por lo que son carnosas), todo ello para evitar la pérdida de agua por evapotranspiración.

Los manglares han desarrollado diversos mecanismos que les permiten vivir en estas condiciones. Los principales son exclusión de la sal de las raíces, eliminación del exceso de sal mediante secreción y tolerancia de altas concentraciones de sal en los tejidos de la planta. Vamos a explicarlos con más detalle viendo algunos ejemplos de cómo las plantas lo llevan a cabo:

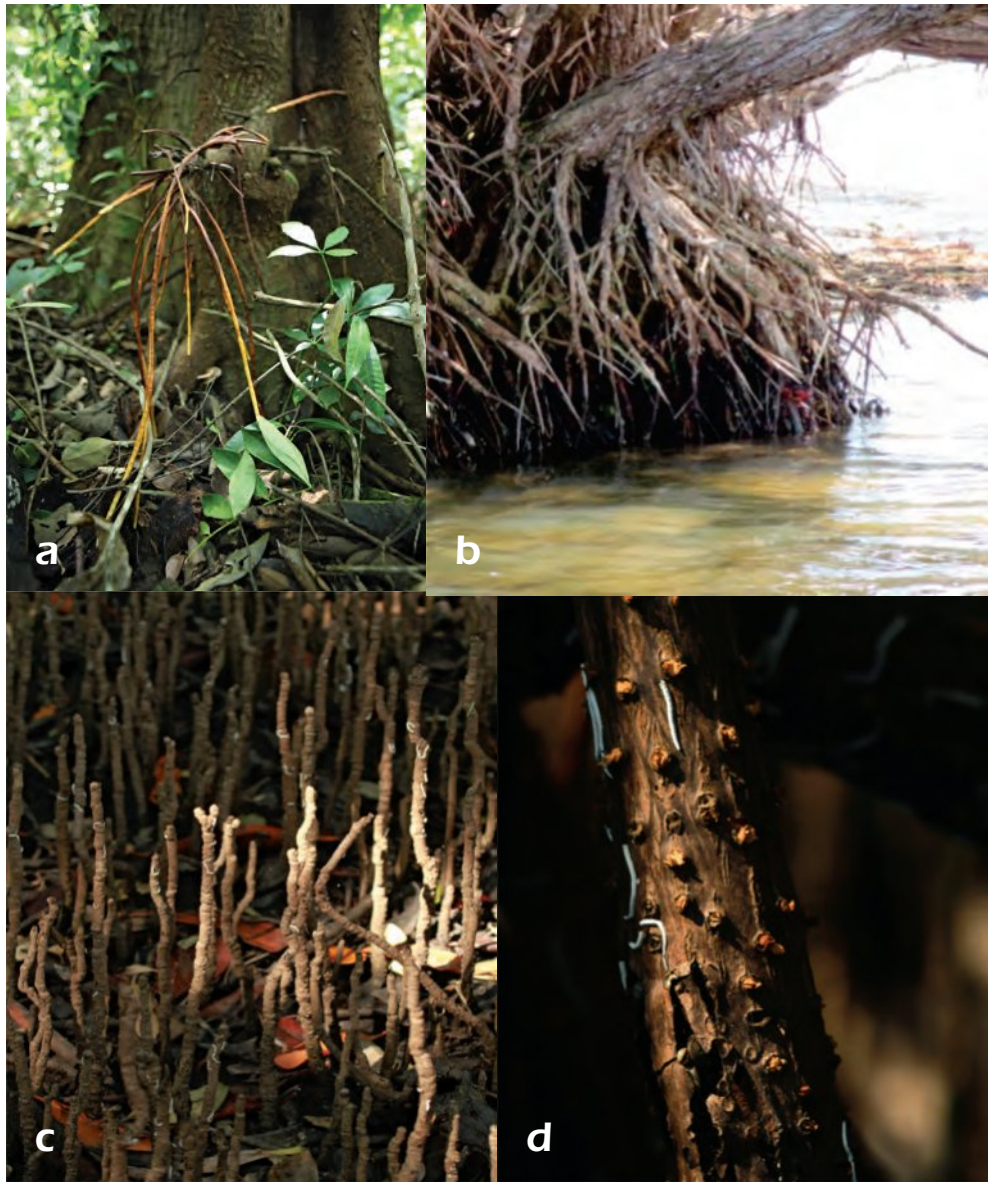


Figura 17. Adaptaciones de árboles a la inundación. a) raíces adventicias, que se producen al nivel de los tallos o troncos, por lo que funcionan en un medio aerobio, es decir con oxígeno, en este caso del zapote reventador (*Pachira aquatica*), b) raíces adventicias del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). c) neumatóforos o raíces aéreas modificadas, de 20-30 cm de alto, que crecen hacia arriba con tejido esponjoso de aerénquima, cubiertas de lenticelas, d) raíces en forma de zancos cubiertas de lenticelas. Las lenticelas son pequeños poros que aparecen en el tallo o en las raíces y apoyan la captación y difusión pasiva de oxígeno, como en el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.



Figura 18. Los tallos también pueden presentar adaptaciones como es el agrandamiento o hinchamiento de la base del tallo, formando contrafuertes. a) contrafuertes de apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*), b) de anona (*Annona glabra*), c) de higuera (*Ficus spp.*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

- a. *Exclusión de la salinidad a través de barreras* para prevenir o controlar la entrada de sales. Hay células especializadas que llevan a cabo esta función, de modo que las células restantes pueden seguir funcionando normalmente. La sal se filtra a nivel de las membranas de las células de la raíz. Muchos mangles excluyen altos porcentajes de salinidad a nivel de las raíces. Por ejemplo, el mangle rojo presenta una concentración de sales de 17 mM en el interior de las células mientras que otra especie que no tiene esta capacidad presenta 100 mM, más de cinco veces la cantidad que se presenta en el mangle rojo.
- b. *Secreción o excreción de la sal a través de órganos particulares* como las glándulas especializadas de las hojas, que de manera selectiva remueven la sal de los tejidos y mediante un mecanismo de bombeo la expulsan (figura 19). El mangle negro (*Avicennia germinans*) usa este mecanismo y por eso se encuentran granos de sal en el envés de la hoja. Otros depositan la sal en la corteza de los tallos o en las hojas viejas y así cuando éstas caen, la sal puede ser removida.
- c. *Incremento del contenido de agua de la planta*, volviéndola carnosa o suculenta (figura 20 a). Cada célula incrementa su tamaño y las hojas y tallos se hacen más gruesos, reduciéndose al mismo tiempo el número de hojas. Este mecanismo diluye el contenido interno de sal y reduce el efecto negativo de dicha sal. Incluye a las plantas carnosas con la mayor tolerancia a la salinidad como *Salicornia* y *Batis*.
- d. *Compartimentalización de las sales tóxicas en alguna parte de la planta*. Muchas veces la planta acumula las sustancias tóxicas en vacuolas o bolsas especializadas dentro de las células, que se localizan por ejemplo en alguna hoja. Esta hoja se va poniendo amarilla y finalmente se desprende de la planta (figura 20 b).

Las distintas especies de mangle utilizan uno o varios de los mecanismos de exclusión, secreción y/o tolerancia a la sal. A lo largo de su evolución las especies de mangles han desarrollado una o varias maneras de sobrevivir y reproducirse en condiciones de inundación y de salinidad. Pero ello implica que aparte de realizar todas las funciones que otras plantas terrestres desarrollan, además tienen que usar energía para formar aerénquima y para excluir la sal. Por lo anterior, podemos ver que para una planta es difícil sobrevivir en los humedales, y por lo tanto no son muchas las plantas en el mundo que viven bajo estas condiciones.

¿Por qué siempre el mangle rojo está sobre la laguna o el río y el botoncillo hasta atrás?

Los distintos tipos de mangles no son capaces de tolerar las mismas condiciones de salinidad y de inundación y su consecuente falta de oxígeno. Por ello ocupan distintas partes del manglar. El mangle rojo tiene sobre las raíces de zancos lenticelas o poros que le permiten respirar cuando hay inundación. El oxígeno que penetra se va por el

¿Qué plantas halófitas conoces?

aerénquima hasta las raíces inundadas y ello permite que sigan funcionando. ¡El tamaño de los zancos le permite a este mangle tolerar mayores niveles de inundación y por todo el año! Además, puede evitar que penetre la sal a su interior, debido a la estrategia de exclusión que tienen sus raíces. Por ello se encuentra en el borde de lagunas o ríos, que son las zonas del manglar que permanecen mayor tiempo inundadas y con mayor influencia de las mareas.

El mangle rojo se considera una planta halófito facultativa, ya que puede desarrollarse tanto en agua dulce, como en agua con un mayor porcentaje de salinidad. Sin embargo, su máximo desarrollo se da en un rango menor de 9% de salinidad. Esta baja tolerancia relativa, hace que el mangle rojo no sea del todo una planta adaptada al medio marino.

El mangle negro es el más resistente a altas condiciones de salinidad. Es parte importante del manglar de cuenca, donde se acumula y estanca el agua y se incrementa la salinidad. Los neumatóforos le permiten tener partes de las raíces en contacto con el aire y respirar. Los neumatóforos no son muy altos lo que indica que el agua alcanza menores niveles que donde se establece el mangle rojo. Tiene glándulas que le permiten expulsar la sal por las hojas.

El mangle blanco también tiene neumatóforos por lo que sólo tolera unos cuantos meses de inundación. Sin embargo es menos tolerante que el negro a la salinidad. Este tipo de mangle generalmente se encuentra también hacia las orillas del manglar, entre el mangle negro y el botoncillo. En cambio el botoncillo tiene menos adaptaciones para soportar la inundación y la salinidad y por eso siempre está en el borde del manglar hacia tierra adentro, o sea en la zonas de menor tiempo de inundación y donde la salinidad es muy baja, pues la inundación es sobre todo producida por agua dulce.

Estas tolerancias diferentes a la inundación y a la salinidad de los cuatro tipos de mangle, hacen que ocupen zonas distintas del ecosistema de manglar. En ocasiones hay un arreglo lineal, que se llama zonación, en el cual el mangle rojo ocupa la zona colindante con la laguna, el mangle negro por atrás, seguidos del blanco y botoncillo. Aunque no siempre se sigue este orden, y su arreglo más bien obedece a un mosaico de condiciones de inundación y salinidad.

¿Qué tamaño alcanzan los mangles?

El tamaño de los mangles varía mucho en función de la temperatura, del aporte de agua dulce y de nutrientes, y sobre todo del grado de salinidad. Los vientos también afectan el tamaño del mangle.

En zonas protegidas, donde hay abundante agua dulce y no demasiada salinidad, los mangles alcanzan hasta 40 metros de alto y los troncos no pueden ser abrazados por dos personas juntas. En cambio en zonas donde hay una sequía fuerte y

sobre todo altas salinidades, los mangles son chaparros, a veces menos de un metro de alto. En zonas rocosas de Cuba hay manglares que no sobrepasan los 50 centímetros de altura.

¿Cuántos tipos de manglares hay?

Algunos estudiosos de los manglares (Lugo, 1980; Cintrón y colaboradores, 1985) los dividieron en cuatro tipos, en función de las características geomorfológicas de los sitios. Permitió entender mejor como se distribuyen las especies de manglares. La figura 21 muestra un esquema de los cuatro tipos de comunidades de manglar.

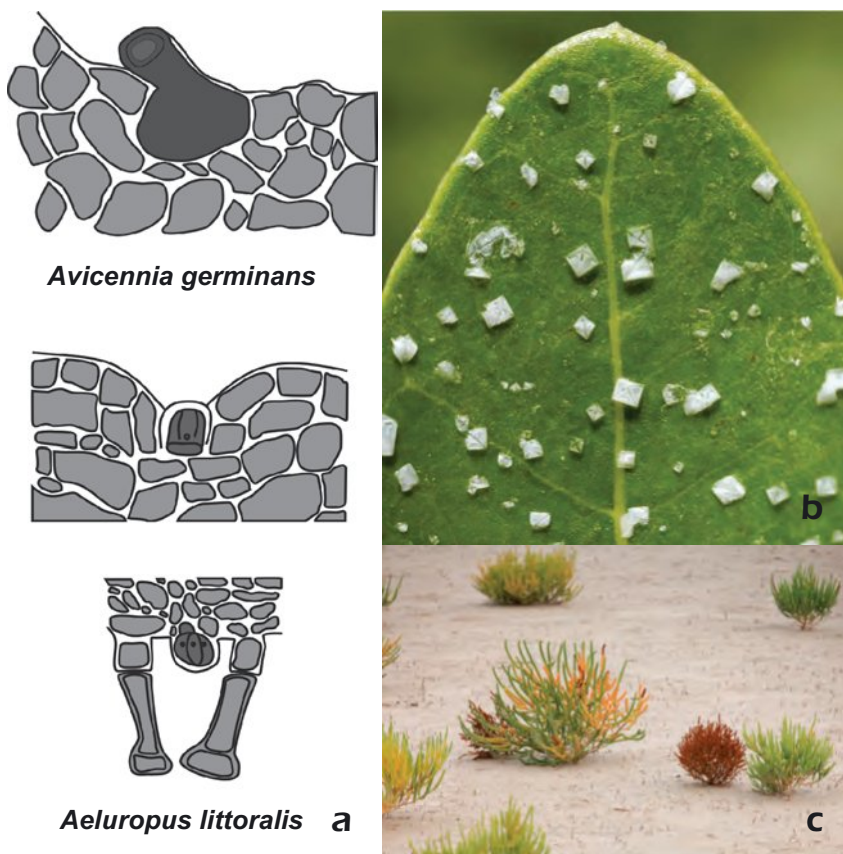


Figura 19. Las principales adaptaciones de las plantas de manglar para soportar la alta salinidad del ambiente donde viven son la exclusión de la sal por las raíces, la eliminación del exceso de sal mediante secreción y la tolerancia de altas concentraciones de sal en los tejidos de la planta. a) dibujo de las glándulas de dos manglares (*Aeluropus littoralis* y *Avicennia germinans*)-redibujado de Liphshitz, N. y Y. Waisel. 1974. The New Phytologist 73:507-513, b) secreción o excreción de la sal a través de hojas en el mangle negro (*Avicennia germinans*)- tomado de 527x-avicennia_germinans-salt_excretion machita75.worldpress.com. c) acumulación de sales en las hojas de *Salicornia ssp.*, las cuales después son deshechadas.



Figura 20. Adaptaciones a la salinidad. a) hojas succulentas de plantas del humedal para reducir la salinidad, como en el caso de *Batis maritima*, b) hojas succulentas de color amarillo en la parte superior de la planta de *Salicornia sp.*, donde se ha acumulado la sal. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

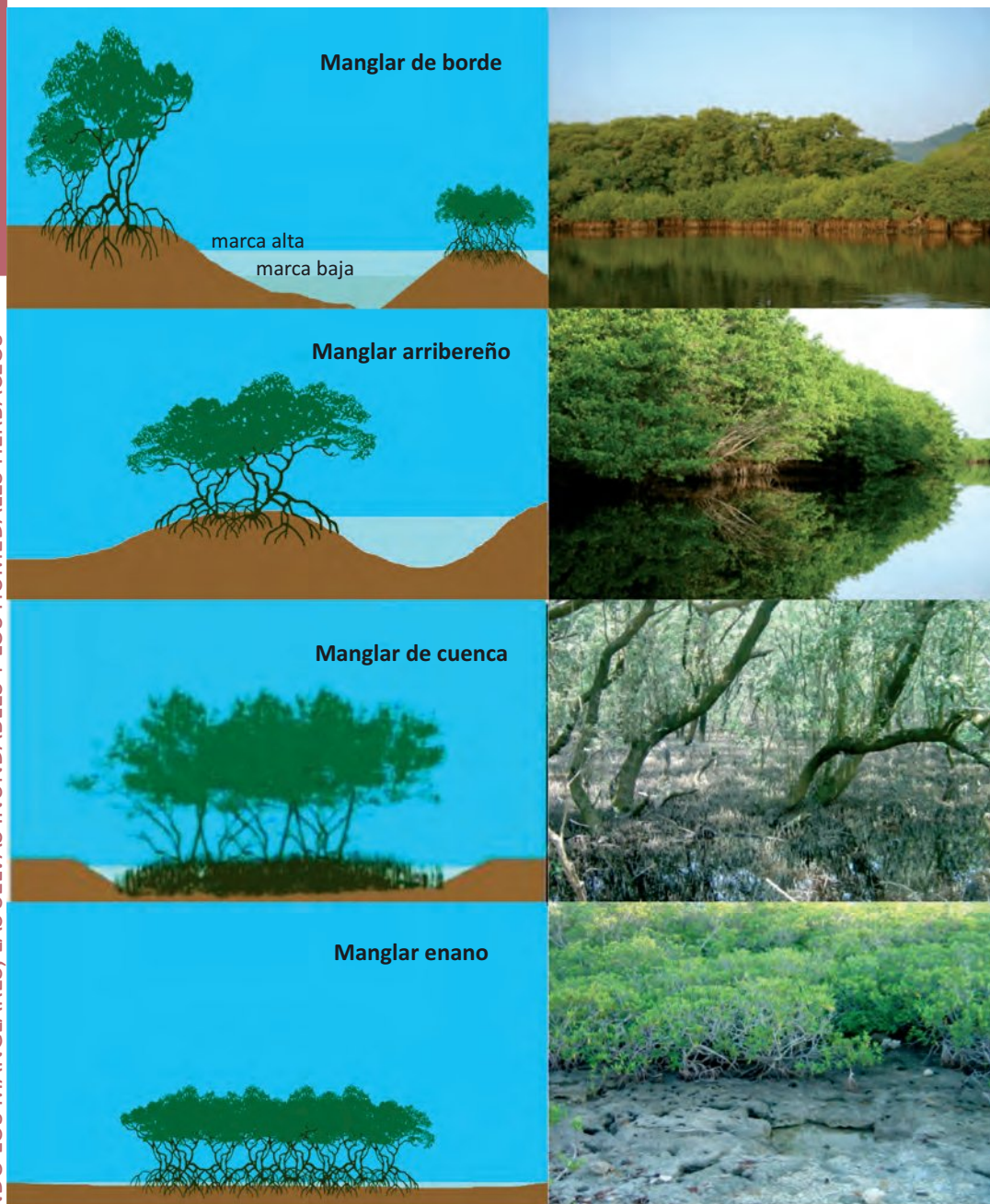


Figura 21. Esquema de los cuatro tipos de manglar. Tomado de Moreno-Casasola e Infante Mata (2010).

