



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

**Bosques de zapotonales (*Pachira aquatica*) en la Reserva de la Biosfera la
Encrucijada, Chiapas, México**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA:

MATILDE RINCÓN PÉREZ

TUTORA PRINCIPAL: DRA. PATRICIA MORENO-CASASOLA BARCELÓ,
INSTITUTO DE ECOLOGÍA A. C.
COTUTOR: DR. LUIS ZAMBRANO,
INSTITUTO DE BIOLOGÍA
COMITÉ: DR. ROBERTO LINDIG,
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS

MÉXICO, D.F. FEBRERO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

**Bosques de zapotonales (*Pachira aquatica*) en la Reserva de la Biosfera la
Encrucijada, Chiapas, México**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA:

MATILDE RINCÓN PÉREZ

TUTORA PRINCIPAL: DRA. PATRICIA MORENO-CASASOLA BARCELÓ,
INSTITUTO DE ECOLOGÍA A. C.
COTUTOR: DR. LUIS ZAMBRANO,
INSTITUTO DE BIOLOGÍA
COMITÉ: DR. ROBERTO LINDIG,
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS

MÉXICO, D.F. FEBRERO 2014

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted, que el Subcomité de Biología Experimental y Biomedicina, en su sesión ordinaria del día 17 de junio de 2013, aprobó el jurado para la presentación de su examen para obtener el grado de MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL) del Posgrado en Ciencias Biológicas, de la alumna RINCÓN PÉREZ MATILDE con número de cuenta 92102763 con la tesis titulada "Bosques de zapotonales (*Pachira aquatica*) en la reserva de la biosfera La Encrucijada, Chiapas, México", bajo la dirección de la DRA. PATRICIA CASASOLA - MORENO BARCELÓ :

Presidente: DR. JORGE ARTURO MEAVE DEL CASTILLO
Vocal: DR. MARIO GONZALEZ ESPINOSA
Secretario: DR. ROBERTO ANTONIO LINDIG CISNEROS
Suplente: DR. HUGO LOPEZ ROSAS
Suplente: DR. MIGUEL ANGEL PEREZ FARRERA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 09 de enero de 2014

M del Coro Arizmendi
DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA

c.c.p. Expediente del (la) interesado (a).

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por la formación académica y por el apoyo institucional durante mi proceso de formación en la Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de manutención con número 346695/239913.

Al Instituto de Ecología A.C. y a la Organización Internacional de Maderas Tropicales proyecto Criterios para el ordenamiento de manglares y selvas inundables en la planicie costera central de Veracruz, México: un instrumento de manejo comunitario. ITTO Pd 349/05 y 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- ITTO-RED-PD 045/11 Rev.2 (M) por el financiamiento del proyecto del cual forma parte este trabajo.

A la Dra. Patricia Moreno-Casasola por aceptarme como su estudiante, haber confiado en mí y darle la dirección a mi trabajo con sus comentarios durante el proceso.

A los integrantes de mi Comité Tutorial, Dr. Luis Zambrano y Dr. Roberto Lindig por sus observaciones y recomendaciones.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Será imposible nombrar a todos aquellos a los que agradezco por apoyarme antes, durante y al terminar el proceso de mi formación de la Maestría.

Empezaré por los que me apoyaron cuando decidí entrar, Leti, Norma, Laura, Carla, Arturo, Eri, Dulce, Fanni Pérez, por supuesto a la Dra. Paty Moreno y los Encrucijados: Biol. Mundo y Omar todos ellos amigos y compañeros que sin ellos no habría sido posible empezar este proceso.

Durante la Maestría otros Encrucijados y Ex Encrucijado que estuvieron presentes: Teo, Leo, Salvatore, Rafa, Luis, Cristi, Edgar en especial a los guardaparques, Reynerio y Cande que me acompañaron en las salidas a muestrear. Y a todos aquellos que desde las oficinas estuvieron pendientes de mis avances y mis aventuras: Fanny Chavarría, Citlali, Adriana, Carmen y muchos más que no dejaron de preguntar cuáles eran mis avances.

A las personas de las comundiades de Aztlán y Brisas del Hueyate que compartieron sus conocimientos sobre los bosques de zapotonales para enriquecer este trabajo.

También agradezco a los inecoles que me echaron porras, todas las chicas del cubil de la Dra. Pati, que me brindaron su amistad y apoyo incondicional: Nadia, Adi, Judith, Lore, Karla Klaus, Karla Camilo, Caro, Rosi, Toñita y claro los chicos Marco, Abraham, Cesar.

Otros inecoles que me apoyaron: Claudia Gallardo para identificar mis plantas, Javier Tolome a construir la varillas para medir redox del suelo, Ariadna por el espacio en el laboratorio.

Arturo Tenorio por su revisión crítica, Sara por los mapas, Karlita Camilo y Christian por su apoyo en los últimos análisis estadísticos, Adi por la traducción del resumen.

Al Jurado, a los doctores Hugo López, Mario González, Jorge A. Meave, Miguel Angel Pérez y Roberto Lindig por sus comentarios que enriquecieron mi tesis.

A las Pati y Erika por su paciencia para guiarme en los procesos administrativos y resolver todas mis dudas durante todo este tiempo.

Al final, pero no menos importante a toda mi familia por su apoyo incondicional, porque sin ellos no sería todo lo que soy. Mi papá don Teodoro, mi mamá doña Leovita, mis hermanos Paty y Alonso, mi sobrino Diego, que nunca me dejan. Mi tía Elda que todo lo puede. Y a todos mis tíos que no dejan de estar al pendiente de mí.

Sé que me faltan muchos por mencionar, y les pido una disculpa pero sería otro trabajo de tesis agradecer a todos los que han contribuido para finalizar este trabajo, pero a todos les agradezco y dedico esta tesis.

Índice

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPITULO I.....	3
Introducción general	4
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos particulares.....	9
CAPITULO II.....	10
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	11
CAPITULO III.....	17
ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN Y LA RELACIÓN CON EL AMBIENTE (HIDROPERIODO, PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SUELO) EN LOS BOSQUES DE ZAPOTONALES <i>Pachira aquatica</i> EN LOS HUMEDALES COSTEROS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA ENCRUCIJADA.....	17
Introducción.....	18
Objetivos	21
Métodos	21
Estructura arbórea del bosque.....	21
Fenología.....	22
Evaluación de la regeneración natural. En esta parte del estudio se analizó la presencia y permanencia de plantas jóvenes y plántulas.....	23
Hidroperiodo	24
Parámetros ambientales	24
Procesamiento de información.....	25
Resultados	27
Vegetación.....	27
Hidroperiodo	33
Parámetros fisicoquímicos	35
Regeneración	41
Fenología.....	44
Discusión	49
Conclusiones.....	57
CAPITULO IV	59

USOS Y COSTUMBRES DE LOS POBLADORES USUARIOS DE LOS BOSQUES DE ZAPOTONALES <i>Pachira aquatica</i> EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA ENCRUCIJADA	59
Introducción.....	60
Objetivos	65
Métodos	65
Resultados	68
Características socioeconómicas principales de Brisas del Hueyate y Aztlán.....	68
Grupos de discusión y entrevistas	74
Incendios	81
Discusión	84
Usos y costumbres sobre el uso de <i>Pachira aquatica</i>	84
Incendios	90
Conclusiones.....	92
CAPITULO V	95
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS	98
ANEXO I	114
ANEXO 2	115
ANEXO 3	119
ANEXO 4.....	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de individuos por especie en los estratos en las localidades de estudio....	28
Cuadro 2. Densidad, densidad relativa, frecuencia, frecuencia relativa, área basal, dominancia relativa y valor de importancia relativa en las localidades de estudio.....	29
Cuadro 3. Resultados de la prueba de Kruskal–Wallis para los parámetros fisicoquímicos entre el agua según su origen en cada localidad.....	38
Cuadro 4. Resultados de la prueba Mann–Whitney para los parámetros fisicoquímicos del agua entre las localidades.....	38
Cuadro 5. Potencial redox en el suelo en las localidades de estudio en el mes de abril...	39
Cuadro 6. Porcentaje de supervivencia de plántulas y jóvenes, en Nixtamal y Jícaro en el periodo de abril 2011 a febrero 2012.....	41
Cuadro 7. Número de individuos al inicio y al final del estudio que mostraron un incremento de altura y porcentaje de individuos que presentaron daños por posible depredación o quiebre mecánico.....	44
Cuadro 8. Riqueza, densidad y área basal de las selvas inundables.....	50
Cuadro 9. Procesos geoquímicos que se producen en el suelo en distintos momentos indicados por el valor del potencial redox.....	51
Cuadro 10. Número de participantes en grupos de discusión y entrevistas en las comunidades de Brisas del Hueyate y Aztlán.....	67
Cuadro 11. Meses que marcan la mayor abundancia de las diferentes partes y estadíos de <i>P. aquatica</i>	77
Cuadro 12. Hectáreas afectadas por incendios entre 1998 – 2011 en la REBIEN.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de integración de los temas de investigación.....	8
Figura 2. Ubicación del área de estudio en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.....	12
Figura 3. Mapa de los ríos que desembocan en la planicie costera.....	14
Figura 4. Precipitación y temperatura promedio mensual en el estado de Chiapas.....	15
Figura 5. Porcentaje de individuos en las distintas clases de altura en las dos localidades de estudio.....	30
Figura 6. Porcentaje de individuos en cada clase diamétricas en las localidades de estudio.....	31
Figura 7. Resultados del análisis de componentes principales con base en la cobertura de las especies en los cuadros de vegetación.....	32
Figura 8. (a) Curvas del hidroperiodo en ocho cuadros de trabajo de julio 2010 a febrero 2012. (b) Gráfica de la precipitación de media de estado de Chiapas y dos estaciones meteorológicas, Despoblado y Huixtla, cercanas al sitio de estudio, durante el periodo de estudio.....	34
Figura 9. Tendencia de la temperatura del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio.	35

Figura 10. Tendencia de la salinidad del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio.....	36
Figura 11. Tendencia de la conductividad del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio.	36
Figura 12. Tendencia del pH del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio.....	37
Figura 13. Resultados del análisis de componentes principales con base en los parámetros fisicoquímicos en los cuadros de muestreo.....	40
Figura 14. Porcentaje de supervivencia.....	42
Figura 15. Acumulación del crecimiento en altura (CA) de plántulas y plantas jóvenes en los cuadros de muestreo de las dos localidades de estudio.....	43
Figura 16. Porcentaje de individuos de <i>P. aquatica</i> en cada una de las cuatro categorías de abundancia en ambas localidades, que presentaron las fenofases hojas nuevas(a y c) y senescentes (b y d).....	45
Figura 17. Porcentaje de individuos de <i>P. aquatica</i> en cada una de las cuatro categorías de abundancia en ambas localidades que presentaron flores (a y c) y frutos (b y d).....	47
Figura 18. Porcentaje de individuos de <i>P. aquatica</i> en cada una de las cuatro categorías de abundancia en ambas localidades que presentaron semillas en el suelo (a y c) y semillas germinando (b y d).....	48
Figura 19. Ubicación de las comunidades Brisas del Hueyate y Aztlán.	70
Figura 20. Dibujos de mapas de ubicación de áreas con bosque de <i>P. aquatica</i>	79
Figura 21. Mapa de los sitios impactados por incendios de 1998 – 2011. www.google/earth.com	83

RESUMEN

Los bosques de zapotonales son selvas inundables en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, donde predomina *Pachira aquatica*. Sin embargo, los incendios han disminuido su cobertura y no hay estudios para planificar su recuperación. Mi objetivo es generar información sobre estos bosques en cuanto a estructura y composición de la vegetación; la regeneración natural y fenología de *P. aquatica* y su relación con las variables ambientales. Además de conocer los usos y costumbres de los habitantes en relación al bosques y los daños causados por los incendios.

Se ubicaron dos sitios de muestreo, cada uno con 10 cuadros de 100 metros cuadrados para caracterizar la vegetación arbórea. Para evaluar la regeneración natural se marcaron plántulas y plantas jóvenes. También se marcaron individuos adultos para la observación de las fases fenológicas. Se muestreo el hidroperiodo y los parámetros fisicoquímicos del agua superficial, subterránea e intersticial y el redox del suelo.

Se reunió información de la superficie afectada por los incendios y para conocer los usos y costumbres se formaron grupos de discusión y aplicaron entrevistas a los habitantes de Aztlán y Brisas del Hueyate.

Se identificaron 9 especies arbóreas y los valores de diversidad y equidad son bajos. El hidroperiodo y los parámetros fisicoquímicos reflejan la variabilidad ambiental de las épocas de lluvias y secas. La supervivencia y regeneración de *P. aquatica* es alta. Los cambios fenológicos se relacionan con factores climáticos especialmente la precipitación.

Los bosques no tienen usos directos, sin embargo se conocen las características biológicas, cambios fenológicos y su relación con los cambios temporales y espaciales. Los incendios resultan de quemadas provocadas para el saqueo de fauna silvestre que se comercializa ilegalmente.

Con la información se integran recomendaciones que se podrán utilizar para el manejo, conservación y restauración este tipo de humedales.

ABSTRACT

Zapote forests are forested wetlands—dominated by *Pachira aquatica* in La Encrucijada Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico—that provide numerous environmental, economic and social benefits for the surrounding communities. Albeit their importance, forest fires are diminish their original coverage considerably.

There are no local studies about the basic characteristics of *zapote* forests, needed to propose conservation, management and restoration actions. The objective of this work is to fulfil this lack of knowledge by generating information about vegetation structure and composition, natural regeneration, phenology and its relation with environmental variables, and finding out local customs and uses related to these forests and fire damages.

We had two sampling sites where we characterized the arboreal vegetation, evaluated natural regeneration, observed phenological phases of adult individuals, and evaluated the hydroperiod and physical-chemical parameters of shallow, underground and interstitial water and redox potential in soil. For the social part we organized discussion groups and interviews with inhabitants of neighbouring communities to gather information about customs and uses and fires.

In our results we identified 9 tree species which showed low diversity and equity values due to *P. aquatica* dominance. The survival and regeneration of *P. aquatica* is high. Phenologic changes are related to climatic factors, in particular to precipitation. The hydroperiod and physical-chemical parameters reflect climatic variations. Concerning customs and uses, people do not perceive direct uses of *zapote* forests but they identify biological characteristics, phenologic changes and their relationship with spatial and temporal changes. We also found that fire damages result from clandestine fires intended to pursue illegal wildlife hunting.

We finish giving recommendations to promote better conservation, management and restoration plans and actions on behalf of this type of threatened wetlands and the neighbouring communities.

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN GENERAL

Introducción general

Los humedales agrupan gran parte de la variabilidad ambiental que se puede encontrar entre los ecosistemas más secos tierra adentro y forman una serie de tipos, que de manera general son comparables, difiriendo principalmente en su grado de humedad o inundación (Wheeler *et al.*, 2002). Algunas organizaciones han planteado definiciones más acotadas y útiles para su gestión, definiendo a los humedales como tierras en transición entre los sistemas acuáticos y terrestres, donde la capa freática está habitualmente al mismo nivel o cerca de la superficie, o bien el terreno está cubierto por aguas poco profundas (Moreno-Casasola y Warner, 2009). Mitsch y Gosselink (2000) señalan que los humedales deben cumplir tres atributos: a) deben presentar una lámina o capa de agua poco profunda o agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal; b) el suelo o sustrato debe ser fundamentalmente hidromórfico y c) al menos periódicamente, el terreno debe mantener predominantemente una vegetación acuática o hidrófita.