i) Manglares de borde

Este tipo de bosque se desarrolla a lo largo de las orillas de canales, ríos, estuarios y en algunas islas así como en costas protegidas, escollos, espigones y proyecciones de la costa. Están expuestos al régimen de mareas diario por lo que presentan salinidades medias a altas. Tienden a acumular materia orgánica debido al oleaje de baja energía y al desarrollo denso de raíces con forma de zanco. Todas las especies pueden estar presentes, aunque la dominante es el mangle rojo debido a que sus raíces le permiten asentarse sobre sedimentos inestables. La dinámica del lavado diario no permite un desarrollo denso; la altura máxima de los árboles puede ser hasta de 15 metros. Los mangles de borde son de gran importancia por su producción y exportación de materia orgánica, y por la protección que brindan a la costa.

ii) Manglares ribereños

Este tipo de bosque se desarrolla a lo largo de las márgenes de los ríos, esteros y canales con influencia de agua dulce abundante y constante. En este ambiente, los flujos de agua son intensos y ricos en nutrientes, lo cual provoca un alto desarrollo de los árboles, por tanto son los más productivos y alcanzan las mayores alturas y grosores del tronco.

iii) Manglares de cuenca

Se localizan en pequeñas cuencas, alejadas de la influencia estuarina y lagunar, por atrás de las comunidades de bosques ribereños o de borde. En estas depresiones la renovación de las aguas ocurre lentamente durante la época de lluvias. Se produce principalmente durante las mareas más altas. Debido a las condiciones de estancamiento del agua y el escaso refluo de aguas por efecto de la marea, los suelos tienden a tener salinidades más altas y menores concentraciones de oxígeno. Generalmente están dominados por mangles negros y blancos, y el suelo está cubierto de neumatóforos.

iv) Manglares arbustivos o enanos

Estos bosques se encuentran en medios extremos (altas salinidades, suelos pobres, vientos e inundación constantes) por lo que su desarrollo se ve limitado por factores estresantes. Cuando existen perturbaciones, por ejemplo por huracanes, la recuperación es lenta, dadas las condiciones en que se encuentran. Hay manglar achaparrado de árboles de mangle rojo y de mangle negro.

¿Cómo se reproducen los mangles?

Hay algunas especies de árboles que son vivíparos. Las plantas vivíparas son aquellas en las que el embrión de la semilla se desarrolla y emerge de la cubierta de la propia semilla y posteriormente del fruto mientras aún está en el árbol. Los embriones de estas especies vivíparas no tienen un período de latencia o dormancia. Ello significa

que apenas caen al suelo y las raíces prenden, comienzan a desarrollarse. Este fenómeno es común en el mangle rojo. El contenido de agua del embrión permanece alto, lo que permite que crezca continuamente. La semilla germinada desarrolla el tallo embrionario, llamado hipocótilo, el cual inmediatamente después de caer a la superficie del agua y enterrarse, desarrolla raíces y tallos (figura 22).

Esta estrategia tiene varias ventajas en este tipo de ambientes, pues le da mayores posibilidades de supervivencia a la especie: enraizamiento rápido, desarrollo de la capacidad de flotar, la plántula tiene más tiempo para seguir obteniendo nutrientes del árbol madre. También reciben sal de sus progenitores, lo que les permite adquirir resistencia a la sal desde temprana edad.

En el mangle negro y en el blanco, las semillas germinan frecuentemente cuando aún se encuentra el fruto adherido al árbol. Como mecanismo de dispersión desarrollan semillas con tejidos esponjosos que contienen aire y les permiten flotar.

¿Qué tan productivo es el manglar?

La productividad del manglar, es decir su capacidad para producir hojas, ramas, flores y frutos es muy alta. Esta capacidad de formar biomasa, es decir materia viva, se llama productividad primaria. Las plantas son denominadas productores primarios porque son capaces de realizar la fotosíntesis. Para ello utilizan la energía solar y junto con oxígeno, agua y nutrientes, producen biomasa. Ningún animal es capaz de hacer esto, y por tanto dependemos totalmente de las plantas y de otros animales que consumen plantas para adquirir la energía que nos permite vivir y crecer.

En todas las comunidades de plantas, cuando caen las hojas y ramas, se acumulan sobre el suelo formando la hojarasca. Se descomponen liberando nutrientes y en el caso de los manglares y humedales costeros, van a dar a las lagunas y sirven de alimento a los peces. Por ello las lagunas rodeadas de manglares son tan productivas.

La producción de hojarasca varía en el mundo y se tienen valores bajos como los de los manglares enanos de Florida (1.20 ton/ha/año), hasta 23.4 ton/ha/año en Malasia donde hay grandes extensiones de manglares cuya madera se utiliza comercialmente (Twilley y colaboradores, 1986). En México los datos varían desde 6.14 ton/ha/año en un manglar dominado por *Avicennia germinans* en la Laguna de Mecoacán en Tabasco (López-Portillo y Ezcurra, 1985) hasta 12.65 ton/ha/año en un manglar dominado por *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* en la Laguna de Términos, Campeche (Day y colaboradores, 1987; Coronado-Molina, 2000) y 13.50 ton/ha/año en un manglar también de estas mismas especies en La Mancha, Veracruz (Utrera y Moreno-Casasola, 2008). Vale la pena mencionar que son tan productivos como las selvas inundables, como se podrá apreciar en la siguiente sección.

La caída de hojas y ramas de los mangles se produce durante todo el año, aunque hay épocas en que es mayor, principalmente durante las lluvias. Una vez que ha caído al suelo existen varios mecanismos para degradarla y convertirla en materia orgánica: (a) es rota formando pequeños trozos y consumida por cangrejos y posteriormente liberada en forma de heces o pequeñas partículas, siendo éste el proceso principal, (b) los microorganismos la descomponen y degradan, (c) es exportada al estuario muy poco degradada por mareas y corrientes, o (d) es retenida en el propio manglar e incorporada al suelo, aunque rara vez se llega a ver una cubierta de hojarasca en estos ecosistemas.

El ritmo de degradación de las hojas rojas de los manglares en general depende del ambiente donde ocurra la degradación. En el manglar de Nayarit, la



Figura 22. Propágulos y plántulas del mangle rojo, tanto en el árbol como enterrados en la orilla del manglar. La última fotografía muestra los propágulos sembrados en bolsas en un vivero. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

degradación más rápida ocurrió bajo condiciones de aguas salobres, y fue asociada con un ritmo alto de degradación por la acción de invertebrados. Dos especies de anfípodos, *Melita nitida* y *Corophium lacustre*, y el cangrejo *Rithropanopeus harrisi*, eran consumidores importantes de los desechos de hojas en aguas salobres. Se estimó que aproximadamente la mitad de la producción total anual fue exportada del estuario de las bahías adyacentes en la forma de material en partículas finas (Roller, 1974). Lo anterior constituye una fuente muy importante de alimento que es liberado al mar y aprovechado por peces que se desarrollan cerca de la costa.

¿Dónde se encuentran los manglares en México?

Los manglares se encuentran en todas las costas de México, excepto en el noroeste más alto del Pacífico. También se encuentran en el Golfo y en el Caribe de México. En el Pacífico su límite de distribución está en Baja California Sur, a la altura de la Laguna San Ignacio y en el Mar de Cortés en Bahía de los Angeles (Baja California Norte) y en el Estero del Sargento, en Sonora. En el Golfo de México el límite del mangle negro se ubica en el Río Bravo en el norte de Tamaulipas, y el rojo al sur de la Laguna Madre.

Según el inventario realizado por CONABIO en el año 2010, el manglar ocupa una superficie de 764,486 ha. A nivel estatal, Campeche sigue encabezando la lista en cuanto a superficie de manglar se refiere (25.8%), seguido por Quintana Roo (16.7%), Yucatán (11.9%), Sinaloa (10.1%) y Nayarit (8.7%). Los estados con menor cobertura son Baja California (0.004%), Michoacán (0.2%) y Jalisco (0.3%). Veracruz tiene el 4.9% (Rodríguez-Zúñiga y colaboradores, 2013). En la figura 23 se presenta una gráfica con las hectáreas de manglar presentes en cada estado de la República.

La superficie de manglar en México se ha reducido de manera importante. En 1986 nuestro país ocupaba el sexto lugar a nivel mundial y el segundo en América. Para 2001, quince años más tarde, se había perdido el 20% y México ocupaba el décimo lugar a nivel mundial y el tercero en América (Blasco y colaboradores, 2001).

Las algas de los manglares

En los manglares otro componente importante son las algas. Viven sobre los neumatóforos y al ser plantas, contribuyen a la alta productividad del manglar. Frecuentemente cuando tocamos una raíz que ha estado sumergida la sentimos cubierta de una sustancia gelatinosa y podemos ver una capa verde limosa que son algas. Se les llama perifiton. Otra fuente de productividad son las algas pequeñas o microscópicas que se encuentran en el agua a las cuales se les llama fitoplancton. Son responsables de una buena parte de la productividad de los cuerpos de agua como las lagunas.

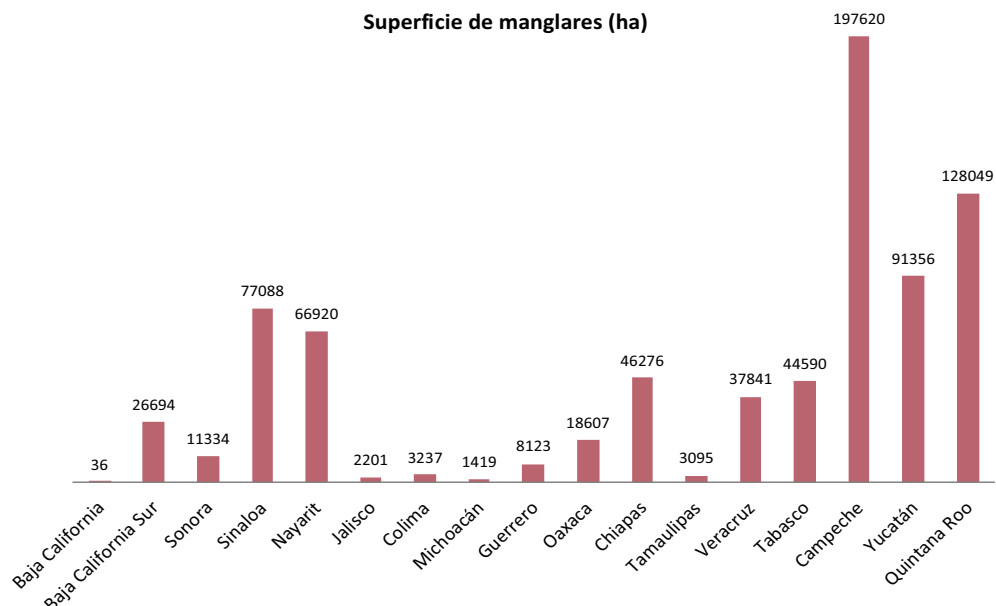


Figura 23. Superficie de manglar en hectáreas existente en cada estado en 2010. Datos de Rodríguez-Zúñiga y colaboradores (2013).

Los taninos

Los taninos son sustancias a las que se les llama metabolitos secundarios, es decir son el desecho de los procesos de nutrición de las plantas. Los metabolitos secundarios en los árboles de mangle se almacenan principalmente en la corteza y madera del mangle rojo. Cuando los taninos se combinan con el agua, ésta se tiñe de un color rojizo-café (figura 24). Los taninos matan las larvas de mosquitos, ya que aumentan la acidez del agua y también pueden llegar a afectar a otros habitantes del manglar como los ostiones. Estas sustancias también le sirven a la planta para evitar que los insectos se coman las hojas. El mayor contenido de taninos se presenta en el mangle rojo (*Rhizophora*), y menor en el mangle negro (*Avicennia*). La primera sufre menos herbivoría en las hojas que la segunda. En el siglo pasado, los taninos fueron muy utilizados para curtir pieles.

Parasitismo y otras interacciones biológicas: depredación, polinización, simbiosis con hormigas

Las interacciones entre insectos y las hojas del mangle son frecuentes, sobre todo en las fases tempranas de desarrollo. Cuando los árboles producen semillas, muchas plántulas se establecen y es cuando son visitadas por las mariposas, las cuales ponen huevos en las hojas más tiernas y la larva se alimenta de las hojas para crecer.

Las termitas viven en el manglar y forman colonias que son muy notorias por el tamaño del termitero (figura 25 a). Están hechas de lodo, son muy livianas y las

construyen usando como soporte las ramas. ¡Imagínate un termitero gigante sobre una de las ramas de mangle!!!

Pero no sólo las termitas aprovechan el hábitat que produce el manglar; también muchas arañas utilizan los espacios que hay entre las ramas de los árboles para sujetar sus telarañas y poder atrapar su alimento.

Las flores de los mangles necesitan de un polinizador para fecundarse, y a esta interacción se le llama mutualismo. En este tipo de interacción tanto la planta obtiene un beneficio (polinización) como el animal que la poliniza (generalmente obtiene miel o polen). Por ejemplo, el mangle rojo es visitado por abejas, aunque el viento también puede fecundar las flores. El género *Avicennia* generalmente es polinado por abejas o avispas. También las mariposas contribuyen a la polinización de algunas especies de mangles en Asia como *Bruguiera parviflora*. Sin embargo, hay especies de mangles como *Sonneratia caseolaris* y *Durio zibethinus* que poseen flores grandes y que son polinizadas por murciélagos (Tomlinson, 1986). Estas especies no se encuentran en nuestro país.

En el ecosistema de manglar se pueden observar otras interacciones, por ejemplo los cocodrilos alimentándose de peces y pequeños mamíferos, los cangrejos comiendo hojarasca y los mapaches ingiriendo cangrejos. Es decir, en el manglar no



Figura 24. Agua de manglar rojiza, debido a la presencia de taninos. La primera imagen proviene de un manglar en Veracruz y la segunda en Campeche. Fotografías de G. Sánchez Vigil.



Figura 25. Interacciones de los mangles con otros organismos. a) termitero sobre el árbol de mangle rojo, b) crecimiento producido como reacción de defensa del árbol, cuando los insectos succionan su savia, c) avispero creciendo entre las ramas de mangle rojo. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

se desperdicia nada, ya que lo que no es consumido se desintegra y viaja al mar en forma de pequeñas partículas suspendidas (detritus) que sirven de alimento a organismos que viven en el mar.

Existen otros organismos pequeños que casi no se observan a simple vista por ejemplo los homópteros, que se alimentan de los fluidos del árbol, y para ello se posan sobre la corteza del árbol y succionan la savia de éste. Los homópteros provocan en el árbol una reacción de defensa deformando sus tejidos y dando como resultado una apariencia de crecimiento boludo en algunas ramas. Los homópteros son cuidados por hormigas. Es frecuente observar este tipo de crecimiento boludo en las ramas y zancos de *R. mangle* (figura 25 b).



Las selvas inundables

¿Qué es una selva inundable?

Es una comunidad arbórea formada por varias especies de árboles que habitan las planicies inundables de los ríos y la orilla de ríos y lagunas de agua dulce y en ocasiones ligeramente salobre. Lo componen árboles con base ensanchada o con prolongaciones laterales y comprimidas del tronco, mejor conocidas como contrafuertes. Aún no se sabe para qué sirven estos contrafuertes pero son muy pronunciados en árboles que tienen su sistema de raíces superficial y viven en suelos que al ser fangosos pierden resistencia. Posiblemente les permiten un mejor anclaje. Hay varios tipos de selvas inundables, en función de la composición de las especies y de la dominancia de alguna de ellas. En la figuras 26 a 35 se muestran algunos ejemplos.