Los atributos de un humedal no son independientes. La hidrología mantiene una relación directa con el ambiente, tanto del suelo como del agua; por ejemplo, la inundación cambia las características fisicoquímicas del suelo, del agua intersticial, del agua superficial y del manto freático. Los distintos tipos de humedales varían en su composición florística y en su estructura, pero también en su hidroperiodo. Este componente es una de las características vitales de los humedales para su permanencia, establecimiento, regeneración, sucesión y procesos ecológicos. El hidroperiodo o régimen hidrológico del humedal es el patrón estacional del nivel del agua, resultado del balance entre las entradas y salidas de agua, la geomorfología del humedal y el suelo donde los procesos biogeoquímicos se rigen por los procesos de óxido-reducción (redox) influenciados por el tiempo de permanencia de la inundación (Mitsch y Gosselink, 2000, Vepraskas y Faulkner, 2001).

Como ecosistemas, los humedales proporcionan una amplia variedad de bienes y servicios al ser humano, dependiendo del tipo de plantas y animales que existan, de las tasas de captura de carbono, así como de la hidrología y los ciclos de nutrientes, la belleza escénica de sus paisajes y las oportunidades de recreación y educación que ellos ofrecen. Sin embargo, el valor de los diferentes tipos de humedales, e inclusive cada humedal en particular puede variar considerablemente (Ewel, 2010).

La clasificación y descripción de los humedales frecuentemente se hacen con base en su localización y la forma de crecimiento de las plantas dominantes. En la zona costera de México se presentan muchos tipos de gran importancia ecológica por su capacidad para generar biomasa primaria, por el mantenimiento de áreas críticas para poblaciones de organismos de los litorales, por su gran capacidad de transformación de materia orgánica y por su elevada productividad primaria (Busbee *et al.*, 2003; Ozalp *et al.*, 2007; Infante *et al.*, 2011; Infante *et al.*, 2012). En estos ambientes las presiones humanas que actúan sobre ellos se magnifican, ya que no solo son alterados por las actividades que se efectúan en ellos, sino también por las que se desarrollan en áreas lejanas al tratarse de ecosistemas terminales de las cuencas hidrográficas (De la Lanza *et al.*, 1996).

Los humedales costeros se distribuyen de manera paralela a la línea de costa y sus características están en función de las interacciones hidrogeomorfológicas entre el continente, el océano y los flujos de agua tanto de marinas (que producen el gradiente de salinidad) como dulces. Reciben el agua dulce de escurrimientos superficiales y del agua subterránea que baja de las cuencas. De esta manera, los humedales costeros pueden agrupar numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, popales, tulares, selvas y palmares inundables, entre otros, cuya distribución está condicionada por las variaciones en salinidad del agua intersticial y por el hidroperiodo, que a su vez está determinado por las variaciones topográficas, todo lo cual resulta en composiciones y dinámicas distintas (Contreras-Espinosa y Warner, 2004; Moreno-Casasola *et al.*, 2006; Flores Verdugo *et al.*, 2007). Las condiciones hidrológicas como la fuente de agua, la profundidad, la intensidad de flujos y los periodos de inundación, determinan los aspectos químicos y físicos del agua de los humedales. Su posición en el paisaje determina su geomorfología y el tipo de suelos (Acreman y Holden, 2013). Estas condiciones determinan la composición y la estructura de las comunidades vegetales.

Los disturbios pueden afectar la estructura de los humedales, entre ellos las tormentas, los deslizamientos de las laderas, las corrientes o avenidas fuertes por crecidas de los ríos, sequías y los cambios de salinidad, entre otros. Estos eventos pueden eliminar una comunidad vegetal entera y alterar el hábitat permitiendo el establecimiento de nuevas especies. Los huracanes pueden provocar grandes avenidas que erosionan o depositan sedimentos; en la temporada de estiaje, el fuego, puede causar disturbios en la vegetación y remover el sustrato orgánico acumulado por años (Salazar-Vallejo, 2002). En México se han documentado escasamente los daños a los ecosistemas costeros por

fenómenos hidrometeorológicos. El impacto de los huracanes se ha analizado sobre todo en manglares (Kovacs, *et al.*, 2001, Tovilla y Orihuela, 2004, Hiraes-Cota, *et al.*, 2010), pero la investigación del impacto del fuego ha sido mucho más escasa. Escutia-Lara y colaboradores (2009) reportan que en los humedales de los alrededores de Morelia el fuego como parte de la dinámica mantiene la identidad de las comunidades de la vegetación hidrófitas emergentes.

Los humedales aún son considerados por la sociedad como zonas pantanosas, tierras ociosas que en su estado natural no tienen ningún uso y no prestan servicio alguno, y que más bien son fuente de enfermedades y malos olores. Sin embargo, en los últimos años el enfoque para la conservación de estos ecosistemas ha resaltado la importancia de incluir la valoración de sus servicios ambientales, buscando promover el uso racional y manejo sustentable de los recursos que mantienen y permitiendo a los tomadores de decisiones traducir el impacto de diferentes estrategias de desarrollo en términos económicos (Barbier *et al.*, 1997; Daily *et al.*, 2009; Kremen y Ostfeld, 2005).

La Reserva de la Biosfera La Encrucijada (REBIEN), ubicada en la costa sur de Chiapas, es uno de humedales más ricos, diversos y productivos de México (INE/SEMARNAP, 1999). Esta Área Natural Protegida (ANP) fue incorporada a la Convención RAMSAR (www.ramsar.org) y al sistema de reservas del programa MAB-Unesco (www.unesco.org). Es un área donde se encuentran diversos tipos de vegetación representativos de la costa, como los manglares, tulares, matorral costero, vegetación flotante y subacuática, selva mediana subperennifolia y baja caducifolia, palmares y selvas inundables. Estas últimas están dominadas principalmente por *Pachira aquatica* Aubl. (INE/SEMARNAP, 1999), un árbol perteneciente a la familia Malvaceae. Las selvas inundables, conocidas como bosques de zapotonales en la zona, se caracterizan por su elevada productividad (Infante *et al.*, 2012), por la producción de recursos naturales. Los servicios ambientales, económicos y sociales que se obtienen de los ecosistemas costeros son abundantes y muy variados, beneficiando directamente a las comunidades aledañas a los sistemas lagunares. Su manejo adecuado es señalado como una herramienta clave para la conservación de estos sitios.

Actualmente las actividades productivas en la REBIEN han transformado algunos tipos de vegetación original a potreros con pastos introducidos y áreas de cultivos. Los manglares, selvas inundables, tulares y popales, hasta hace algunos años mantenían su extensión

original porque las tierras no son propicias para la siembra y la cría de ganado, por ser demasiado salitrosas o por estar inundadas. Sin embargo los procesos erosivos en la cuenca alta y media han provocado el azolve de los humedales de la planicie costera, provocando cambios que permiten el avance de la frontera agropecuaria. La velocidad de esta tendencia provoca que las selvas inundables y los servicios ambientales que proporciona, corran riesgo de perderse (CONANP/FMCN, 2003, CONANP/TNC, 2009, Infante, 2011).

Una de las problemáticas en la REBIEN que ha generado graves daños a los bosques de zapotonales son los incendios provocados en los tulares y popales en la temporada de estiaje, con el fin de extraer fauna silvestre (CONANP, 2002). Dado que los bosques de zapotonales se encuentran rodeados de esta vegetación, el fuego ha llegado a quemar los rodales provocando incendios subterráneos, los cuales son difíciles de controlar (M. Rincón obs. per.).

Esta situación plantea la necesidad de emprender acciones que permitan restaurar estos ecosistemas y recuperar los servicios ambientales que prestan. Hoy en día solo se cuenta con listados de especies de flora y fauna (INE/SEMARNAP, 1999), pero se carece de la información ambiental que permita que las estrategias de restauración tengan éxito. Ante esta perspectiva mi trabajo tiene el propósito de generar información sobre las características de los bosques inundables en cuanto a la vegetación (estructura, composición) y las variables ambientales de hidroperiodo y parámetros fisicoquímicos que determinan la presencia de este tipo de humedales. El trabajo también se plantea conocer si existe regeneración natural así como la presencia de plántulas y plantas jóvenes en el tiempo (fenología y regeneración). El contar con esta información e integrarla con un análisis de los impactos antropogénicos que presentan estos humedales y en particular valorar la superficie perdida por fuego, junto con la visión de los usuarios directos de los bosques (los pobladores locales) podrá ser utilizada para restaurar este tipo de humedales. La figura 1 muestra como se relacionan los distintos enfoques abordados en la tesis para sentar las bases para la restauración de estas selvas en la REBIEN.