En la selva inundable se distinguen varios estratos de árboles, en función de su altura. Hay un estrato de árboles altos, que alcanzan 25-30 m. Esta altura correspondería a las selvas inundables llamadas medianas, justamente por esta característica. En otras selvas el estrato se encuentra entre los 8 y 15 m por lo que se podrían considerar selvas bajas inundables. En muchas selvas también hay un estrato de menor altura, entre 2 y 5 m compuesto principalmente por arbustos. También hay un estrato herbáceo no muy denso y las lianas sobre los árboles abundan. Las enredaderas o lianas pueden crecer hasta el dosel de los árboles y cubrirlos completamente formando alfombras sobre los árboles.

Las selvas inundables permanecen de cuatro a ocho meses inundadas y en algunos casos más. Las plantas que habitan estos ecosistemas han desarrollado adaptaciones para poder respirar, y para distribuir sus semillas. Incluso muchas de las semillas de las especies que allí viven pueden germinar y crecer bajo el dosel, es decir a la sombra de la copa de los árboles.

¿Cuántos tipos de árboles hay en una selva inundable?

Existen varias especies de árboles en las selvas inundables. En nuestro país son más abundantes que las especies de manglar, es decir hay mayor número de especies de árboles de selvas inundables que de mangles. Una descripción más detallada puede encontrarse en la guía elaborada por Moreno-Casasola y colaboradores (2015). Las especies más frecuentes son:

***Annona glabra*, corcho o anona** (figura 26).

Es un arbusto o árbol caducifolio, es decir que pierde las hojas aunque solo durante uno o dos meses, y que alcanza 3-8 m de altura o poco más, con un tronco de 45 a 50 cm de diámetro con engrosamientos en la base a manera de contrafuertes, en estado adulto. Sus hojas son simples, de forma elíptica y algo alargada, de 6 a 18 cm de largo por 4 a 5 cm de ancho con el ápice puntiagudo y redondas en la base. Las flores son solitarias, grandes, los pétalos exteriores son de base más ancha que la punta, de 2.5 a 3 cm de largo y de color crema o amarillo verdoso. Una característica muy notoria es la presencia de manchas color rojo intenso en el interior de los pétalos, los cuales son carnosos. El fruto se parece al de una guanábana pero es de color verdoso-amarillo y de cáscara lisa; las semillas son de color café y están cubiertas por una pulpa amarilla y aromática. Las flores tienen un olor intenso a perfume y son polinizadas por escarabajos. La floración se produce durante los meses de marzo a junio.

***Pachira aquatica*, apompo o zapote reventador** (figura 27).

Es un árbol que cuando adulto alcanza de 4 a 30 m de altura y tiene una copa extendida. El tronco tiene un diámetro de 25-60 cm (hasta 90), con contrafuertes; la corteza es lisa, y de color gris a más o menos parda. Las hojas están agrupadas al final de las ramas y tienen de cinco a nueve folíolos que surgen de la base y que llegan a medir algo más de 20 cm. La hoja es de textura papirácea a coriácea, el haz (la parte superior) de la hoja es liso sin pelos ni vellosidades, en ocasiones de color rojizo y por abajo tiene vellosidades muy finas con nervaduras prominentes. Las flores son grandes y llamativas, generalmente solitarias, o algunas veces se encuentran juntas dos o tres. Los pétalos de las flores parecen listones ya que son largos y angostos (9 a 17 cm de largo, 2 cm de ancho), de color verdoso, amarillento o blanquecino. La flor posee numerosos estambres (200 a 260), por lo que parece un pequeño plumero de color blanco y rojo. Los frutos son de color café, muy grandes; pueden llegar a pesar más de 1.5 kilos y sus semillas, aunque son de gran tamaño (3 a 5 cm), flotan en el agua. La floración se da en los meses de noviembre a enero y los frutos maduran de enero a septiembre.

Las flores de *Pachira aquatica* son polinizadas por murciélagos, y para atraer a su polinizador despiden un fuerte olor a fruta o a material fermentado, además de



Figura 26. Estructuras del árbol de corcho o anona (*Ammona glabra*). a) árbol de corcho, b) corteza y contrafuertes, c) flor, d) fruto, e) semillas, f) plántula. Fotografías de D. Infante Mata y G. Sánchez Vigil.

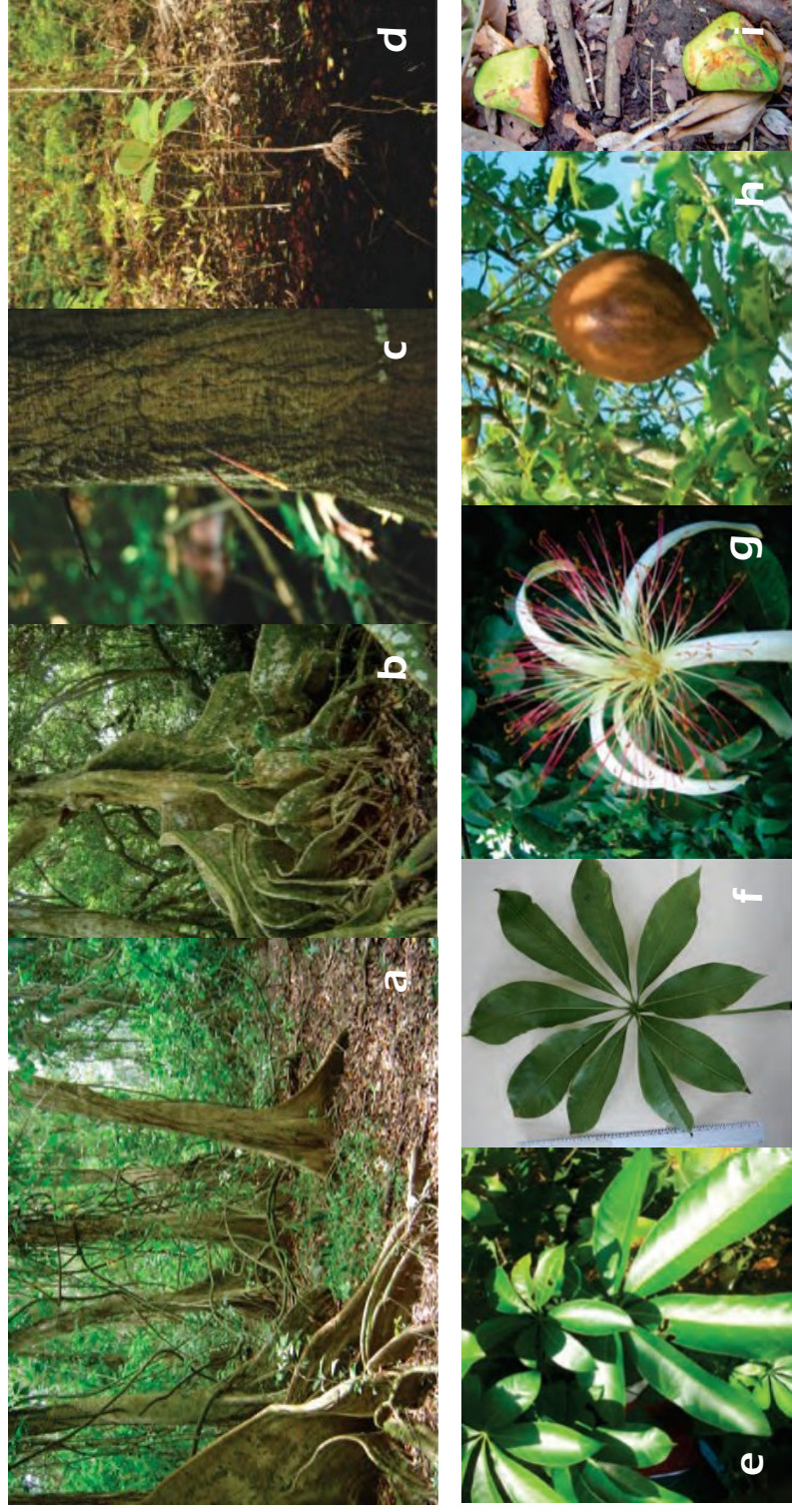


Figura 27. Estructuras del apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*). a) selva de apompos, b) árbol con contrafuertes, c) raíces adventicias, d) plántula, e) hojas, f) acercamiento para ver la forma de la hoja, g) flor, h) fruto, i) semillas. Fotografías de G. Sánchez Vigil y D. Infante Mata.

que tienen gran cantidad de néctar y polen. La madera es suave y ligera y sirve para la fabricación de pulpa para papel, cajas y embalajes y para algunos trabajos de carpintería. El fruto y las hojas más jóvenes son comestibles. También es usada como cerca viva, como leña y como árbol ornamental. A la cáscara del fruto se le confieren propiedades medicinales para controlar la diabetes.

***Ginoria nudiflora*, guayabillo** (figura 28).

Es un árbol de 5-40 m de alto, robusto, vistoso por la apariencia de su tronco, ramificado casi desde la base y llega a alcanzar hasta un metro de diámetro. Su corteza se desprende, es de color café claro o gris metálico y sus ramas son retorcidas, lo que hace que parezca con manchas alargadas, haciéndolo muy llamativo. Las hojas son sésiles, es decir que no tienen un pecíolo y tienen de 3 a 8 cm de largo; son angostas y de forma elíptica alargada. Las flores forman una inflorescencia compuesta por 4 a 12 flores, lila pálido e incluso también pueden ser blancas. Las flores son muy pequeñas (5 a 14 mm de largo). El fruto es de color rojo oscuro al madurar, y también es muy pequeño y redondo (3-4 mm). La floración se produce de noviembre a marzo. El uso más común para esta especie es leña.

***Inga vera*, chalahuite** (figura 29).

Es un árbol de diez metros de alto y con diámetro del tronco de 20 cm con la corteza lisa o con ligeras fisuras, perteneciente a la familia de las leguminosas. Las hojas son grandes y están dispuestas en espiral y son compuestas con cinco ó siete pares de folíolos, opuestos uno al otro. La inflorescencia forma racimos que están en las axilas entre el pecíolo de la hoja y el tallo, con una longitud de 6 a 15 cm y tienen una pubescencia densa. Las flores son blancas-verdosas, suavemente perfumadas, pequeñas. El fruto es una vaina larga y delgada, de 5 a 30 cm de largo, de color café dorado con textura de terciopelo, por la pubescencia que presenta, y con cuatro costillas. Este árbol presenta flores durante los meses de septiembre a noviembre. El fruto es comestible y en general el árbol es una buena alternativa para ser usado como sombra.

***Ficus* spp., higueras de varias especies** (figura 30).

En las selvas inundables es frecuente encontrar árboles que comúnmente se conocen como higueras o matapalos. Pertenecen a la familia de las Moraceae y al género *Ficus*. Alcanzan alrededor de 30 metros, con troncos anchos y contrafuertes bien desarrollados. Tienen latex blanco. Las hojas son grandes, lisas, gruesas. Las flores son muy pequeñas y el fruto parece un pequeño higo que se llama sícono. Entre las especies asociadas a las zonas inundables se encuentra *F. cotinifolia*, *F. insipida* y *F. obtusifolia*,



Figura 28. Estructuras del guayabillo (*Ginoria nudiflora*). a) vista del árbol, b) tronco bifurcado con corteza característica, c) acercamiento a la corteza que se desprende, d) hojas.

por mencionar algunos. Una característica que ayuda a reconocer a las higueras es que la yema de la nueva hoja en la punta de la rama es grande y muy característica, asemejando la punta larga de un lápiz, envuelta. A continuación se dan detalles particulares de cada especie. *Ficus cotinifolia* se conoce como higuera, higuera chica o higuera negra y es tolerante a muy diversas condiciones y de amplia distribución por lo que también puede ser encontrado en otros tipos de selvas y a la orilla de los ríos



Figura 29. Estructuras del árbol conocido como cantarrana o chalahuite (*Inga vera*). a) Vista del árbol en floración, b) flor, c) rama con hojas y flores. Fotografías de G. Sánchez Vigil.



Figura 30. Las higueras pertenecientes al género *Ficus*. a) raíces de una higuera matapalo, abrazando a otra higuera, b) contrafuertes de una higuera, c) yema, d) fruto. Fotografías de G. Sánchez Vígily L.A. Peralta (c).

formando parte de los bosques de galería o riparios. *Ficus insipida* se llama también amate, higuera blanca o higuera macho, y también se le puede encontrar a orillas de los ríos. Los usos que se le dan comúnmente son medicinales, ornamentales y como sombra. *Ficus obtusifolia* es conocido como higo, higuera o higuera colorada. Esta especie se puede localizar también en las selvas bajas caducifolias y en las selvas medianas subcaducifolias. En general se usa como forraje además de que el fruto es comestible.

***Tabebuia rosea*, roble** (figura 31).

Es un árbol grande que alcanza los 25-30 metros de alto y un diámetro de alrededor de un metro. La corteza es gris oscura con grietas verticales. Las hojas se agrupan al final de las ramas, con forma palmada, con cinco foliolos con forma de elipse que terminan en punta, grandes (10-35 cm de largo). Las inflorescencias también son grandes y vistosas, en forma de racimos en las puntas de las ramas, con flores de color rosa-lila y a veces blancuzcas o aún púrpuras. Cada flor es grande, con forma de un tubo de unos 5 cm de largo. El fruto es una cápsula delgada y larga que se abre para liberar numerosas semillas aladas. Florece de diciembre a marzo, cuando pierde casi la totalidad de las hojas, siendo muy llamativo. La madera se usa para construcción. Es una planta medicinal y ornamental.

Las palmas

Las palmas se encuentran frecuentemente asociadas a las zonas inundables. En algunas áreas sólo se observan unas cuantas palmas sobresaliendo de las copas de los árboles, sin embargo en otras regiones pueden ser los elementos dominantes. Las semillas de algunas de estas palmas pueden flotar en el agua de las selvas inundables. Las palmas son un recurso frecuente de material de construcción. Sus hojas son usadas para techar casas y de sus troncos se obtienen tablones que son usados para construir las paredes.

***Attalea butyracea*, coyol real, palma real, corozo** (figura 32). (Es sinónimo de *Attalea liebmannii* y de *Scheelea liebmannii*).

Son palmas de hasta 20 m de alto y 60 cm de diámetro. Son notorias las marcas en forma de anillos alrededor del tronco que dejan las hojas cuando se desprenden. Las hojas son numerosas y pueden tener hasta 7 m de largo. De cada hoja se desprenden numerosas láminas foliares en forma de listones angostos de 1.5 m de largo. La inflorescencia es un racimo colgante de gran tamaño, hasta de 1.5 m de largo, con flores aromáticas. El fruto tiene la forma de una nuez, pero más largo (5 a 7 cm de largo) que ancho. Florece y fructifica de abril a septiembre. Llega a formar manchones casi puros y también puede vivir en el manglar, la selva mediana

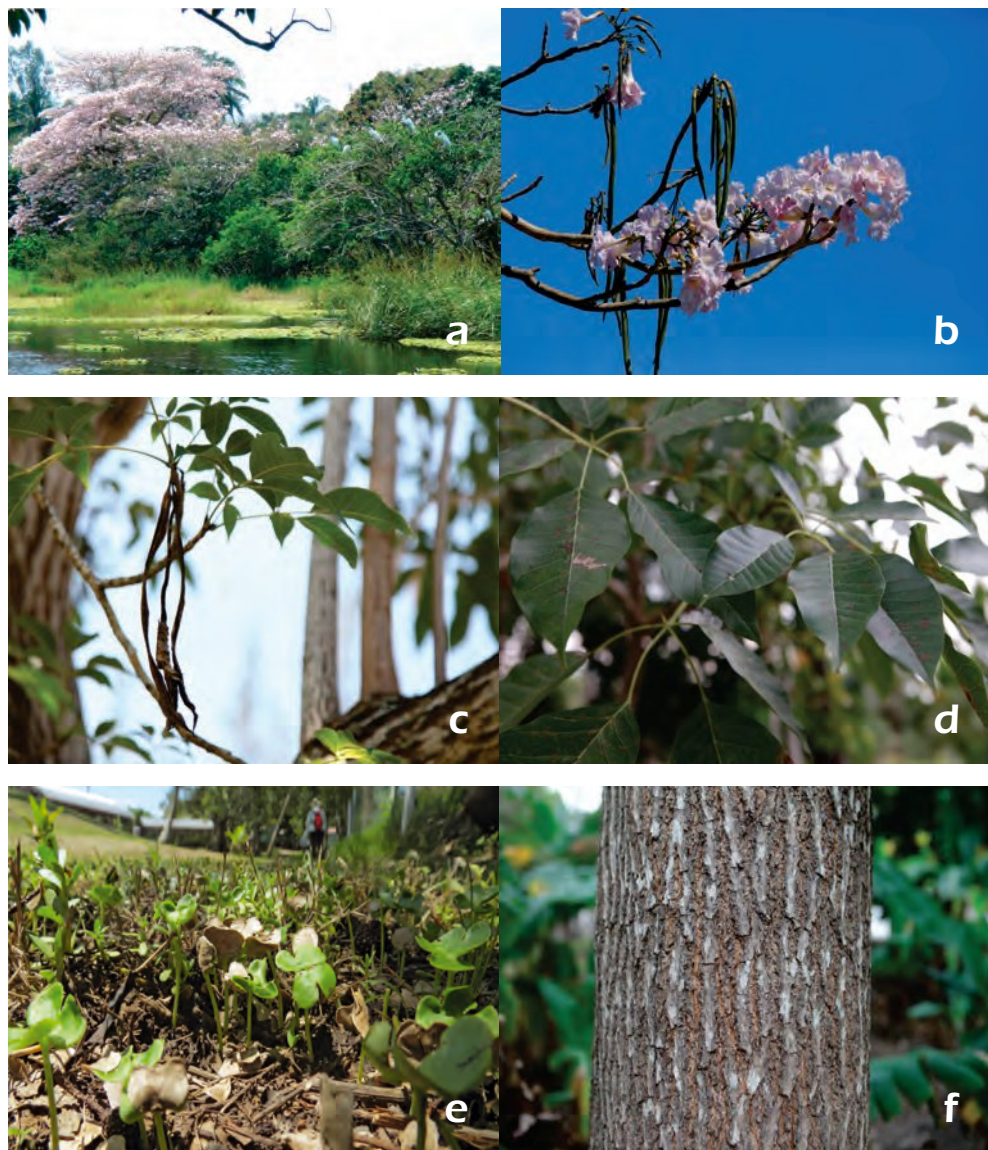


Figura 31. Estructuras del roble o macuilli (*Tabebuia rosea*). a) vista del árbol en flor, b) flores, c) frutos en forma de vainas, d) hojas, e) plántulas, f) tronco. Fotografías de G. Sánchez Vigil.