Figura 1. Esquema de integración de los temas de investigación realizada durante el presente proyecto para contar con las bases para estructurar una propuesta de restauración de los zapotonales (*Pachira aquatica*) de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.

Objetivos

Objetivo general

Este estudio tiene como objetivo principal conocer y documentar la estructura de la vegetación de los bosques de *Pachira aquatica* y su relación con el ambiente (hidroperiodo, parámetros fisicoquímicos del agua y potencial redox del suelo) en la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, para contar con una línea base que permita evaluar cambios y tomar decisiones en la planificación de actividades de conservación, manejo y restauración de este tipo de humedales.

Objetivos particulares

- Caracterizar los bosques de *Pachira aquatica* en términos de su estructura y composición de especies.
- Determinar los valores de la salinidad, el pH, la temperatura y la conductividad del agua superficial, intersticial y del agua subterránea, así como del potencial redox del suelo del bosque de *P. aquatica*.
- Describir el comportamiento del hidroperiodo durante un año.
- Analizar las etapas fenológicas de *P. aquatica* a lo largo del año para conocer la época de formación de frutos y semillas que sirvan como fuente potencial de propágulos para la regeneración y la restauración
- Analizar el grado de regeneración a través de la evaluación de la presencia de individuos jóvenes y plántulas.
- Obtener información sobre los usos y costumbres que las comunidades locales mantienen con respecto a los bosques de *P. aquatica*.
- Describir los daños, en cuanto a superficie afectada y frecuencia, provocados por los incendios sobre los bosques de *P. aquatica*, en la zona.

CAPITULO II
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Chiapas es uno de los estados con mayor diversidad biológica, producto de la compleja mezcla de paisajes que resulta en una amplia gama de ecosistemas (Miranda, 1952; Breedlove, 1981; González-Espinosa *et al.*, 2005; González-Espinosa y Ramírez-Marcial, 2013). De acuerdo con el SNIB (Sistema Nacional de Información Sobre la Biodiversidad), la flora de Chiapas asciende a 9,175 especies, mientras que Breedlove (1986) reporta 7,018 especies. Esta diferencia puede deberse a la nueva información con que se cuenta de algunos ecosistemas, que ha sido acumulada en los últimos 25 años (Martínez *et al.*, 1994; González-Espinosa *et al.* 2005; Álvarez Noguera, 2011, González-Espinosa y Ramírez-Marcial, 2013,). Los diversos ecosistemas del estado, su compleja orografía y su situación costera además de su localización geográfica en el corredor que une el norte del continente con Centro y Sudamérica dan como resultado una alta diversidad. El programa de manejo de la REBIEN, presenta un listado de 279 plantas (49 monocotiledonias y 230 dicotiledonias) (INE/SEMARNAT, 1999). El proyecto de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas del Estado de Chiapas (IHN, 2008) reporta para la Reserva de la Biosfera La Encrucijada 94 mamíferos, 289 aves, 55 reptiles y 17 anfibios. Entre ellas sobresale la única ave endémica del estado en la costa (*Camphylorhynchus chiapensis*), conocida como matraca chupahuevo.

El área de estudio se localiza en la Planicie Costera de Chiapas, en una de las zonas núcleo de la REBIEN. El decreto de esta reserva fue publicado en el Diario Oficial de la Federación en 1995 (DOF, 5 de junio de 1995) (Figura 2). La zona de trabajo es adyacente al cordón estuarino El Hueyate del sistema lagunar Chantuto Panzacola ubicado entre las coordenadas 15° 09' y 15° 17' de latitud norte y 92° 45' y 92° 55' de longitud oeste (Contreras, 1993; Calva *et al.*, 2006). La información básica para la descripción del sitio de estudio se obtuvo del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera la Encrucijada (INE/SEMARNAP 1999), a excepción de donde se señala otro documento.

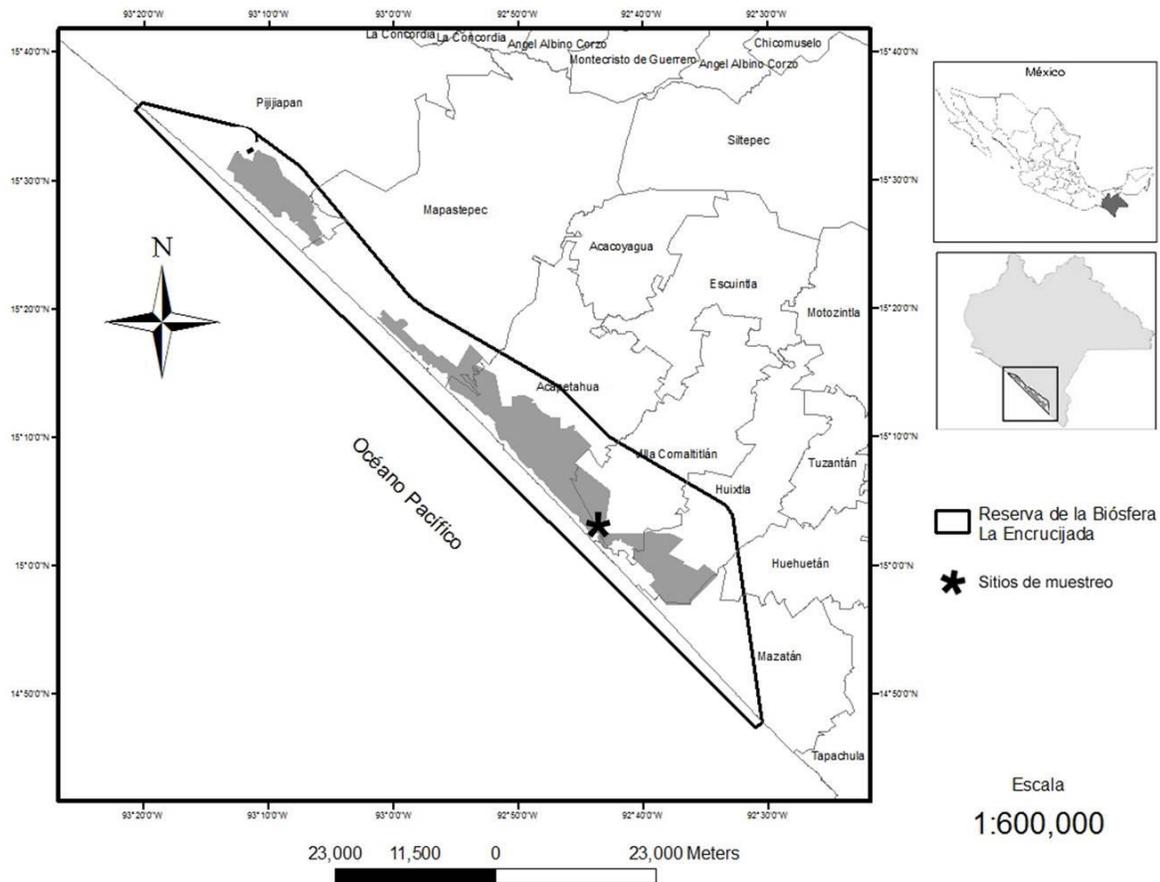


Figura 2. Ubicación del área de estudio en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.

El área de estudio se ubica en la provincia fisiográfica de la planicie costera del pacífico, que tiene una extensión aproximada de 260 km de longitud paralela al litoral (Müllerried, 1957). Comienza desde el estado de Oaxaca en la Laguna del Mar Muerto y continúa hasta la frontera con Guatemala en el río Suchiate. En el extremo noroeste tiene una anchura de 15 km y en el extremo sureste de 35 km, con una pendiente de 1 m por km y un reducido número de lomeríos, además de áreas inundables permanentes y temporales (García, 1970).

En relación con la geología, el área de la REBIEN contiene depósitos superficiales del Cuaternario y Plioceno de origen terrestre, lacustre y fluvial. Debajo de estos depósitos existen rocas como esquistos cristalinos y metamórficos del Precámbrico y parte del Paleozoico.

Geomorfológicamente corresponde a la zona costera del Pacífico Sur (Oaxaca y Chiapas). Forma parte del área que ocupa la Trinchera Mesoamericana (Depresión) y la Sierra Madre del Sur. En esta región hay una gran cantidad de ríos y arroyos que, por el declive hacia el suroeste, corren en general de noreste a suroeste, desembocando en el mar o en las lagunas costeras y esteros que tienen comunicación con el océano (Müllerried, 1957).

En cuanto a la hidrografía, la zona forma parte de la región hidrológica 23 (CNA, 1991), que se caracteriza por presentar ríos con un curso corto, con un promedio cercano a 45 km, fuertemente influenciados por la temporada de lluvias. El volumen que transportan cambia a lo largo del año, llegando algunos a secarse casi por completo. Al llegar a la planicie los ríos no presentan pedregosidad, la pendiente es muy ligera y arrastran una gran cantidad de sedimentos. Las corrientes de cuatro ríos (Cintalapa, Vado Ancho, Despoblado y Huixtla), llegan al área de estudio a través de diversos arroyos secundarios y terciarios que abastecen de agua dulce a las lagunas del sistema lagunar Chantuto–Panzacola (INEGI, 1988) (Figura 3).

El clima es del tipo Am(w), esto es cálido-húmedo, con lluvias abundantes en verano. La precipitación pluvial presenta una mínima anual de 1,300 mm y la máxima es de 3,000 mm, repartidos entre 100 y 200 días lluviosos al año. La temporada de lluvias comienza en el mes de mayo y se extiende hasta noviembre, presentándose la sequía intraestival (canícula) de julio a agosto; el resto del año es seco o con lluvias ocasionales en febrero o marzo. La temperatura media anual es de 28°C, siendo constante todo el año y generalmente mayor a 22°C (Figura 4). La REBIEN se ubica en una zona que recibe la influencia de los huracanes procedentes del Pacífico.



Figura 3. Mapa de los ríos que desembocan en la planicie costera.

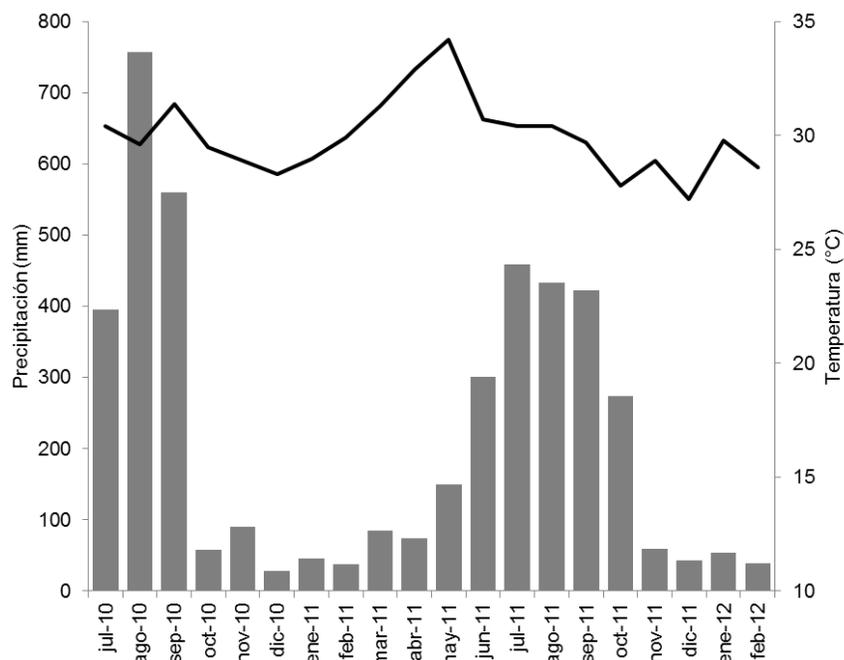


Figura 4. Precipitación y temperatura promedio mensual en el estado de Chiapas. Fuente: CONAGUA 2012.

Los suelos son de color café oscuro con tendencia a negro, de texturas medias y finas, rara vez gruesa, y bastante profundos. Son producto del depósito constante de las corrientes fluviales, siendo los tipos solonchak y regosol, los de mayor distribución e importancia (con base en la clasificación de la FAO-UNESCO (1988) en el programa de manejo de la REBIEN; 1999). Sin embargo, la escala de información disponible no permite conocer el tipo de suelos particular que se presenta en los humedales.

La heterogeneidad físico- biótica de la región responde a la salinidad del agua (Ocampo y Flores, 1995) generando así un entorno hidrológico idóneo para el desarrollo de organismos típicamente estuarinos y/o eficientemente adaptados a estos ambientes (Contreras *et al.*, 1997). Aunado a ello, las corrientes de agua mencionadas y el agua subterránea que fluye cuenca abajo, generan un gradiente de salinidad que permite en el extremo más dulce la presencia de humedales de agua dulce, como los popales y las selvas inundables, con manglares y lagunas costeras en el extremo estuarino y de mayor salinidad.

La descripción y caracterización de la vegetación fueron realizadas por el Instituto de Historia Natural (IHN, 1997), con base en las clasificaciones hechas por Miranda (1952,

1957, 1975), Miranda y Hernández X (1963), complementada con la de Rzedowski (1978) y los listados florísticos de Breedlove (1981), Rico-Gray (1990) y Ocampo y Flores (1995). Los tipos de vegetación reportados en el área de estudio son los manglares, popales, tulares, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, dunas costeras, vegetación flotante y subacuática, palmares y zapotonales (selva inundable). Los estudios más recientes de vegetación en la zona se han enfocado a los manglares y han sido generados por el Tovilla y colaboradores (Orihuela *et al.*, 2004; Tovilla *et al.*, 2004; Tovilla, 2007).

CAPITULO III

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN Y LA RELACIÓN CON EL AMBIENTE (HIDROPERIODO, PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SUELO) EN LOS BOSQUES DE ZAPOTONALES *Pachira aquatica* EN LOS HUMEDALES COSTEROS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA ENCRUCIJADA

Introducción

En la costa de Chiapas las selvas inundables dominadas por *Pachira aquatica* son conocidas como bosques de zapotonales y son considerados como bosques de pantano o bosques de galería (Rzedowski, 1978; Abarca, 1996; Flores–Verdugo, 1996). Forman parte de los sistemas de humedales costeros de agua dulce, de los que poco se conoce acerca de sus características biofísicas y económicas (Drew *et al.*, 2005). Estos humedales son particularmente interesantes por su diversidad biológica y sus relaciones hidrológicas con los manglares (Drexler y Ewel, 2001).

Los manglares han sido el ecosistema de humedal más estudiado en la costa de Chiapas (Ramírez- García y Segura-Zamorano, 1994; Reyes y Tovilla, 2002; Salazar, 2003; Tovilla *et al.* 2004; Orihuela *et al.* 2004; De la Presa, 2005; Escobar, 2006; Morales, 2006; Romero, 2006; Salas, 2006; Tovilla, 2007). En contraste, existe información escasa sobre las selvas inundables en México, y obviamente en Chiapas, y en general en el mundo. Infante *et al.* (2011) hacen una revisión de los estudios en los ecosistemas de este tipo en diferentes partes del mundo y encuentran fuera de México 18 sitios donde se ha trabajado y de donde se conoce la estructura de las comunidades y la relación que guardan con los parámetros ambientales del suelo, la hidrología y la geomorfología. Sin embargo, aún son pocos los ejemplos en las regiones tropicales y subtropicales americanas, ya que además hay una gran variedad de selvas inundables en función de su composición y estructura, lo cual debe representar variaciones en el funcionamiento (Moreno–Casasola *et al.*, 2012).