Figura 32. Estructuras de la palma coyol real (*Attalea butyracea*). a) vista del palmar, b) tronco, c) racimo de frutos, d) racimo de flores, e) semillas en el suelo. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

subcaducifolia, borde del tular (humedales herbáceos donde domina *Typha* spp.), y las selvas a orilla de los ríos. Es usada como material para la construcción, y también es comestible ya que su fruto y la semilla son ricos en aceites.

***Roystonea dunlapiana*, palma yagua** (figura 33).

Son palmas de más de 20 m, en ocasiones alcanzando hasta 30 m, con un tronco delgado, que en la parte superior es liso y verde brillante. Regularmente tiene de 10 a 14 hojas, las cuales pueden llegar a medir de 3 a 5 m. Están compuestas por más de 100 pares de láminas foliares angostas de 70 a 100 cm de largo que se desprenden de cada lado de la vena principal de la hoja. La inflorescencia es similar a un racimo pero en vez de estar colgando se encuentra hacia arriba, como desafiando a la gravedad. Las flores son pequeñas (5-6 mm). El fruto es púrpura cuando madura y de 13 mm de largo y la semilla mide aproximadamente 7 mm de largo. La palma produce flores y frutos de abril y junio. La producción de frutos coincide con la presencia de inundación de las selvas inundables. Cuando el fruto cae se mantiene flotando hasta que la semilla se libera. La palma yagua se usa como ornamental, y los frutos como alimento para el ganado. De su tallo se obtienen tablones para hacer las paredes de las palapas.

***Sabal mexicana*, coyol real, palma apachite, palma redonda** (figura 34). Es una palma de hasta 20 m de alto y 30 cm de diámetro. En el tronco quedan restos de las ramas en gran parte de su longitud. Las hojas tienen forma de abanico y pueden llegar a medir hasta 2 m de largo. La inflorescencia es un racimo del mismo largo que las hojas con muchas flores blancas, fragantes, de 3-5 mm de largo. El fruto tiene forma de nuez y es redondo, pero achatado en los extremos. Es de un color moreno-oscuro cuando madura. Esta palma se puede observar con flores durante los meses de enero a abril. Es usada para la elaboración de artesanías, las hojas para techado de casas y el fruto es comestible. Cubre potreros mal cuidados así como llanuras anegadas durante la temporada de lluvias.

Los sauces

Otros árboles frecuentes son los conocidos como sauces, pertenecientes a la familia Salicaceae. Tiene varias especies que se encuentran en las selvas inundables o las orillas de los ríos. Cuando llueve mucho, estos árboles pueden ser arrastrados por las corrientes de los ríos, aunque son capaces de retoñar al quedar varados y parcialmente enterrados.

***Salix humboldtiana*, sauce** (figura 35). (A veces también llamado por su sinónimo *Salix chilensis*).



Figura 33. Estructuras de la palma yagua (*Roystonea dumlapiana*). a) individuos de palma yagua, b) parte superior del tronco, lisa y verde, muy característico de esta especie, c) vista de todo el individuo, d) vista de una hoja, e) vista del tronco. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

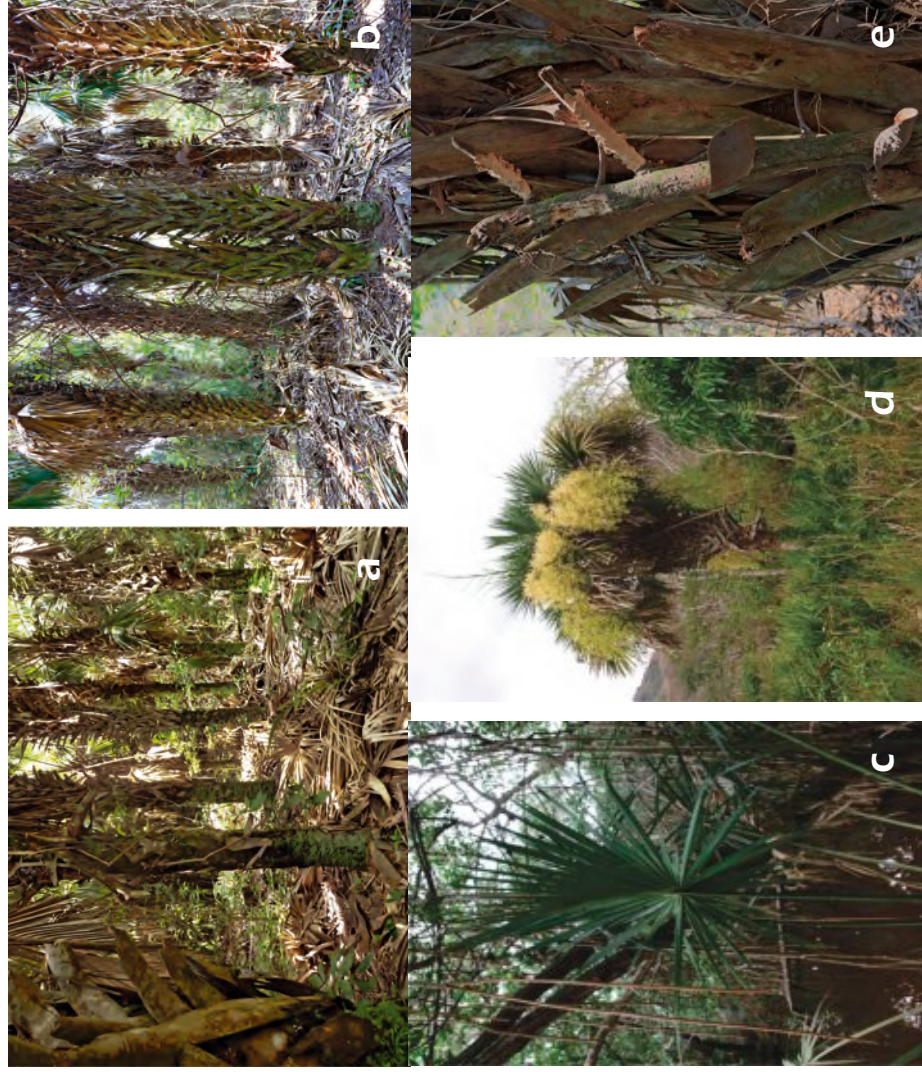


Figura 34. Estructuras de la palma apachite (*Sabal mexicana*). a) y b) la selva de palmas con la estructura de los troncos dada por la caída de las hojas, c) hoja con forma de abanico, d) racimos de flores, e) detalle del tronco. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

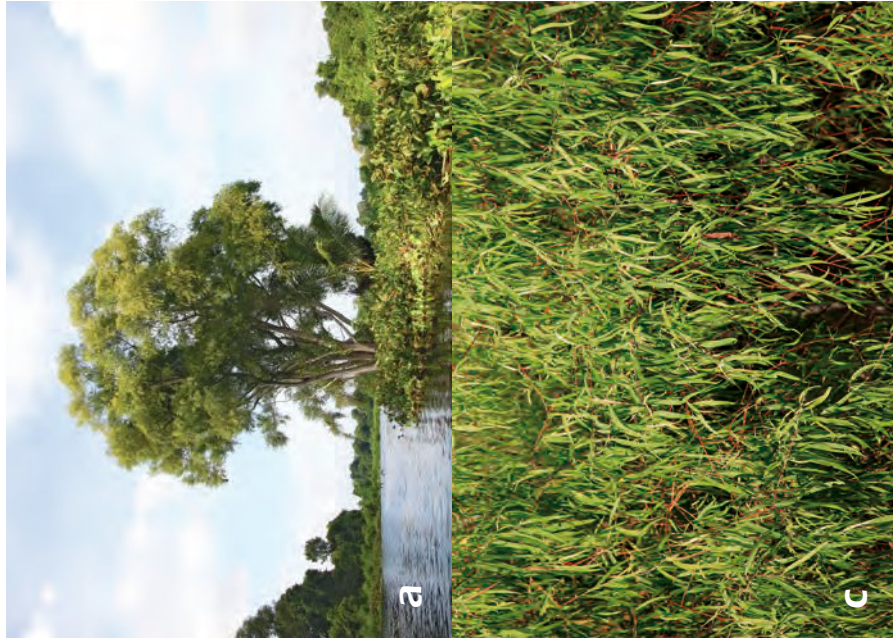


Figura 35. Estructuras del sauce (*Salix humboldtiana*). a) individuo a la orilla del río, b) tronco, c) follaje mostrando las hojas alargadas, d) flores. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

Es un árbol con altura muy variable, encontrándose individuos entre 5 y 25 m de alto. La corteza presenta fisuras profundas y es de café claro a oscuro, y la interna es de color rosado. Las hojas son alternas, grandes y muy alargadas (6 a 15 cm de largo) pero muy angostas (0.5 a 1.5 cm de ancho) de color verde intenso. Las flores forman conjuntos que se producen junto con las hojas nuevas, sobre las ramas pequeñas, de color verde amarillento. Tiene flores masculinas y femeninas en los meses de febrero a abril. La fruta es una pequeña cápsula verdosa (2.5-6 mm de largo). Las semillas son dispersadas por el viento, envueltas en un abrigo denso de pelos blancos. Además de orillas de ríos, se puede encontrar en humedales herbáceos como los tulares. Es usada para cerca, construcción y como ornamental. Las ramas jóvenes se usan para ligar canastos.

En las selvas inundables hay un sotobosque compuesto por diversos arbustos siendo frecuentes las especies de las familias Piperaceae y Flacourtiaceae. Los arbustos más comunes de la familia Piperaceae son *Piper amalago* y *Piper auritum*. Los tallos presentan entrenudos, y las hojas están abrazadas a los tallos. Para soportar la falta de oxígeno en el suelo provocado por los periodos de inundación estas especies presentan raíces adventicias. Los arbustos de la familia de las Piperaceae se reconocen por los engrosamientos de los entrenudos en las ramas.

Las lianas: entre el estrato arbóreo y el arbustivo se encuentran lianas las cuales llegan incluso a las copas de los árboles de más de 25 m de alto. Las más frecuentes son *Dalbergia brownei* (figura 36) e *Hippocratea celastroides* (figura 37).

¿Qué árboles de la selva inundable conoces?



Figura 36. Estructuras de la liana *Dalbergia brownnei*. a) liana trepando al árbol, b) y e) frutos, c) hojas, d) flores. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

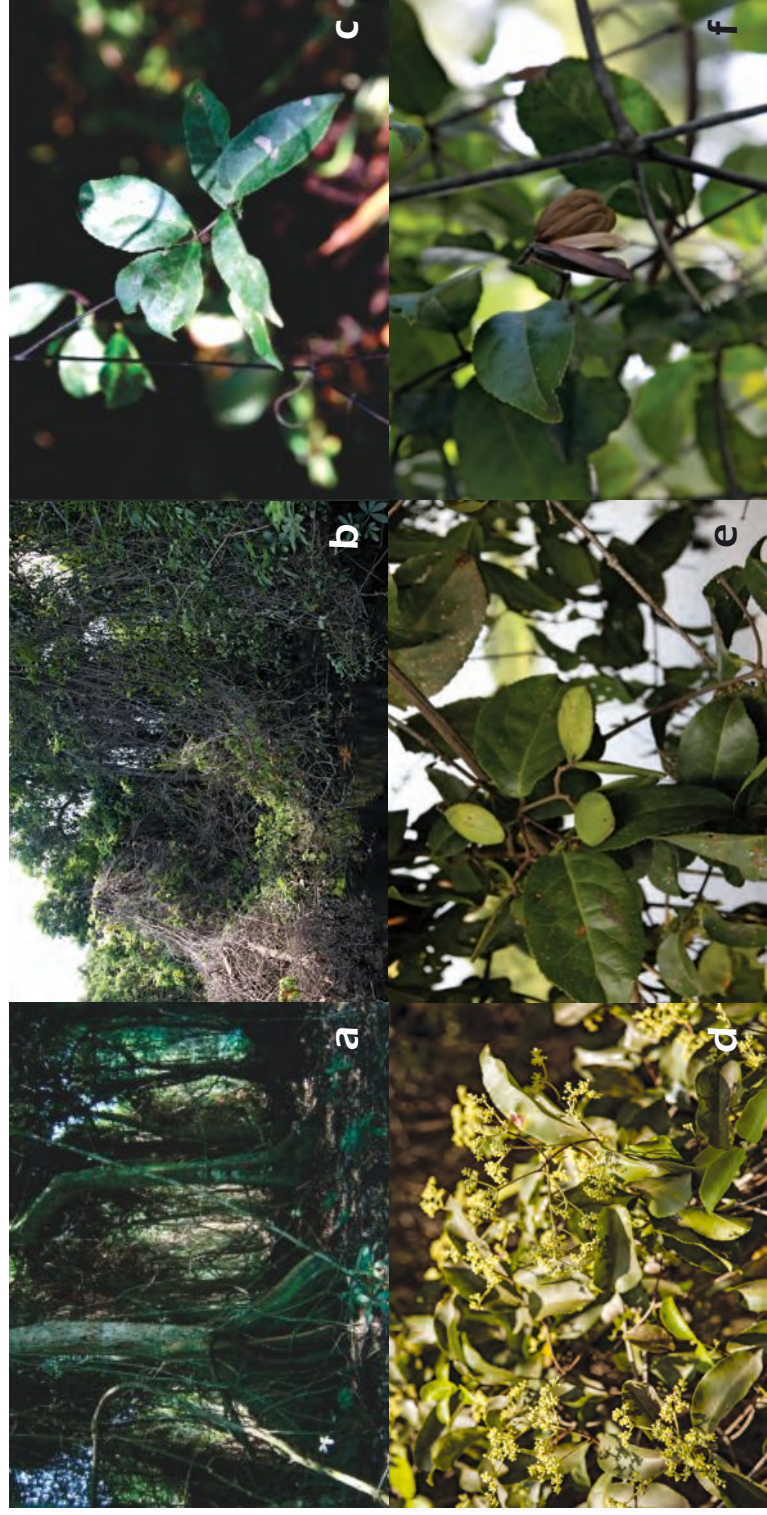


Figura 37. Estructuras de la liana *Hippocratea celastroides*: a) selva inundable donde se aprecian las lianas, b) liana trepando a un árbol, c) hojas, d) flores, e) frutos verdes, e) frutos maduros. Fotografías de D. Infante Mata.

¿Cómo es el ambiente de estas selvas?

El hidroperíodo fluctúa a lo largo del año. Durante la época de secas las selvas pierden tanta agua que es posible caminar sin ningún inconveniente entre los árboles, pero cuando es época de lluvias tienes que entrar a la selva mojándote las botas, o en lancha o cayuco. El paisaje es muy diferente en cada una de estas épocas. Pero al igual que en el manglar, también son diferentes la cantidad de oxígeno en el suelo y los procesos fisiológicos de las plantas durante las secas y lluvias.

El suelo es muy lodoso cuando está húmedo e incluso cuando caminas te puedes hundir hasta la rodilla. Los poros entre las partículas de suelo están llenos de agua. El suelo tiene mucha materia orgánica, y también es posible observar una gran cantidad de hojas en el suelo y entre ellas muchos animales pequeños y hongos que ayudan a reintegrar la materia orgánica al suelo.

Durante la época de lluvias las tormentas fuertes producen grandes avenidas de agua que se desbordan de los cauces de los ríos y entonces se extiende una película de aguas quietas sobre la planicie de inundación. Las crecientes son asombrosas, y el agua puede llegar a subir hasta dos metros de altura. ¡Te imaginas a los árboles, quietos y esperando a ser bañados! Al mantenerse con poco movimiento, estos humedales ayudan a filtrar el agua lentamente y a cargar los mantos freáticos. Además, la materia orgánica se disuelve en el agua, los nutrientes se distribuyen y fluyen hacia las planicies de inundación y hacia los humedales más costeros como los manglares y las lagunas. De este modo los peces, camarones y organismos filtradores se pueden alimentar, tanto los que viven en la selva inundable, como los de otros humedales.