Las selvas inundables de México han sido descritas por varios autores (Miranda, 1958; Miranda y Hernández X., 1963; Orozco y Lot, 1976; Rzedowski, 1978; Rico-Gray, 1982; Lot, 1983; Olmsted y Durán, 1986; Lot y Novelo, 1990; Olmsted, 1993; Abarca, 2002; Palacio *et al.*, 2002) con énfasis en la composición florística. También se les conoce como bosques pantanosos. En la Península de Yucatán se les llama bajos inundables y en lengua maya se les conoce como *ak' alches* vocablo que proviene de *akal*, que significa pantano y *che*, árbol o vegetación. En varios estados reciben sus nombres dependiendo del nombre común que se le de en la región a la especie dominante. En Veracruz están los bosques de anonas o corchales, en los que la especie dominante es *Annona glabra*; en la Península de Yucatán están los tintales (*Haematoxylon campechianum*), mucales (*Dalbergia glabra*), chechenales (*Metopium brownei*), puckteales (*Bucida buceras*) en Quintana Roo y Campeche. En Veracruz las selvas dominadas por *Pachira aquatica* se conocen como apompales y en Chiapas como bosques de zapotonales (INE/SEMARNAT,

1999, Cortés e Isbele, 2005; Tun Dzul *et al.*, 2008; Moreno-Casasola *et al.*, 2009; Infante, 2011; Infante *et al.*, 2011).

Orozco y Lot (1976) publicaron un estudio de Veracruz con las asociaciones vegetales en las que se presenta *P. aquatica* junto con otros árboles. Se le encuentra formando una asociación con *Annona glabra* y *Chrysobalanus icaco* y otra con *Calophyllum brasiliense* y *Calypttranthes* spp., algunas veces mezcladas con especies ribereñas como *Symphonia globulifera*. Mencionan que se establecen en planos inundables que bordean zonas que permanecen inundadas, a las que llaman selvas inundables. Lot y Novelo (1990) describen como selvas bajas perennifolias inundables a los ecosistemas inundables presentes desde Veracruz a Quintana Roo, que muestran predominio de *Annona glabra*, registrando la presencia de *P. aquatica* en asociación con especies de *Ficus* spp. De igual manera, estas asociaciones también son consideradas como bosques de pantano o bosques de galería (Rzedowski, 1978; Abarca, 1996; Flores – Verdugo, 1996). El INEGI (2009) en su *Guía de interpretación de cartografía, uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000, Serie III* señala que *P. aquatica* es característica de las selvas de galería que se desarrollan en condiciones de mayor humedad a lo largo de ríos y arroyos. Hay poca información disponibles en relación con su estructura, composición florística y otras características ecológicas.

Entre 2002-2006, Pronatura Sur generó información sobre la situación actual de los principales humedales costeros, en el estado de Chiapas y con el apoyo de la Comisión Nacional del Agua integró la publicación *Catálogo Tipológico de Humedales Lacustres y Costeros del Estado de Chiapas*. En este trabajo se describe en fichas técnicas cada uno de los humedales prioritarios, así como la problemática principal que enfrentan (Rojas y Vidal, 2008). Sin embargo, se menciona poco de las selvas inundables de la costa del estado.

Pachira aquatica se distribuye desde México hasta Panamá y Sudamérica. Los estados de la República Mexicana en donde se han registrado es Tabasco, Campeche, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Yucatán. En Chiapas se ha colectado en Acapetahua, Ocosingo y Tuxtla Chico (Infante, 2004, Pennington y Sarukhán, 2005). Es la especie más ampliamente distribuida en las selvas inundables de México y de Centro América, donde forma asociaciones con muchas otras especies, haciendo de este tipo de comunidades un ecosistema diverso en composición de especies, muy adaptable a distintas condiciones hidrológicas y por lo mismo de gran

interés biológico (Moreno-Casasola *et al.*, 2012). En Centro América tampoco existe información detallada sobre la estructura de la comunidad, con excepción de algunos datos que aparecen en el trabajo de Alvarez-López en 1990 y Myers, 1990.

La escasa información disponible acerca de los bosques de *P. aquatica* como parte de los humedales costeros del estado de Chiapas, ha sido generada por la REBIEN para facilitar el manejo y la toma de decisiones. Por tanto, aunque públicos, se trata de documentos no arbitrados y de circulación restringida que se refieren principalmente a la relación de los bosques y los incendios (CONANP, 2005; CONANP *et al.*, 2006; CONANP., 2009).

En la costa los bosques de zapotonales han sido descritos como una comunidad vegetal que ocupa terrenos pantanosos de pendiente suave y en las orillas de los ríos, donde la influencia de agua dulce es mayor. La especie dominante es el zapotón o zapote de agua (*Pachira aquatica*) la cual esta adaptada a la vida semiacuática. Son árboles de 15 a 20 m de altura, con fuertes estribos tubulares o contrafuertes (Infante, 2004, Pennington y Sarukhán, 2005). En el área de REBIEN se distribuyen en agrupaciones densas, donde se encuentra con algunas especies arbóreas tolerantes a las inundaciones y algunas epífitas principalmente a orillas de la desembocadura del río Despoblado y su unión con el río Mazateco (IHN, 1997; INE/SEMARNAP, 1999). En esta misma zona se localizan sitios donde se forma una asociación manglar-zapotón, debido a la mezcla de agua dulce con agua de mar. También hacia el norte, en la zona del río San Nicolás, se encuentra otra población de zapotón, la cual está alejada de las entradas de agua salada de los esteros. La extensión de estas poblaciones del zapotón es importante, abarcando 2,500 ha (antes del año 2000), y contribuyen de manera significativa en los procesos naturales de aporte de nutrimentos, en los ciclos hidrológicos y terrestres, funcionan como filtro natural de contaminantes y como refugio importante de vida silvestre (Miranda, 1952; Miranda, 1957; Miranda y Hernández, 1963; Sarukhán, 1968; Miranda 1975; Breedlove 1981; Rico-Gray, 1990; Álvarez del Toro, 1993; INE/SEMARNAP, 1999).

Las actividades humanas han dejado su marca en estas selvas inundables. Se han deteriorado o bien han desaparecido y han sido sustituidas por pastizales cultivados. La construcción y ampliación de caminos han modificado su hidrología, y en el caso de la costa de Chiapas, los incendios provocados para el saqueo de fauna silvestre, ha resultado en una disminución de la cobertura de estos bosques.

Objetivos

- Caracterizar los bosques de *Pachira aquatica* en cuanto a estructura, composición de especies y fenología de la especie dominante.
- Describir el grado de regeneración a través de la evaluación de la presencia de individuos jóvenes y plántulas de *P. aquatica*.
- Determinar los valores de la variación anual de las principales variables fisicoquímicas del bosque de *P. aquatica* incluyendo la salinidad, el pH, la temperatura y la conductividad del agua superficial, del agua intersticial y del agua subterránea, así como del potencial redox del suelo y el comportamiento del hidropereodo durante un año.

Métodos

Las localidades de estudio, Nixtamal y Jícaro, se encuentran cercanas al campamento operativo Concepción, perteneciente a la REBIEN. En cada localidad se establecieron cuadros para caracterizar la vegetación arbórea. Se denominaron con las primeras letras de la localidad y un número arábigo consecutivo (Nix 1, Nix 2, hasta Nix 10 y Jic 1, Jic 2 hasta Jic 10). En los primeros cuatro cuadros de cada localidad se instalaron piezómetros para el monitoreo mensual del hidropereodo y para la medición de los parámetros ambientales del agua y del suelo. La toma de datos inició en julio de 2010 en Nixtamal y en marzo de 2011 en Jícaro y se obtuvieron datos hasta febrero de 2012. Los métodos de muestreo son los utilizados para la caracterización de humedales (Moreno–Casasola y Warner, 2009) y se describirán a continuación con más detalle.