Toda el agua que entra al sistema tiene que salir y hay varias posibilidades. Una de ellas es el desbordamiento de los ríos, que contribuye a llevar sedimentos y nutrientes a las tierras aledañas, siendo así fertilizadas por un proceso natural. También el agua puede fluir hacia el mar a través de los ríos y de esta forma también llevan nutrientes hacia la costa y finalmente enriquecen el mar. Al igual que en los manglares, el hidroperíodo y el balance de entradas y salidas del agua son determinantes para la vida de la selva inundable. La principal diferencia en este caso, es que las mareas no tienen importancia como entrada de agua y tampoco como salida. El agua dulce proveniente de las lluvias, del caudal de los ríos y escurrimientos superficiales y subsuperficiales, es la responsable de estos cambios estacionales. Así, el agua dulce que entra y sale tiene varios orígenes y destinos y cumple un rol fundamental al distribuir un gran aporte de nutrientes que beneficia a todos los habitantes del humedal.

¿Por qué pueden vivir las plantas donde está inundado?

Los árboles y arbustos de las selvas inundables viven bajo condiciones de ausencia o escasez de oxígeno, al igual que los manglares. La diferencia es que no se enfrentan a condiciones de salinidad. Los árboles que viven en las selvas inundables también

tienen adaptaciones para vivir durante los meses en que sus raíces y parte de sus troncos permanecen debajo del agua. Las raíces presentan tejido de aerénquima, al igual que las hojas. Este tejido es semejante a una esponja con muchos espacios de aire y esto ayuda a absorber oxígeno, el cual está poco disponible en el suelo durante los períodos de saturación de agua (ver la figura 15).

Las semillas son generalmente grandes y las de algunas especies pueden flotar y esto les ayuda a transportarse de un lugar a otro. Además, pueden durar flotando meses y seguir siendo capaces de germinar y dar origen a plantas sanas una vez que baja el agua y quedan sobre el lodo (Infante Mata y Moreno-Casasola, 2005).

Los contrafuertes parece ser que ayudan a darle fortaleza a los árboles cuando existe flujo de agua. Esto ayudaría a disminuir la fuerza del agua, además de que al expandirse un contrafuerte debajo del suelo, el sistema de raíces también se extiende dándole mayor soporte a los árboles, sobre todo aquellos de raíces superficiales.

¿Sabes en que meses se inunda la selva?

¿Has notado diferencias en años lluviosos y secos?

¿Por qué no pueden vivir donde el agua es salada?

Las selvas inundables algunas veces pueden soportar aguas salobres, es decir con una baja o muy baja cantidad de sal. Sin embargo, no pueden mantenerse en sistemas con alta concentración de sales en el agua porque no tienen adaptaciones para eliminar el exceso de sal. Sus semillas tampoco soportarían la salinidad por lo que sería difícil que germinen y se establezcan plántulas naturalmente. Una excepción es el apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*), la cual puede germinar inclusive con una salinidad en agua superficial de 20 ppt y se puede establecer junto con los árboles de manglar, sobre todo en los bordes de éstos. Por ello es frecuente encontrar gradientes del manglar a la selva inundable que obedecen a los cambios de agua salina a agua dulce. Un ejemplo de ello en las zonas de Ciénaga del Fuerte y de La Victoria en el municipio de Tecolutla, Veracruz. Se pueden ver árboles de mangle rojo junto a árboles de apompo y donde ya no se inunda hay encinos tropicales. ¡Difícil imaginar esta mezcla, pero existe!!

¿De qué tamaño son los árboles y que tan productivos son?

Los hay de varios tamaños, por ejemplo *P. aquatica*, el apompo, puede medir desde 4 m hasta 30 m de alto. *Annona glabra* alcanza de 4 a 12 m, *Inga vera* (cantarrana) es un árbol bajo con un altura de 6 m. Otras especies frecuentes como los *Ficus*, pueden tener hasta 30 m. Son tan productivos como los manglares, ya que producen entre 9 y 15 toneladas de hojarasca por año (Infante Mata y colaboradores, 2012).

¿Cuántos tipos de selvas inundables hay?

Las selvas inundables, a diferencia de los manglares, están formadas por muchas especies y son muy variables en su composición de especies, tamaño y aún funcionamiento. Se pueden clasificar en selvas bajas (10-15 m) y selvas medianas (hasta 30 m), pero, ¿qué las hace diferentes?: principalmente la composición y la altura de las especies que habitan en cada una de ellas así como la pérdida de hojas de las principales especies que las componen durante las temporadas de secas (figura 38).

Por ejemplo, hay selvas donde el árbol más frecuente es *Pachira aquatica*. Estas selvas conocidas como “apompales” se consideran medianas, pues esta especie puede llegar a medir hasta 30 m. En cambio, si el árbol más frecuente es *Annona glabra*, la selva será baja pues los árboles solo alcanzan los 12 m. Así mismo, la anona pierde sus hojas durante un periodo corto de tiempo durante los meses de noviembre a enero, por lo que se considera una selva caducifolia (cuando es la especie dominante) o subcaducifolia (cuando está acompañada de otras especies que no pierden sus hojas). Cuando no pierden sus hojas a lo largo del año y las copas

de los árboles se mantienen siempre verdes, se llaman perennifolias. Se consideran selvas subcaducifolias cuando una parte de los árboles pierde sus hojas durante un periodo del año. Las variaciones en la composición de especies, que frecuentemente obedece a los niveles y al tiempo que se mantiene la inundación, hace que se tengan selvas de zapote, selvas de anona, selvas de higueras, entre otras (Moreno-Casasola e Infante Mata, 2010).

En el sureste de México también se han descrito otros tipos de selvas (Orozco y Lot, 1974). La primera está caracterizada por *Annona glabra* y *Chrysobalanus icaco* (conocido como icaco), y puede ser considerada como una selva baja perennifolia inundable ya que se mantiene con hojas verdes todo el año; tiene de 2.5 a 4.5 m de altura y las especies acompañantes más frecuentes, además de la anona y el icaco, son la palma *Acoelorrhaphe wrightii*, leche amarillo o *Calophyllum brasiliense*, las higueras (*Ficus cotinifolia*, *F. padifolia*) entre otras. Un segundo tipo de selva está caracterizada por *Calophyllum brasiliense* y varias especies de *Calyptanthus*, y puede considerarse como selva baja subperennifolia o como subcaducifolia inundable. Mide de 5 a 7 m de altura y presenta un estrato herbáceo constituido básicamente por las plántulas de las especies arbóreas dominantes.

En Tabasco, Quintana Roo y Campeche se presenta una asociación constituida por *Haematoxylum campechianum*, conocida localmente como “tintal” por el árbol dominante que es el palo de tinte o palo de Campeche. Este tipo de vegetación se establece sobre suelos con abundante material calcáreo y con un alto porcentaje de materia orgánica. En muchas zonas esta selva fue talada para sacar la madera y hoy en día solamente cubre pequeñas extensiones.

Otros tipos de selvas bajas inundables están constituidas por *Metopium brownei* (conocida localmente en Yucatán como “chechenal”). Esta especie tolera la inundación y la baja salinidad, por lo que puede crecer en ecotonos o bordes con el manglar en el norte de Yucatán, donde los árboles alcanzan los 12 m de altura. En ocasiones se asocia al zapote (*Manilkara zapota*). Las asociaciones de *Metopium brownei* con *Bucida buceras* y *Haematoxylum campechianum* son conocidas localmente como “puktales”; crecen en parches aislados en la Península de Yucatán. Algunas otras son más bien arbustivas como el mucal, formado por *Dalbergia brownei*. Como puedes apreciar en estas descripciones, en algunas selvas los árboles dominantes son dos o más especies y generalmente la composición de árboles varía de selva a selva.

No se conoce la superficie que ocupan las selvas inundables en México. Se distribuyen a lo largo del Golfo de México y Caribe, de Veracruz a Quintana Roo y en el Pacífico en Chiapas y Oaxaca principalmente. Hay pequeños manchones en otras regiones, sobre todo a las orillas de los ríos donde se forman planicies de inundación. Siguen siendo muy abundantes en el Caribe, pero en Veracruz casi han desaparecido



Figura 38. Diferentes tipos de selvas inundables de Veracruz, en función de la especie dominante: a) selvas de apompo o apompales (domina *Pachira aquatica*), b) selvas de anona (*Annona glabra*), c) selvas de higueras (*Ficus spp.*), d) selvas de coyol real (*Attalea butyracea*) y sabal (*Sabal mexicana*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

Ocupaban grandes extensiones sobre las planicies de inundación, pero hoy en día éstas han sido ocupadas por cultivos, potreros y aún ciudades. Es uno de los tipos de vegetación más destruidos en México.

¿Puedo encontrar selvas inundables a la orilla de los ríos?

Sí, puedes encontrar selvas inundables a la orilla de los ríos. Muestra de ello son las selvas riparias y bosques y selvas de galería. Pero actualmente han sido muy taladas e incluso muchos ríos ya no tienen ni un sólo árbol en sus orillas. Los árboles que están a la orilla del río ayudan a detener el suelo y evitar que se erosione y vaya a dar al fondo del curso de agua y azolvarlo. Además, ayudan a disminuir la fuerza del agua de inundación cuando las lluvias son muy fuertes. Estos hábitats riparios proporcionan casa y alimento a varias especies de peces, crustáceos e insectos acuáticos.

¿Cómo se reproducen los árboles de las selvas inundables?

Los árboles de las selvas inundables poseen semillas que son capaces de flotar y de este modo se mueven de un lugar a otro utilizando las corrientes de agua como medio de transporte. Muchas de las semillas mientras flotan, terminan de madurar. En cuanto se depositan en el suelo germinan rápidamente. Así, dan origen a una plántula que es capaz de crecer muy rápido. Muchas de ellas son de tamaño mediano a grande, por lo que tienen reservas que ayudan a la planta a iniciar su nueva vida. Recordemos que solo disponen de un corto periodo de tiempo antes de que la selva se vuelva a inundar. Otra forma de dispersar sus semillas es a través de los animales que las consumen, por ejemplo, los pájaros y los mamíferos se comen los frutos y trasladan las semillas de un sitio a otro en su estómago. Finalmente las depositan junto con las excretas y algunas semillas son capaces de germinar.

No todas las plántulas tienen éxito en su establecimiento. Ello se debe, entre otras razones, a que en las selvas inundables durante la época de lluvias sube el nivel de agua y entonces puede ahogar a las plantas que son cubiertas totalmente por el agua. Por eso, las semillas grandes dan origen a plántulas grandes que se pueden desarrollar en periodos de tiempo cortos y así evitar que la inundación las cubra totalmente.

Como has podido apreciar, las selvas inundables son tipos de humedales muy diferentes a los manglares, pero de igual importancia. Se encuentran frecuentemente lado a lado, pero las selvas han sido taladas hasta casi desaparecer. Sin embargo su importancia aún no ha sido reconocida por la sociedad. Para ello el primer paso es conocerlas y difundir su relevancia.

¿Qué selvas inundables conoces? ¿Puedes describirlas?



Los humedales herbáceos

Son zonas inundables cubiertas por plantas herbáceas, comúnmente conocidas como ciénagas o pantanos. Forman desde pequeños manchones en depresiones y hondonadas hasta grandes extensiones en las planicies de inundación o en las orillas de los lagos.

¿Cuántos tipos hay?

Hay muchos tipos de humedales formados por hierbas, ya que son los tipos de plantas más frecuentes en los humedales. Esta forma de vida o de crecimiento, a diferencia de los árboles y arbustos que son leñosos, no forman tallos con leño y por lo tanto su altura está limitada. El crecimiento leñoso permite sostener árboles de gran altura, pero el crecimiento herbáceo solo permite hierbas y entre las más altas están los carrizos y el tule o nea, que llegan a alcanzar los cuatro metros.

Entre las hierbas hay varias formas de crecimiento. Están las hierbas con raíces en el suelo pero que crecen erectas y sobresalen del agua, siendo las más abundantes. Ejemplo de ellos son los pastos que se conocen como enraizadas emergentes (figura 39) o algunas trepadoras. Hay otras herbáceas de tamaño más pequeño que también están enraizadas pero no sobresalen del agua (enraizadas sumergidas) o las herbáceas enraizadas con hojas flotantes sobre la superficie del agua, o las que flotan libremente sobre el agua o bien están sumergidas pero no enraizadas (figura 39). Estos distintos tipos de crecimiento forman comunidades que se llaman comúnmente tulares o tifales, carrizales, popales, ciénagas.

¿Cómo es su ambiente y dónde los puedo encontrar?

Los humedales herbáceos habitan en hondonadas o depresiones donde se acumula el agua o bien a la orilla de arroyos o ríos. Pueden formar comunidades sumergidas en el fondo de lagos y

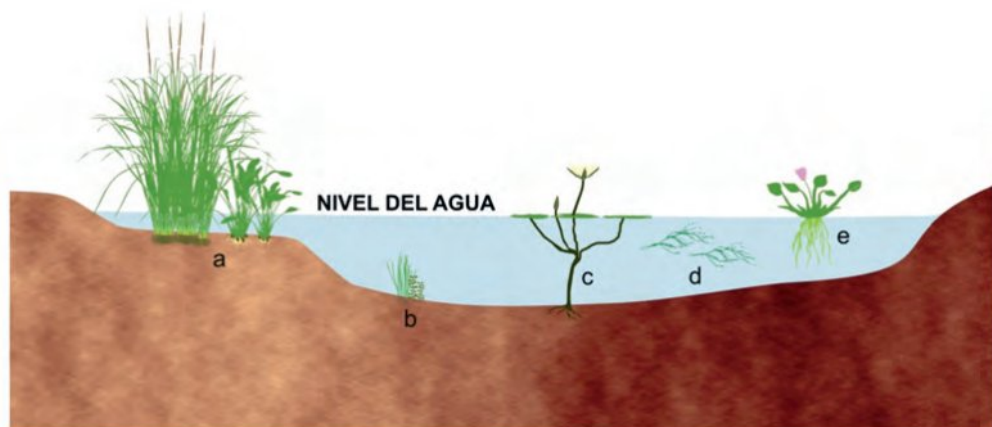


Figura 39. Distintos tipos de formas de crecimiento de las plantas herbáceas de los humedales. a) enraizada emergente: *Typha domingensis*, *Cyperus articulatus*, *Mikania micrantha*; b) enraizada sumergida: *Halodule wrightii*, *Vallisneria americana*, *Ruppia maritima*, *Cabomba palaeformis*; c) enraizada con hojas flotantes: *Nymphaoides indica*, *Nymphaea ampla*, *Nelumbo lutea*; d) sumergida no enraizada o libre sumergida: *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia* spp.; e) libre flotadora: *Pistia stratiotes*, *Eichhornea crassipes*.

lagunas. También se localizan alrededor de selvas inundables o matorrales. Muchas veces, dependiendo de la profundidad del agua, se pueden encontrar distintas formas de crecimiento en una misma hondonada. La figura 40 muestra distintos tipos de humedales herbáceos. Los tulares o tifales están dominados por individuos de nea o tule con hojas angostas y largas, que pertenecen a la familia botánica Typhaceae. La especie dominante en las zonas tropicales es *Typha domingensis*. Habita aguas dulces o ligeramente salobres generalmente poco profundas ya que se enraízan en el fondo. Este tipo de humedales a veces son tan productivos que forman colchones flotantes conocidos localmente como tembladeras.

Los carrizales y juncales están dominados por especies de la familia de los pastos (Poaceae) y/o de las Cyperaceas. Entre las principales están *Phragmites communis*, *Cladium jamaicensis*, varias especies de *Cyperus* y de *Scirpus*.

Los popales son comunidades del Golfo de México y norte de Chiapas inundadas por agua dulce con una profundidad de 50 cm a 1.50 m formados por plantas de hojas anchas y grandes que sobresalen del agua, formando masas densas. Las especies más frecuentes son *Pontederia sagittata*, *Thalia geniculata*, *Sagittaria lancifolia*, entre otras muchas.

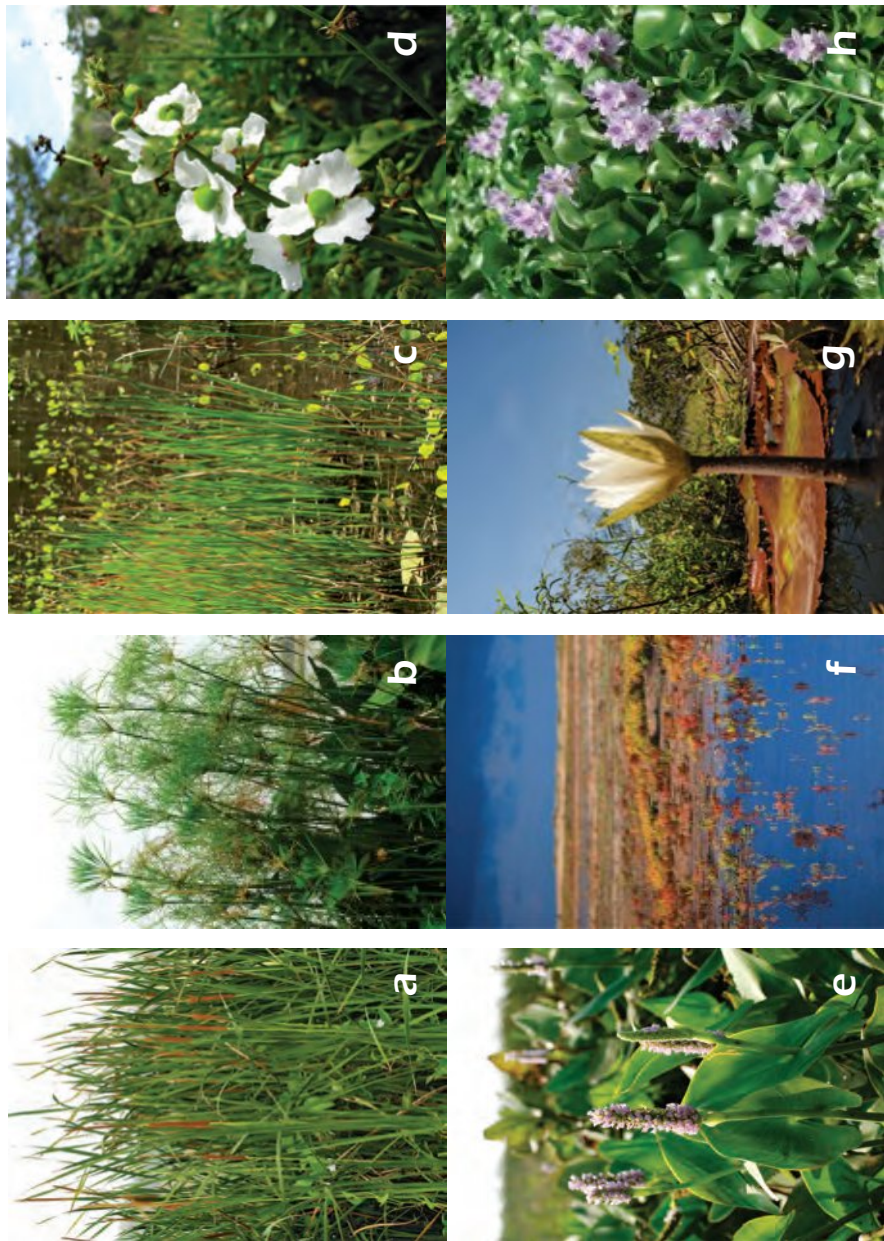


Figura 40. Imágenes de distintos tipos de humedales herbáceos: a) tifar o tular de *Cyperus giganteus*, b) carrizal de *Typha domingensis*, c) tifar o tular de *Eleocharis mutata* y *Eleocharis interstincta*, d) popal de *Sagittaria lancifolia*, e) popal de *Pontederia sagittata*, f) marisma de *Salicornia* spp., g) humedal enraizado con hojas flotantes de *Nymphaea ampla*, h) humedal flotante de *Eichhornia crassipes*. Fotografías de G. Sánchez Vigil.

La protección de las plantas de los humedales

Algunos de las plantas que habitan los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos están contemplados dentro de la norma mexicana llamada NOM-059-SEMARNAT-2010, es decir dentro del listado de especies que México ha decidido proteger legalmente. Las categorías de riesgo que utiliza esta norma son cuatro y dependen de la magnitud de riesgo que tiene cada especie de desaparecer. A continuación te explicamos cada una de las categorías:

E= Probablemente extinta en el medio silvestre

P= En peligro de extinción

A= Amenazadas

Pr= Sujetas a protección especial

Las cuatro especies del manglar están sujetas a protección especial (Pr). Recordemos que son *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. Las especies de la selva inundable que están sujetas a protección especial (Pr) son las palmas *Roystonea dunlapiana* y *Roystonea regia*.

Otras especies herbáceas de humedales que se encuentran amenazadas (A) son *Nuphar luteum* (nenúfar), *Nymphaea mexicana* (ninfea), *Nymphaea odorata* y *Nymphaea gracilis*, catalogada en peligro de extinción (P) se encuentra *Nymphaea novogranatensis*. Estas especies se encuentran en espacios de agua abiertos y de poca corriente, algunas veces colindantes con las selvas inundables.



Los animales de los humedales

Los manglares y las selvas inundables albergan gran cantidad de fauna desde mamíferos hasta invertebrados. Los animales utilizan tanto el propio bosque y las zonas cubiertas de plantas herbáceas como los cuerpos de agua asociados, sobre todo las partes someras de las lagunas costeras. Los animales de los humedales se pueden dividir en los que viven permanentemente en ellos, los que visitan los humedales durante la época de secas y los migratorios. Estos últimos corresponden principalmente a las aves. Una descripción más detallada puede encontrarse en la guía elaborada por Moreno-Casasola y colaboradores (2015).

Mamíferos

Hay muchos mamíferos que viven en el manglar o en los canales y lagunas que se forman, así como en las selvas inundables y los humedales herbáceos. Se enlistan los principales y se anota su estatus en la NOM 059 (figura 41):

Roedores de varias especies, principalmente del género *Oryzomys* (por ejemplo *O. palustris*- NOM059-A)

Nutria de agua (*Lontra longicaulis*)

Grisón (*Galictis vittata*, NOM059 -A)

Mapache (*Procyon lotor*)

Tapir (*Tapirus bairdii*, NOM059 -P)

Tlacuache acuático (*Chironectes minimus*, NOM059 -P)

Castor (*Castor canadensis*, NOM059 -P), sobre todo en el norte del país

Rata almizclera (*Ondatra zibethicus*), algunos años tuvo una amplia distribución,

Manatí (*Trichechus manatus*, NOM059 -P) en los estuarios del Golfo y Caribe de México,

Murciélago pescador (*Noctilio leporinus*) se alimenta de peces en ambientes riberinos.

Reptiles

Numerosos reptiles hacen uso de estos ecosistemas (figura 42). Entre los principales están:

Cocodrilos (*Crocodylus moreletii* y *Crocodylus acutus*, las dos especies están dentro de la NOM059 -Pr)

Caimanes (*Caiman osclerops*), aunque son raros

Teterete común (*Basiliscus vittatus*)

Iguana verde (*Iguana iguana*, NOM059 -Pr)

Lagartijón o coapeche (*Cnemidophorus deppei*)

Mazacuata, tatuana o boa (*Boa constrictor*, NOM059 -A)

Culebra negra, ratonera (*Drymarchon corais*)

Las tortugas son más frecuentes en los pantanos de agua dulce:

Tortuga lagarto o serevengue (*Chelydra rossignoni*, NOM059 -Pr)

Pochitoque negro o montera (*Kinosternon acutum* NOM059 -Pr)

Chopontil, taimán o joloque (*Claudius angustatus*, NOM059 -Pr)

Tortuga pinta o jicotea (*Trachemys venusta* NOM059 -Pr)

Algunas también viven en los manglares:

Chachagua o pochitoque (*Kinosternon leucostomum*, NOM059 -Pr)

Casquito (*Kinosternon scorpioides cruentatum* NOM059 -Pr)

Tortuga tres lomos, guao o guaruso (*Staurotypus triporcatus* NOM059 -Pr)

Anfibios

Sapo (*Incilius valliceps*)

Sapito charquero (*Hypopachus variolosus*)

Ranita grillo (*Dendropsophus microcephalus*)

Rana de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*)

Salamandra o tlaconete (*Bolitoglossa platydactyla*)

Sirena o anguilla (*Siren intermedia*)

Aves

En los manglares y esteros es posible encontrar una gran variedad de aves que utilizan estos ambientes para reproducirse, alimentarse o descansar. Utilizan los árboles para anidar y para acechar peces para alimentarse. Otras aves usan las planicies lodosas que se forman durante marea baja en los esteros y lagunas o bien en las orillas de los mangles para extraer fauna del suelo.

Las garzas (Ardeidae), las cigüeñas (Ciconiidae), las aningas (Anhingidae), los cormoranes (Phalacrocoracidae), al igual que los ibis y las espátulas (Threskiornithidae) anidan formando colonias tanto en humedales arbóreos como los manglares. Los pelícanos (Pelecanidae) utilizan humedales arbustivos y los flamings anidan sobre planicies lodosas aledañas a las zonas de manglar. Las garzas más comunes son:



a



b



c



d

Figura 41. Mamíferos frecuentes en los humedales. a) grisón (*Galictis vittata*), b) nutria (*Lontra longicaudis*), c) mapache (*Procyon lotor*), d) manatí (*Trichechus manatus*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.



Figura 42. Reptiles frecuentes en los humedales. a) chopontil (*Claudius angustatus*), b) cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), c) culebra de agua (*Nerodia rhombifer*) d) iguana verde, juvenil (*Iguana iguana*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

Garza cucharón (*Cochlearius cochlearius*)

Garcita verde (*Butorides virescens*)

Garzón blanco (*Casmerodius albus*)

Garza garrapatera o ganadera (*Bubulcus ibis*)

Garza blanca (*Ardea alba*)

En especial las garzas, cigüeñas, flamings (Phoenicopteridae), ibises y espátulas se les considera aves vadeadoras de patas largas (figura 43). Las garzas tienen cuello y picos largos, puntiagudos y fuertes que utilizan para capturar peces y otros animales. Los ibises tienen un pico curvado para enterrarlo en el lodo y extraer pequeños organismos, mientras que las espátulas, flamings y cigüeñas tienen picos muy especializados para obtener alimento. En general se alimentan en zonas pantanosas, lodosas, poco profundas donde caminan buscando su alimento.

Una de las familias más diversas es la de los patos y gansos (Anatidae) que son visitantes frecuentes de los humedales. La mayoría requieren de cuerpos de agua abiertos, con diferentes profundidades y rodeados por vegetación que les brinde protección. Se alimentan de moluscos, raíces, semillas, peces, ranas entre otras. Muchas de estas especies son migratorias y arriban a México para pasar el invierno o en su paso a Centro y Sudamérica. Desde el punto de vista de la cacería representan una opción económica importante. Uno de los más llamativos es la cerceta de alas azules (*Anas discors*). Otros frecuentes son:

Pijije aliblanco (*Dendrocygna autumnalis*)

Pato cucharón (*Anas clypeata*)

Dentro de la familia Anhingidae, el pato buzo (*Anhinga anhinga*) es un visitante frecuente de los lagos y lagunas. Las gaviotas de la familia Laridae utilizan los cuerpos de agua de las lagunas costeras para obtener peces (figura 44).

También hay numerosas especies de las familias de aves playeras, las cuales utilizan las planicies lodosas para alimentarse de invertebrados (figura 44). Entre las más frecuentes están:

Chorlo gris (*Pluvialis squatarola*)

Chorlito de collar (*Charadrius collaris*)

Chorlito semipalmado (*Charadrius semipalmatus*)

Avoceta piquirrecta (*Himantopus mexicanus*)

Avoceta piquicurva (*Recurvirostra americana*)

Jacana nortea (*Jacana spinosa*)

Patamarillas menor (*Tringa flavipes*)

Playero pihuihui (*Catoptrophorus semipalmatus*)

Playerito alza colita (*Actitis macularius*)

Zarapito cabecirrayado (*Numenius phaeopus*)

Zarapito piquilargo (*Numenius americanus*)

Costurero piquicorto (*Limnodromus griseus*)



Figura 43. Aves vadeadoras: a) guarauna (*Carao aramus*), b) garza niva (*Egretta thula*), c) ibis blanco (*Eudocimus albus*), d) garza verde (*Buto-rides virescens*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

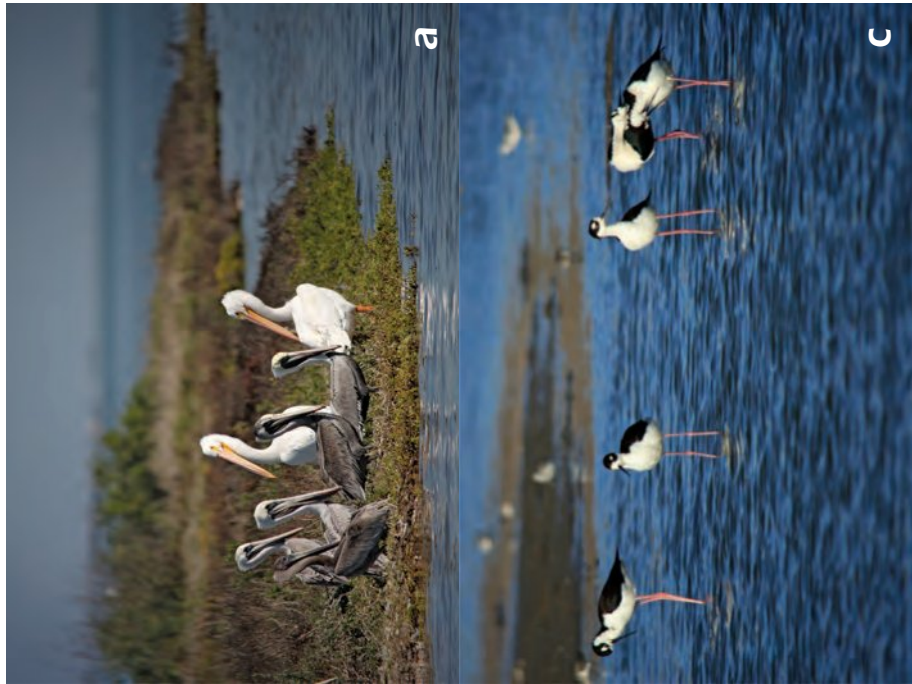


Figura 44. Patos, gaviotas y aves playeras. a) pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) y pelicano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*), b) fragata magnífica (*Fregata magnificens*), c) candelero americano (*Himantopus mexicanus*), d) cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*). Fotografías de G. Sánchez Vigil.

Costurero de agua dulce (*Limnodromus scolopaceus*)

Candelero americano (*Himantopus mexicanus*)

Hay otras aves que no se consideran como típicas aves acuáticas o vadeadoras, sin embargo es frecuente encontrarlas en estos humedales.

Águila pescadora (*Pandion haliaetus*)

Aguililla negra de manglar (*Buteogallus urubitinga*, NOM059 -A)

Zopilote aura (*Cathartes aura*)

Gavilán pescador (*Pandion haliaetus*)

Martín pescador menor (*Chloroceryle aenea*)

Saltapared (*Troglodytes aedon*)

Mosquero pechoamarillo (*Myiozetetes similis*)

Peces

Muchos peces no pasan su vida en un solo ambiente. Sobre todo en la zona costera es muy frecuente que parte de su vida se desarrolle en las lagunas costeras y manglares y otra parte en mar abierto. Los peces pueden clasificarse en residentes o sea aquellos que permanecen todo el año en el cuerpo de agua; visitante cíclico es aquel que permanece parte del año, al menos en dos estaciones. Finalmente, la especie visitante ocasional es la que sólo se presenta en una estación climática. Así mismo, los peces de tipo estuarino o marino eurihalinos son aquellos que requieren de influencia marina, es decir de cierto grado de salinidad. Los dulceacuícolas están asociados fundamentalmente a los cuerpos de agua dulce.

Los grupos de peces de mayor interés comercial y que corresponden a las pesquerías artesanales asociadas a lagunas costeras con nutrientes provenientes del manglar son los siguientes:

Lisas: *Mugil cephalus* y *Mugil curema*

Pargos: *Lutjanus griseus*

Mojarras: *Diapteros evermanni*, *D. olisthostomus* y *D. rhombeus*, *Eucinostomus melanopterus* y *Eugerres plumieri*

Robalos: *Centropomus parallelus* y *Centropomus undecimalis*

Sargos: *Archosargus probatocephalus*

Invertebrados acuáticos

Entre los invertebrados, el grupo de los crustáceos es de los más importantes. Tienen gran valor económico pues incluyen organismos como camarones, jaibas y ostiones, entre muchos otros. Entre las especies comerciales más importantes está el camarón café o moreno, el camarón blanco, el cangrejo azul, la jaiba, y el ostión americano, el ostión de manglar y la almeja plana *Isognomon alatus* (figura 45).

Camarones. Hay varias especies importantes de camarones que utilizan las lagunas costeras. Cuando juveniles encuentran protección entre las raíces de los mangles, aprovechando además la riqueza de alimento que estos ecosistemas producen. Un ejemplo es el camarón café o moreno *Farfantepenaeus aztecus*, más abundante en verano y otoño. En México los juveniles de este camarón se capturan en aguas costeras y los adultos en el océano. Otros camarones menos conocidos porque no son consumidos por el hombre son los camarones pistola (Familia Alpheidae) y el palemónido *Palaemonetes vulgaris*, asociados a bancos de ostiones y áreas de manglar, respectivamente (Ruiz y López-Portillo, 2006). El camarón blanco (*Penaeus vannamei*) es una especie nativa de la costa del Océano Pacífico y su distribución va desde Sonora, en el Golfo de California, hasta las costas del Perú. Hay reportes de que ha sido introducido en algunas zonas de cultivo en el Golfo de México, tanto en Estados Unidos como México, lo cual puede traer problemas de enfermedades virales a las especies nativas y afectar las economías locales.