Estructura arbórea del bosque. La caracterización estructural indica el grado de desarrollo de la comunidad vegetal. La estructura arbórea del bosque de *P. aquatica* se determinó utilizando la técnica de cuadros de 10 x 10 m (0.01 ha), y se establecieron 20 cuadros, diez en cada una de las dos localidades de estudio. Cada cuadro se limitó con una cinta métrica de 50 metros y cada esquina del cuadro fue marcada con una estaca. La mayoría de las especies fueron identificadas en el campo y aquellas que no, se registraron con el nombre común y se colectaron cuando presentaron flores para su posterior identificación. La identificación se hizo únicamente para árboles y arbustos.

Los atributos estructurales que se describen son los sugeridos para el estudio de humedales por Moreno–Casasola y López (2009) y han sido utilizados en los humedales costeros de Veracruz.

- i. Diámetro a la altura del pecho (DAP): se tomó la circunferencia del tronco de los árboles vivos a aproximadamente 137 cm de altura con una cinta métrica de 150 cm. Se midieron los árboles mayores a 2.5 cm de diámetro (8 cm de circunferencia). Se presentaron algunos casos particulares como árboles con contrafuertes grandes, en los cuales la circunferencia se midió siguiendo el contorno de los mismos, ya que no se pudo alcanzar una altura tal donde el tronco estuviera liso. En individuos que fueron cortados y que han retoñado se midió la circunferencia por debajo de los 137 cm. En el caso de mangles con muchas raíces grandes se tomó el dato por arriba de la última raíz.
- ii. Altura: se determinó un valor estimado visualmente y es la distancia vertical entre la base del tronco a la punta de la copa. Se encontró que un buen número de individuos de los cuadros presentan la punta de la copa curvada o doblada, por lo que la altura del dosel es menor que la altura real de los árboles.
- iii. Cobertura: se obtuvo por especie, para cada cuadro de muestreo. En este caso se realizó una estimación visual utilizando una escala, que considera la cobertura como la superficie que cubre la proyección vertical del follaje de la planta. Se usó el método de la escala de cobertura-abundancia de Wethoff y van der Maarel (1978).

Fenología: para caracterizar la fenología de *P. aquatica* en ocho cuadros de vegetación (Nix1, Ni2, Nix3, Nix5, Jic1, Jic2, Jic3 y Jic 4) se seleccionaron de cinco a siete individuos por cuadro, que fueron marcados con cinta fosforescente para su posterior identificación. Se intentó que se pudiera tener una buena observación visual del fuste y ramas para registrar de manera continua las fases fenológicas durante el tiempo de estudio. Las fenofases que se observaron fueron:

- Hojas nuevas: la aparición de brotes de color verde claro que se distinguen de las hojas ya maduras.
- Hojas senescentes: cuando las hojas perdieron el color verde y presentan colores amarillento y café.
- Floración: la presencia de yemas florales y flores desarrolladas, sin que estuvieran marchitas o presentaran señales de crecimiento del fruto.
- Fructificación: la presencia de frutos de cualquier tamaño.
- Semillas: la presencia de semillas en el suelo, una vez que fueron liberadas del fruto, con o sin indicios de germinación. Para el caso de semillas, no es una fase fenológica por

definición, sin embargo se incluye y evalúa por que se considera importante conocer en qué momento hay disponibilidad para su dispersión y en qué momento germinan.

Las fases fenológicas descritas se evaluaron con la escala: ausente (0), poco (1), intermedia (2) y alta (3), denotando la proporción de las hojas, flores y frutos, de cada individuo. Esta escala se estableció con base en la observación previa de individuos en el área, lo que permitió establecer una base porcentual. En el caso de las hojas nuevas o senescentes es evidente por la coloración de las hojas y se hizo una estimación visual del porcentaje. Ausente, cuando no se detectaron hojas; poca, cuando hubo menos del 30% de hojas, intermedia entre el 30% y 70% y alta cuando se presentó en más del 70% de las hojas se presentó alguna de las fases. En cuanto a la floración y fructificación, la escala también se estableció con base en observaciones previas del número de flores y frutos en individuos del área. En el caso de las semillas, con o sin germinación, se registraron las semillas cercanas a los individuos marcados. Se usaron en ambos casos porcentajes similares a los descritos.

Los resultados de las observaciones de los individuos monitoreados se graficaron en porcentaje para cada fase fenológica por localidad, con base en la escala descrita, de abril del 2011 a febrero del 2012.

Evaluación de la regeneración natural. En esta parte del estudio se analizó la presencia y permanencia de plantas jóvenes y plántulas de *P. aquatica*. Se establecieron cuadros de 5 x 5 m (0.0025 ha) ubicados dentro de los cuadros de 100 m² establecidos para la caracterización estructural de árboles adultos. Se denominó como individuo joven a las plantas que presentaron una altura igual o mayor de 100 cm y un diámetro menor a 2.5 cm y como plántulas a los individuos con una altura menor a 100 cm. Se marcaron con un cintillo de plástico numerado, se contaron y midió la altura con un flexómetro (3m) desde el diámetro basal hasta el meristemo apical. Se determinó la supervivencia, densidad y crecimiento en altura.

La velocidad de crecimiento en altura se estimó en los individuos marcados utilizando la fórmula:

$$CA = (A2 - A1) / n$$

Donde: CA = crecimiento en altura

n = número de días entre mediciones

A2 = altura de la planta en el tiempo 2

A1 =altura de la planta en el tiempo inicial

Se estimó la densidad con el número de individuos registrados por cuadro entre el área total muestreada y con este dato se obtuvo la densidad por hectárea.

Se contó y registró la altura de plantas jóvenes y plántulas marcadas cuatro veces durante el tiempo del estudio, lo cual permitió estimar la supervivencia y el crecimiento.

Hidroperiodo. Para conocer las fluctuaciones de agua se instalaron cuatro piezómetros en cada localidad con los que se midieron mensualmente los niveles de agua subterránea. La profundidad del agua superficial se estimó utilizando como referencia el tubo de PVC que fue marcado cada 10 cm a partir del suelo y con un flexómetro durante el tiempo que permaneció inundado. Los niveles de agua en Nixtamal se tomaron a partir de julio del 2010 y hasta febrero de 2012; en el caso de Júcaro de marzo del 2011 hasta febrero de 2012.

Los piezómetros (Peralta *et al.*, 2009) tuvieron tres metros de largo (Anexo 1) y se llevaron al sitio una vez que se eligieron los puntos de muestreo. Para su instalación se utilizó un tubo de PVC de tres metros similar al que se usó para armar los piezómetros; se marcó a 150 cm y se presionó en el suelo blando, no siendo necesario cavar. El tubo se insertó a presión hasta llegar a la profundidad de 150 cm y se sacó para que en el hueco hecho se instalara el piezómetro. Cada uno fue marcado con un número y se tapó el extremo expuesto con un plástico para evitar la entrada de insectos pequeños u otro tipo de materiales como hojas o ramas pequeñas. Cada mes se midió el nivel del agua dentro del piezómetro introduciendo un flexómetro delgado y se tomó el dato hasta donde se marcaba con agua.

Parámetros ambientales. Las características del agua (temperatura, conductividad, salinidad y pH) y del suelo (redox) se tomaron en los mismos puntos donde se midieron los niveles de agua. Se tomaron datos de los parámetros fisicoquímicos de tres fuentes de agua: agua superficial, agua subterránea y agua intersticial.

En el caso del agua superficial se registraron los datos directamente si el nivel del agua lo permitía (mayor a 15 cm); y si el nivel era menor se tomó una muestra en un recipiente de aproximadamente 50 ml. Se siguió el método planteada por Infante *et al.* (2009). El agua subterránea se extrajo del piezómetro con una manguera de silicón de 3.5 m (utilizadas en los acuarios), que en un extremo se conectó a una jeringa de 60 ml con una llave de

venocllisis con tres salidas. El agua intersticial se extrajo con un tubo de cobre de 75 cm de largo con 50 mm de diámetro. En un extremo se tapó con resina epóxica y se perforó con una broca delgada (0.75mm) y de esta forma quedaron varios agujeros en 15 cm del tubo. En el otro extremo se acopló una manguera de silicón de 75 cm conectada a una jeringa de 60 ml. Este tubo de cobre se insertó en el suelo aproximadamente 20 cm para jalar el agua intersticial. En las tres fuentes de agua la medición de los parámetros se hizo utilizando un multiparámetro (YSI 556 MPS).