Balanos. Los balanos son de los pocos crustáceos sésiles. Producen placas calcáreas que protegen sus cuerpos y que les sirven para fijarse a algún sustrato. Una de las especies más representativas es *Balanus eburneus*, la cual se fija sobre cualquier sustrato duro como las rocas, las conchas de ostiones y de mejillones, los postes de concreto y las raíces de mangle. Es frecuente verlos cubriendo gran parte de las raíces. Son organismos filtradores que aprovechan la gran cantidad de materia orgánica que fluye de las aguas que cubren al manglar.

Ostiones. En general, hay ostiones que forman bancos naturales en el interior de las lagunas costeras como por ejemplo el ostión americano (*Crassostrea virginica*). También hay otras especies de ostiones que se fijan sobre las raíces de mangle rojo en la orilla de las lagunas, como el ostión del manglar (*Crassostrea rhizophorae*). Este último es una especie intermareal que soporta los cambios en el nivel del agua.

Jaibas (*Callinectes sapidus*). Es un crustáceo que vive en los fondos de lagunas y estuarios, depredador de bivalvos, otros crustáceos, anélidos, plantas y aún peces pequeños. Forma parte de las pesquerías del Golfo de México. Sus números se han reducido por la presión de captura y por la degradación de lagunas costeras y pastos marinos, donde los juveniles viven. Es fácil distinguir a las hembras de los machos, por la forma de la placa o escudo que tienen por la parte de abajo. Migran para desovar en el mar, donde pasan las primeras etapas y luego entran a las lagunas costeras donde terminan de crecer.

Cangrejos. Los cangrejos son sumamente variados y son habitantes muy importantes del manglar por el papel que juegan en la dinámica de la hojarasca. Para varios de

ellos las hojas de mangle caídas son su principal alimento, y al consumirlas, regresan la materia orgánica al sistema en forma de heces, ayudando a la incorporación de nutrientes y formando parte fundamental de la cadena alimenticia (Capistrán-Barradas y Utrera, 2006). Entre los más conocidos están:

- Cangrejos rojos del manglar (*Goniopsis cruentata*). Es común verlos sobre las raíces del mangle rojo que se internan en el agua, alimentándose con algas, esponjas e invertebrados que cubren a las raíces. Cava madrigueras entre las raíces del mangle rojo y es frecuente verlos en las ramas de las partes medias y bajas de los mangles. Son depredadores activos del cangrejo arborícola y también se alimentan de las plántulas recién establecidas del mangle. Son cangrejos con actividad diurna.
- Cangrejos arborícolas del manglar (*Aratus pisonii*). Viven sobre las ramas y troncos del mangle rojo y del negro. Se alimentan de hojas, corteza y pulpa de madera fresca de mangle rojo, y de varios grupos de insectos.
- Cangrejos sesármidos (incluye varias especies del género *Sesarma*). Son cangrejos pequeños que viven en el suelo del manglar y sobre troncos de mangle negro, en áreas sombreadas, con actividad diurna. En las regiones tropicales y templadas del mundo existen aproximadamente 125 especies. Se alimentan de las algas que viven en los neumatóforos de los mangles y de la hojarasca. Estudios hechos en Asia han mostrado su importancia en la dinámica y en la descomposición de la hojarasca. Para varias de las especies de sesármidos, el consumo de materiales de mangle (hojas, plántulas, semillas) constituyó entre el 67 y el 97% de su dieta.
- Cangrejos azules (*Cardisoma guanhumi*). Construyen sus madrigueras en el suelo del manglar en donde la microtopografía les permite mantener la entrada de sus madrigueras sin inundación. Durante las noches de luna llena, en agosto y septiembre, los cangrejos azules hacen migraciones masivas desde los manglares y áreas aledañas hacia el mar, para liberar sus larvas. Este cangrejo es muy importante para el funcionamiento de los manglares. Su principal alimento son las hojas de los distintos tipos de mangles.
- Cangrejos violinistas (varias especies del género *Uca*). Hacen sus madrigueras principalmente en el suelo del manglar y también en otros ecosistemas. La dieta de los cangrejos violinistas incluye detritus, nemátodos, bacterias, hongos, microalgas y carroña. Son depredados especialmente por aves, mapaches, coatis y otros cangrejos grandes.
- Cangrejos moros (*Ucides cordatus*). Es uno de los cangrejos grandes de hábito semiterrestre que se distingue fácilmente por su coloración gris-violácea o morada. Se le encuentra solamente en el suelo inundable de la franja de mangle rojo. Es un cangrejo difícil de observar; al parecer solamente es activo durante la noche y no se aleja de sus madrigueras. Los habitantes de La Mancha aseguran que durante una sola noche del mes de julio, *U. cordatus* hace una migración masiva desde el manglar hasta el mar, retornando horas después a sus madrigueras.



Figura 45. Invertebrados. Fotografías de G. Sánchez Vigil

Insectos

Mosquitos. En general los insectos acuáticos constituyen la parte inicial de la cadena alimenticia, sobre todo las larvas de los mosquitos (género *Culex*) y otros insectos que se alimentan de las partículas de la materia orgánica (tallos, hojas, ramas) en descomposición dentro del agua. En el manglar se alimentan de mamíferos y aves principalmente. Se reproducen en charcas de agua estancada que queda en huecos de troncos o sobre el mismo suelo.

Cuando se rompe el equilibrio en los humedales pueden presentarse consecuencias que afectan no solamente a la flora y fauna presente, sino que pueden llegar a afectar al ser humano. Este es el caso de la desaparición de especies de insectos, principalmente de larvas de mosquitos benéficas en la cadena alimenticia, y que trae como consecuencia el dominio de muchas larvas de pocas especies dañinas o nocivas para el hombre, que al convertirse en adultos (los mosquitos que conocemos) pueden ocasionarnos picaduras o irritaciones y ser portadores de enfermedades (paludismo, dengue, entre otros). (Comunicación personal Cuauhtemoc Deloya).

Termitas. Son un componente importante de la fauna de manglares, pero poco se sabe de ellos. Las termitas del género *Nasutitermes* construyen grandes nidos soportados entre las ramas altas de los árboles, sobre todo del mangle rojo, con galerías cubiertas que bajan por las ramas y tronco y pasan de árbol en árbol, siempre fuera del alcance del nivel del agua. Juegan un papel importante en la destrucción de la madera muerta y en su incorporación como materia orgánica y de nutrientes al sistema (ver figura 25 a).

¿Qué animales conoces que se refugien en las raíces de los árboles? ¿Puedes dibujarlos?

Importancia de los humedales

Los humedales juegan un papel de gran importancia por los recursos que proporcionan (agua, alimentos, madera, etc.) y por los servicios ambientales que brindan a la sociedad. Como la palabra lo indica, los humedales están íntimamente ligados al agua. Forman parte del ciclo del agua, vital para la supervivencia de toda la vida en la tierra. Son las áreas de descarga, es decir donde aflora el agua que se ha infiltrado en los cerros y laderas de las cuencas y que escurre hasta la zona costera, donde se forman las selvas inundables y los manglares.

Una gran parte del agua que cae a la tierra vía la precipitación escurre hacia las tierras bajas y finalmente al mar o a los acuíferos subterráneos. Así los ríos, lagos y acuíferos son las principales fuentes de abastecimiento de agua potable para el ser humano, tanto para la vida diaria, como para la agricultura, la acuicultura y la industria. Solamente una pequeñísima porción de la gran cantidad de agua de nuestro planeta es agua dulce de una calidad lo suficientemente buena para que pueda usarse para beber, para regar los cultivos, y para satisfacer otras necesidades humanas. Del volumen total de agua en el planeta, solamente el 2.5 % es agua dulce y de ésta, las 2/3 partes está atrapada en los glaciares y en los hielos del Ártico y Antártico. Una cantidad muy baja, solo el 0.77 % forma parte y da vida a los lagos, lagunas, ríos, humedales, acuíferos subterráneos, poros del suelo, plantas, animales y la atmósfera.

La lluvia, aparte de toda la importancia que tiene en nuestras vidas, constituye el único abastecimiento renovable de agua dulce de la tierra. Todas las plantas y animales terrestres, incluyendo el hombre, dependen de esta agua. Esta renovación se produce año con año a través del ciclo hidrológico del agua.

¿Qué recursos obtengo de los humedales?

Los humedales son altamente productivos, refugio y zonas de

crianza idóneos para un gran número de especies, que pueden estar asociados a ellos durante todo o parte de su ciclo vital. Proveen a la sociedad de manera directa así como indirecta de numerosos recursos de gran valor. Los humedales arbóreos, tanto manglares como selvas, han sido talados para utilizar los terrenos para siembra y ganadería, aunque en ambos casos estas actividades no resultan muy productivas, debido al grado de inundación temporal que mantienen los terrenos, y en el caso de los manglares, la salinidad. Los humedales herbáceos han sido quemados y drenados para transformarlos en terrenos ganaderos, pero también para capturar su fauna como alimento o para venta. Entre los recursos que proporcionan estos ecosistemas están:

- La madera de mangle ha sido muy apreciada por su resistencia al ataque de insectos. En zonas tropicales no se pudre fácilmente. En otros países la madera se usa industrialmente para la construcción y la extracción para pulpa de papel. En México el uso del manglar está prohibido actualmente, debido a la transformación que estos ecosistemas han sufrido por la extensión de la frontera agropecuaria y turística.
- Leña y carbón. Uno de los usos que más se le dio al manglar fue la leña para consumo en el hogar pero sobre todo para convertirlo en carbón. Los árboles de la selva también fueron usados como leña. La mejor especie para leña es el mangle rojo ya que se puede utilizar incluso verde, porque tiene resinas que facilitan la combustión.
- Hojas para techar. Muchas de las hojas de las palmas son usadas para techar las viviendas. Cuando la construcción es buena, forman techos perfectamente impermeables y muy frescos.
- Taninos. Los manglares son importantes productores de taninos. En muchos sitios ha habido una importante remoción de la corteza para la extracción de taninos que se usan en la industria de la curtiduría de pieles.
- Pesquerías. Casi el 90% de los peces que sacamos de las lagunas y del mar requieren vivir en los estuarios durante una parte de su vida. Ello se debe a que en estos ambientes encuentran aguas ricas en nutrientes, con mucho plancton, además de protección entre las raíces de mangle y los pastos marinos del fondo de la laguna. Por lo tanto, los manglares son responsables en gran medida de la existencia de las pesquerías que tanto nos benefician. Además, frecuentemente rodeando a los manglares bajo condiciones de agua dulce se localizan las selvas inundables, las cuales también son altamente productivas y aportan nutrientes al estuario o a los ríos. Otros productos que se obtienen en los estuarios son el sábalo, bagre; crustáceos como cangrejos, camarones, jaibas y langostinos. También se tiene la recolección de moluscos como ostras, caracoles y almejas.

- Extracción de fauna y caza. Desafortunadamente todavía se sigue extrayendo fauna del manglar, de las selvas (sobre todo loros) y de los humedales herbáceos, aunque esta actividad está prohibida por las leyes mexicanas. Se cazan especies como la nutria, el armadillo, las iguanas, las tortugas y los cocodrilos. Todavía no hay una cultura de tener UMAS y criar estas especies para venta.
- Miel. Muchas plantas de humedales producen abundante néctar y polen que es usado por las abejas para producir miel. En muchas zonas de México se produce miel de mangle.
- Otras actividades. También las zonas ocupadas por manglares y sobre todo las ocupadas por las selvas inundables, han sido transformadas en las últimas décadas para utilizarlas en sistemas agrícolas y pecuarios, para urbanizaciones y crecimiento de puertos y marinas, en construcción de piscinas para cultivos de camarones y para construcción de canales de navegación menor. La cría de camarones (camaronicultura o cultivo de camarones) hoy en día se ha convertido en una amenaza para los manglares. Frecuentemente se desarrollan las granjas remplazando a los manglares, buscando tener agua y alimento para la cría de los camarones. Justamente, al eliminar el manglar y sustituirlo, se pierden los beneficios que se buscaban. Este sistema de granjas se ha venido abajo en pocos años en diversas regiones del mundo como Ecuador y Filipinas, principalmente por la aparición de enfermedades virales que acaban con los cultivos. Las granjas para cultivo de camarón deben ser situadas sobre la planicie costera y los desechos cargados de restos de alimentos y antibióticos no deben ser descargados en los manglares.

¿Qué es un servicio ambiental?

Los servicios ambientales son las condiciones y los procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los forman, mantienen y satisfacen la vida del ser humano. La sola existencia de estos ecosistemas proporciona beneficios al ser humano y a nuestra sociedad. Estos servicios incluyen el mantenimiento de todas las especies de plantas y animales, así como la producción de los bienes y recursos de los ecosistemas como la pesca, frutos, madera, fibra natural, farmacéuticos, etc. que representan una parte importante y familiar de la economía humana. Estos bienes o recursos el hombre generalmente los extrae de la naturaleza. Por el otro lado, los servicios proporcionados por los ecosistemas son las funciones básicas que apoyan toda la vida de la tierra.

Los humedales prestan numerosos servicios ambientales:

1. Protección de la zona costera a través de la estabilización del sustrato por las raíces de las plantas y depósitos de materia vegetal, la disipación del oleaje y la energía y como barreras contra el viento. Durante un huracán o tormenta tropical, reciben el embate de las olas y disipan la energía del oleaje y del viento. Frecuentemente quedan muy dañados pero pronto se recuperan debido a que están adaptados a estas condiciones
2. Control de inundaciones es uno de los servicios más importantes en función del escenario actual de eventos climáticos extremos como son las sequías, lluvias y huracanes. Ayudan en el control de inundaciones, ya que son zonas de descarga donde se acumula agua y se va filtrando o percolando lentamente
3. Fertilización del suelo y del agua de la laguna, debido a su alta productividad y a los cambios en el nivel del agua a través de los pulsos y derrame de agua de inundación hacia zonas aledañas
4. Protección de los mantos freáticos costeros, ya que las masas de agua dulce que se percolan y acumulan evitan que asciendan las masas de agua salada, salinizando el manto freático. También evitan que en ríos y estuarios penetre el agua salada más hacia tierra adentro. Además alimentan el manto freático filtrando lentamente el agua hacia el subsuelo
5. Hábitat importante de vida silvestre
6. Dilución de contaminantes y protección de la calidad del agua, ya que debido a su capacidad de filtración son capaces de absorber y retener gran cantidad de contaminantes. Hoy en día hay experiencias de uso de humedales, tanto manglares como humedales de agua dulce, como plantas de tratamiento terciario de las aguas de desechos urbanos
7. Transporte de personas y materias a través de los cursos de canales, esteros y lagunas
8. Actividades acuáticas recreativas y deportivas en las lagunas rodeadas de manglares
9. Incremento en el valor de la propiedad, por su alto valor estético
10. Otros valores de tipo cultural, ético, anímico y estético

Presiones y amenazas sobre los humedales de México

En general, México ha perdido o degradado el 62.1% de sus humedales (Landgrave y Moreno-Casasola, 2012). Entre las principales causas está el desecamiento de humedales para construcción de desarrollos inmobiliarios, la construcción de obras de infraestructura como caminos, el represamiento de agua, el dragado de humedales y la canalización para control de inundaciones y mosquitos, la

contaminación, la invasión de especies, la extracción de agua subterránea para ciudades, industrias y actividades agropecuarias, principalmente.

Las zonas costeras se definen como la zona de transición entre el mar y la tierra firme. México tiene 11,098 km de costas de los cuales 2,760 km corresponden a las costas del Golfo de México, 1,730 km al Caribe y 6,608 km del lado del Océano Pacífico, sobre el litoral oeste. En esta gran extensión de litoral se llevan a cabo muy diversas actividades productivas, por ejemplo, el turismo, el comercio, la pesca, la agricultura, la ganadería, así como actividades para la extracción del petróleo, entre otras. Muchas de ellas implican la reconversión del suelo para otras actividades o bien la degradación del ecosistema. Los humedales de México ocupan una extensión mayor a lo largo de la costa que tierra adentro.

El crecimiento poblacional, tanto planeado como no planeado, tiene fuertes consecuencias en estas zonas. Hoy en día hay una creciente tendencia hacia el crecimiento de poblaciones urbanas en el litoral, que afectan de manera directa e indirecta a manglares y selvas. Las ciudades que se establecen cerca de estos ecosistemas pronto ven su crecimiento limitado por los terrenos anegados y buscan rellenar y drenar estos ecosistemas. Sin embargo, el crecimiento de los campos ganaderos ha sido la principal causa de tala de manglares y selvas. A pesar de su baja productividad agrícola se ha buscado la tala de las selvas inundables y de los manglares, la desecación de estos terrenos ya sea drenándolos o cubriéndolos con una capa de suelo, para convertirlos a potreros. O bien introduciendo especies forrajeras tolerantes a la inundación para aumentar la producción de forraje. Otro factor importante de alteración ha sido la contaminación de los ríos y cuerpos de agua como las lagunas, ya que los escurrimientos de agua pasan por potreros o por humedales en mal estado que ya no pueden cumplir su función de filtrar el agua antes de que se incorpore a los cuerpos de agua.

La legislación mexicana y la protección de los humedales

El Artículo 27 de la Constitución Mexicana indica que la propiedad de las tierras y aguas dentro del territorio nacional corresponde a la Nación. Dicho artículo dice “La Nación tiene el derecho de regular el aprovechamiento de los recursos naturales, cuidar su conservación, preservar y en su caso restaurar el equilibrio ecológico, para lograr el desarrollo equilibrado del país.” También indica que “Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar, las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales,

hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno; pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aun establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de esta agua se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.”

La Ley de Aguas Nacionales define los humedales y otorga a CONAGUA las atribuciones de delimitar y realizar el inventario nacional de humedales, promover reservas ecológicas o reservas de aguas nacionales, proponer Normas Oficiales Mexicanas, otorgar permisos para desecar terrenos de humedales y promover y realizar las acciones y medidas para rehabilitar y restaurar los humedales, fijar un perímetro de protección de la zona húmeda. La Ley General de Bienes Nacionales define los límites de la Zona Federal Marítimo Terrestre y de los Terrenos Ganados al Mar en su Capítulo IV. El artículo 49 define a la zona federal marítimo terrestre “en el caso de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar, la franja de veinte metros de zona federal marítimo terrestre se contará a partir del punto a donde llegue el mayor embalse anual o límite de la pleamar”. Ello significa que todos los manglares se distribuyen sobre la zona federal marítimo terrestre, ya que todos requieren agua de inundación para sobrevivir. Justamente el límite de estos embalses es su límite de distribución.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente da un marco de referencia para el uso y protección de los recursos naturales. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento sustentable, manejo, cultivo y producción de los recursos forestales del país, entre ellos los manglares y las

selvas inundables. La Ley General de Vida Silvestre promulgó en 2007 un decreto por el que se adiciona un artículo 60 ter; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99. Indica que “queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos: y las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”.

Así mismo, hay un conjunto de normas oficiales mexicanas (denominadas NOM) que regulan diversos tipos de usos de los recursos. Las más importantes que se aplican a los humedales son: NOM 059-SEMARNAT-2001 la cual enlista las especies bajo protección especial; NOM 022- SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los manglares; NOM-012-RECNAT establece los criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico. NOM-002-PESC ordena y regula el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal. NOM-009-PESC establece los lineamientos y procedimientos para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de diferentes especies de flora y fauna acuática en aguas de jurisdicción federal: NOM-001-ECOL establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, NOM-146-SEMARNAT-2005 establece la metodología para la elaboración de planos que permitan la ubicación cartográfica de la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar que se soliciten en concesión.

La Política Nacional de Humedales busca establecer un marco de actuación integral y transversal, así como un instrumento rector que defina prioridades y que guíe el cumplimiento de objetivos y metas para lograr el aprovechamiento sustentable y la protección de los humedales mexicanos (Plan Estratégico de la Convención Ramsar 2009-2015). Incluye a todos los humedales del territorio nacional, tanto los que están protegidos a través de algún decreto de área natural protegida federal y los que se encuentran enlistados en la Convención Ramsar, como aquellos que carecen de una figura de protección. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es la encargada de aplicar esta política.

En los últimos años, la Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. (FGRA), en colaboración con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), han trabajado en la determinación de caudales ecológicos en cuencas modelo. Los

resultados muestran que es factible estimar un balance sostenible de agua, representado por la determinación de un caudal ecológico que establece un equilibrio entre diferentes objetivos de conservación ambiental, funciones sociales y grados de presión sobre el recurso. Ello constiuye un instrumento de gran valor para garantizar que los humedales reciben agua y mantienen su balance de agua.

Como puedo ayudar a cuidar los humedales

Diez reglas para convivir y proteger los humedales

- 1.** No rellenar.
- 2.** No desecar.
- 3.** No quemar.
- 4.** Mantener su hidroperíodo, es decir no alterar los flujos de agua que entran y salen y el tiempo que se mantienen, así como su estacionalidad.
- 5.** No construir sobre los humedales.
- 6.** No introducir especies de plantas y animales ajenas o exóticas a los humedales.
- 7.** Proteger y cuidar a las plantas y animales que viven en ellos.
- 8.** Conocerlos para entender cómo funcionan y la importancia que tienen en mi vida diaria.
- 9.** Construir humedales artificiales para evitar que lleguen aguas llenas de desechos de fertilizantes, herbicidas e insecticidas a los humedales que quiero mantener.
- 10.** Aplicar las leyes y normas vigentes en México para la protección y conservación de los humedales.

Bibliografía citada:

- Agraz-Hernández, C.M., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo y J.J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de campo. Identificación de los Manglares de México. Universidad Autónoma de Campeche.
- Blasco, F., J.L. Carayon y M. Aizpuru. 2001. World Mangrove Resources. GLOMIS Electronic Journal 1(2). <http://www.glomis.com/ej/pdf/ej02.pdf>
- Barlow, P.M. 2003. Ground Water in Freshwater-Saltwater Environments of the Atlantic Coast. US Geological Survey circular 1262.
- Brix, H. 1993. Macrophyte mediated oxygen transfer in wetlands: transport mechanism and rates. En: Moshiri, G.A. (ed.) Constructed Wetlands for Water Quality Improvement. Lewis Publishers, CRC Press Inc. Boca Raton, Florida: 9-22.
- Capistrán-Barradas, A. y M.E. Utrera. 2006. Los cangrejos semiterrestres. En: Moreno-Casasola, P. (ed.) Entornos Veracruzanos: la Costa de La Mancha. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz: 461-476.
- Cintrón, G., A.E. Lugo y R. Martínez. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. En: D'Arcy, W.G. y M.D. Corma (eds.) The Botany and Natural History of Panama, IV Series: Monographs in Systematic Botany, Vol. 10. Missouri Botanical Garden, St. Louis: 53-66.
- Coronado-Molina, C.A. 2000. Leaf litter dynamics and nutrient cycling in mangrove forests of Southern Everglades, Florida and Terminos Lagoon, Mexico. PhD Dissertation, Department of Oceanography and Coastal Sciences, Louisiana state University. Luisiana.
- Day, J.W.Jr., W.H. Conner, R.H. Day y F. Ley-Lou. 1987. Productivity and decomposition of mangrove forests, Laguna de Terminos, Mexico. Aquatic Botany 22: 267-284.
- Hogarth, P.J. 1999. The Biology of Mangroves. Oxford University Press, Nueva York.
- Infante Mata, D. y P. Moreno-Casasola. 2005. Effect of in situ storage, light, and moisture on the germination of two wetland tropical trees. Aquatic Botany 83: 206-218.
- Infante Mata, D., Moreno-Casasola, P., Madero-Vega, C. 2012. Litterfall of tropical forested wetlands of Veracruz in the coastal floodplain of the Gulf of Mexico. Aquatic Botany 98 (1): 1-11.
- Landgrave, R. y P. Moreno-Casasola. 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. Investigación Ambiental 4(1): 19-35.
- Lara-Domínguez, A.L. 2006. Pastos marinos. En: Moreno-Casasola, P., E. Peresbarbosa, A.C. Travieso Bello (eds.) Manejo Integral de la Zona Costera: Un Enfoque Municipal. Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología, A.C. Volumen 1: 229-240
- López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1985. Litterfall of *Avicennia germinans* L. in a one-year cycle in a mudflat at the Mecoacán Lagoon, Tabasco, México. Biotropica 17(3): 186-190.

- Lugo, A.E. 1980. Mangrove ecosystems: Successional or steady state? *Biotropica* (Supplement) 12: 65-72.
- Mitsch, W.J. y J. Gosselink. 2007. *Wetlands*. 4a Ed. John Wiley and Sons. Nueva York.
- Moreno-Casasola, P. y D. Infante Mata. 2010. Veracruz Tierra de Ciénagas y Pantanos. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución, Veracruz.
- Moreno-Casasola, P., G. Castillo Campos, D.M. Infante Mata, E. Cázares Hernández, G. Aguirre León, F. González-García y M. Gerwert Navarro. 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 del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana.
- Nettel, A., R.S. Dodd, Z. Afzal-Rafii y C. Tovilla-Hernández. 2008. Genetic diversity enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific Black mangroves. *Molecular Ecology* 17(11): 2680-2690.
- Orozco, S. A. y A. Lot H. 1976. La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz. *Biotica* 1: 1-44.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. México D.F.
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., C. Troche-Souza, A.D. Vázquez-Lule, J.D. Márquez-Mendoza, B. Vázquez-Balderas, L. Valderrama-Landeros, S. Velázquez-Salazar, M.I. Cruz-López, R. Ressler, A. Uribe-Martínez, S. Cerdeira-Estrada, J. Acosta-Velázquez, J. Díaz-Gallegos, R. Jiménez-Rosenberg, L. Fueyo-Mac Donald y C. Galindo-Leal. 2013. Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.
- Roller, B. 1974. Programa de investigaciones y fomento pesqueros, México. Ecología y Reforestación de los Manglares de México - Informe técnico 6. Reporte de Proyectos, FAO.
- Ruiz, G.M. y J. López-Portillo. 2006. Los invertebrados. En: Moreno-Casasola, P. (ed.) Entornos Veracruzanos: la Costa de La Mancha. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz. 341-362.
- Silk, N. y K. Ciruna (eds.) 2004. A Practitioner's Guide to Freshwater Biodiversity Conservation. The Nature Conservancy. Island Press Boulder, Colorado.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Twilley, R., S.C. Snedaker, A. Yáñez-Arancibia, y E. Medina. 1996. Biodiversity and ecosystem processes in tropical estuaries: perspectives of mangrove ecosystems. En: Mooney H.A. *et al.* (eds.) *Functional Roles of Biodiversity: a Global Perspective*. John Wiley and Sons Ltd, Nueva York: 327-370.
- Utrera-López, M.E. y P. Moreno-Casasola. 2006. Mangrove litter dynamics in La Mancha Lagoon Veracruz, México. *Wetlands Ecology and Management* 16: 11-22.

Otras referencias:

- Benítez-Pardo, D., F. Flores-Verdugo, y C. Covantes-Rodriguez. 2013. Estrategias de Forestación con Mangles en Isletas de Dragados en una Región Semiárida de México. UAS, UNAM, CONACYT. Guadalajara, Jalisco.
- Benítez-Pardo, D., F. Flores-Verdugo, y J.L. Valdéz. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. *Maderas y Bosques* 8: 57-71.
- Cronk, J.K. y M.S. Fenessy. 2001. *Wetland Plants. Biology and Ecology*. Lewis Publ. Boca Raton, Florida.
- FAO. 2007. *The World's Mangroves 1980-2005*. FAO Forestry Paper No. 153. Roma. <http://www.fao.org/forestry/1396/es/ven/>
- Flores-Verdugo, F. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. En: Rosa-Vélez, J. de la y F. González Farías (eds.) *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. 22-56.
- Flores-Verdugo, F., F. González-Farías, D.S. Zamorano y P.G. Ramírez. 1992. Mangrove ecosystems of the Pacific coast of Mexico: distribution, structure, litterfall and detritus dynamics. En: U. Seeliger (ed.), *Coastal Plant Communities of Latin America*. Academic Press. Nueva York: 269-288.
- Hernández-Trejo, H., A. Priego-Santander, J. López-Portillo y E. Isunza-Vera. 2006. Los paisajes físico-geográficos de los manglares de la Laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Interiencia* 31 (3): 211-219.
- Herrera-Silveira, J.A., y E. Ceballos. 1998. Los Manglares de México. *Biodiversitas* 4 (19): 1-10.
- Herrera-Silveira, J.A., J. Ramírez, y A. Zaldivar. 2000. Structure and soil salinity of two mangrove forests of Yucatan, SE Mexico. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*: 1707-1710.
- Hugues, F.M.R. 1990. The influence of floodplain regimes on forest distribution and composition in The Tana River floodplain, Kenya. *Journal of Applied Ecology* 27: 475-491.
- Infante Mata, D., Moreno-Casasola, P., Madero-Vega, C., Castillo-Campos, G., Warner, B. 2011. Floristic composition and soil characteristics of tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. *Forest Ecology and Management* 262:1514-1531.
- Infante Mata, D., Moreno-Casasola, P., Madero-Vega, C. 2014. ¿*Pachira aquatica*, un indicador del límite del manglar? *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:143-160.
- Junk, W.J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. En: L.B. Holsa-Nielsen, y H. Balslev (eds.), *Tropical Forest, Botanical Dynamics, and Diversity*. Academic Press, Londres. 47-64.

- Kozlowski, T.T. 1984. Plant responses to flooding of soil. *BioScience* 34: 162-167.
- López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México. Una revisión. *Madera y Bosques. Número Especial 1*. Verano 2002: 27-52.
- López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1989. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at Laguna de Mecoacán, México. *Biotropica* 21(2): 107-114.
- López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1989. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Functional Ecology* 3: 355-361.
- Lot, H.A. y A. Novelo. 1990. Forested Wetlands of Mexico. En: Lugo, A.E., M Brinson, y S. Brown (eds.) *Forest Wetlands. Encyclopedia Ecosystems of the World*. Tomo 15. Editorial ELSEVIER. Amsterdam. 287-298.
- Low Pfeng, A.M., P.A. Quijón, y E.P. Recagno. 2014. Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. SEMARNAT. México D.F.
http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=713
- Lugo, A.E. y S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.
- McKee, K.L., J.E. Rooth y I.C. Feller. 2007. Mangrove recruitment after forest disturbance is facilitated by herbaceous species in the Caribbean. *Ecological Applications* 17(6): 1678-1693.
- Middleton, B. 1999. *Wetland Restoration: Flood Pulsing and Disturbance Dynamics*. Wiley, Nueva York.
- Montés C.C.G., S. Castillo A., y J. López-Portillo. 1999. Distribución del manglar en cuatro sistemas lagunares en la costa de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 64: 25-34.
- Moreno-Casasola, P. 2006. (ed). *Entornos Veracruzanos: la Costa de La Mancha*. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz.
- Moreno-Casasola, P., D. Infante Mata, y H. López Rosas. 2012. Tropical Freshwater Swamps and Marshes. En: Batzer, D.P. y A. H. Baldwin. *Wetlands (eds.), habitat of North America*. University California Press: 267-282.
- Mumby, P.J., A.J. Edwards, J.E. Arias-Gonzalez, K.C. Lindeman, P.G. Blackwell, A. Gall, M.I. Gorczynska, A.R. Herbona, C.L. Pescod, H. Renken, C.C.C. Wabnitz, y G. Llewellyn. 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature* 427: 533-536.
- Niembro, R.A. 1986. *Árboles y Arbustos Útiles de México*. Editorial, Limusa, México D.F.
- Reyes-Chagoy, M.A. y C. Tovilla. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la costa de Chiapas. *Madera y Bosques. Número Especial 1*: 103-115.
- Rico-Gray, V. 1982. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae), un nuevo registro en las costas de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 41: 163-165.
- Rico-Gray, V. y A. Lot. 1983. Producción de hojarasca del manglar de la laguna de La Mancha, Veracruz, México. *Biotica* 8(3): 295-301.

- Sena, G.A.R. y T.T. Kozlowski. 1980. Growth responses and adaptations of *Fraxinus pennsylvanica* seedlings to flooding. *Plant Physiology* 66: 267-271.
- Tabilo-Valdivieso, E. 2003. El Beneficio de los Humedales en la Región Neotropical. Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales, La Serena, Chile.
www.biouls.cl/cheh/
- Thom, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, Mexico. *Journal of Ecology* 55: 301-343.
- Tovilla, C. y E. Orihuela. 2002. Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecanapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques*. Número especial: 89-102.
- Valdéz-Hernández, J.I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques* Número Especial 1:129-145.
- Yáñez-Arancibia, A., R.R. Twilley, y A.L. Lara. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2): 3-19.

Recursos electrónicos

- Comisión de Áreas Naturales Protegidas
<http://www.conanp.gob.mx/>
- Comisión Nacional de Biodiversidad
<http://www.conabio.gob.mx/>
<http://www.biodiversidad.gob.mx>
- Costa Sustentable
<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/presentacion.htm>
- Ecosistemas manglares. CONABIO.
<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/manglares.html>
- Estero el Salado Puerto Vallarta
<http://esterodelsalado.org/>
- Humedales. CONAFOR
<http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/humedales/>
- Inventario Nacional de Humedales. CONAGUA
<http://www.conagua.gob.mx/inh/>
- Sitios RAMSAR CONANP
<http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>
- Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras
<http://www.cyzco.org/>
- Programa Reservas de agua. WWF. CONAGUA. Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.
http://www.wwf.org.mx/que_hacemos/agua/reservas_de_agua/
www.mangroveactionproject.org
www.ncl.ac.uk/tcmweb/tcm/mglinks.htm

NOTAS DE CAMPO

NOTAS DE CAMPO

NOTAS DE CAMPO