Para medir el valor del potencial Redox (López y Tolome, 2009) se utilizaron tres electrodos de platino contruidos previamente (Anexo 2). En el campo los electrodos se instalaron a una profundidad de 15 cm, formando un triángulo con una distancia entre ellos de aproximadamente 20 cm y en el centro se enterró el electrodo calomel de referencia marca Corning. Este último se conectó a la salida negativa de un voltímetro. Para obtener la lectura de cada electrodo se usó un cable con punta de caimán que se conectó a la salida positiva del mismo voltímetro y se mandó una descarga de 2000 mV y se registró el dato. A las lecturas tomadas en campo, se agregó un valor de estandarización que se determina según la temperatura ambiente y el pH de la solución amortiguadora, al momento de calibrar en este caso fue de 237.5 mV (temperatura ambiental 35° C y pH 4.0 de la solución amortiguadora) (López y Tolome, 2009). Sólo fue posible medir en abril de 2011 para los ocho cuadros de muestreo.

Procesamiento de información

El análisis de la estructura del estrato arbóreo en los cuadros muestreados se obtuvo con base en los valores del área basal, la dominancia, la densidad y la frecuencia.

Con el cálculo del área basal expresada como una unidad de área en m² por hectárea (ha) se determinó la dominancia. Se usaron las siguientes fórmulas para los cálculos

$$\text{Área basal} = \pi (\text{DAP}/2)^2$$

Dominancia = área basal de la especie / suma de las áreas de todas las unidades de muestreo.

$$\text{Dominancia relativa} = (\text{área basal de la especie} / \text{área basal de todas las especies}) \times 100$$

La densidad se estimó como el número de árboles por unidad de área, y se expresó en individuos por hectárea. Se calculó de la siguiente manera:

Densidad = número de individuos muestreado por unidad de muestreo) / número total de área muestreada.

Densidad relativa = densidad de una especie / suma de las densidades para todas las especies x 100.

La frecuencia es el porcentaje de cuadros en que aparece la especie con respecto al total de cuadros muestreados. Es una medida de qué tan uniforme es la distribución de la especie. Se calculó:

Frecuencia = número total de cuadros en los que una especie aparece / número total de cuadros.

Frecuencia relativa = (frecuencia de las especies / suma de la frecuencia de todas las especies) x 100.

El valor de importancia relativa (VIR) es un resumen de los valores cuantitativos de cada especie, ordenadas de mayor a menor valor. Proporciona datos sobre las especies importantes en la comunidad debido al espacio que ocupan, y permite comparar entre sitios. Se obtuvo sumando la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa, siendo 300 el valor más alto esperable para una especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Los valores de diversidad se obtuvieron con base en el Índice de Simpson según la siguiente fórmula:

$$D = \sum P_i^2$$

D=Índice de Simpson

P_i =Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total.

$P_i = n_i / N_t$

N_t =Núm. total de individuos de todas las especies.

n_i =Núm. de individuos de cada especie.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies se utilizó el índice de equidad (E), calculado con la siguiente fórmula:

$$E = 1/D * 1/S$$

E=Equidad

1/D=índice de Simpson

S=Riqueza

Para establecer si existían diferencias de los parámetros fisicoquímicos entre el agua según su fuente se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones múltiples Dunn's. Para detectar diferencias del agua entre las localidades se utilizó la prueba Mann-Whitney. Se utilizaron estas pruebas no paramétricas porque los datos no cumplieron con la normalidad después de aplicar transformaciones (logarítmica y raíz cuadrada). Se hicieron dos ordenaciones utilizando el análisis de componentes principales con el programa PC-ORD5. La primera tuvo como objeto agrupar las especies con base en su cobertura y la segunda para conocer la relación entre la vegetación y los parámetros ambientales. La matriz de vegetación se construyó con los valores de cobertura de las especies en los 20 cuadros. La matriz secundaria de parámetros físico químicos se construyó con las medias anuales de los valores de temperatura, salinidad, conductividad y pH del agua intersticial (para esta variable se tuvieron los datos más completos además de que representa el agua en contacto con las raíces de las plantas).

Resultados

Vegetación

Se registraron nueve especies arbóreas en las localidades de estudio, identificándose ocho a nivel de especie y una a nivel de familia. Dos especies pertenecen a la familia Combretaceae: *Conocarpus erectus* L. y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn.; a la familia Fabaceae, *Cynometra oaxacana* Brandegee y *Zygia conzattii* (Standl.) Britton & Rose; una Ochnaceae, *Ouratea nitida* (Sw.) Engl.; *Rhizophora mangle* L. de la familia Rhizophoraceae; *Pachira aquatica* Aubl., miembro de las Malvaceae y *Sabal mexicana* Mart. de las Arecaceae; el jobo cimarrón, como se le conoce en la región, se identificó a nivel de familia y pertenece a la familia Anacardiaceae. Ambas localidades comparten cuatro especies: *P. aquatica*, *S. mexicana*, *Z. conzattii* y *C. oaxacana*, Nixtamal presentó *R. mangle* y *L. racemosa*. Se registraron dos especies de hábito herbáceo, *Crinum erubescens* Aiton y el helecho *Acrostichum aureum* L. También se observaron dos especies de lianas que no se identificaron. En la zona se conocen con el nombre de bejuco de agua y bejuco de ajo.

La riqueza de especies arbóreas fue de siete para Nixtamal y seis para Júcaro. En cuanto a la diversidad se calculó mediante el índice Simpson ($\lambda 1/D$), en Nixtamal fue de $\lambda 1/D = 1.39$ y en Júcaro $\lambda 1/D = 1.22$. La equidad en ambas localidades presentó valores bajos, Nixtamal 0.19 y Júcaro 0.20, debido a que hay una especie predominante, *P. aquatica*.

En la localidad de Nixtamal, la estructura vertical presentó un estrato arbóreo alto (18-25 m) con 3.7% de individuos de *P. aquatica* y *R. mangle* (Cuadro 1). El estrato arbóreo medio (6-17m) con el mayor porcentaje, 76.7%, incluye las especies del estrato anterior y cuatro especies más, *L. racemosa*, *Z. conzattii*, *C. oaxacana* y *O. nitida*. El estrato bajo (2-5 m) 19.1% con cuatro especies, *P. aquatica*, *C. oaxacana*, *S. mexicana*, *Z. conzattii*. De menos de dos metros de alto se registró a *S. mexicana* (Figura 5). La densidad media de los diez cuadros fue de 4,650 ind/ha, con un área basal media de 91.3 m²ha⁻¹. La especie con el mayor VIR fue *P. aquatica* con 201.9, seguido por *C. oaxacana* 51.5 y la especie con el menor VIR fue *O. nitida* con 3.6 (Cuadro 2). En cuanto al diámetro de los troncos, el 25.0% presentó un DAP entre 2.5–7.5 cm, y el 26.0% entre 7.51–12.51 cm; el menor porcentaje (2.6%) tuvo un diámetro \geq 32.6 cm (Figura 6).

Cuadro 1. Porcentaje de individuos por especie en los estratos en las localidades de estudio.

Especie	Estratos				Total (%)
	18-25 m (%)	6-17 m (%)	2-5 m (%)	< 2 (%)	
Nixtamal					
<i>Pachira aquatica</i>	2.59	65.01	16.63	0.00	84.23
<i>Cynometra oaxacana</i>	0.00	9.50	1.30	0.00	10.80
<i>Rhizophora mangle</i>	1.08	0.22	0.00	0.00	1.30
<i>Sabal mexicana</i>	0.00	0.00	0.22	0.65	0.86
<i>Zygia conzattii</i>	0.00	1.51	0.86	0.00	2.38
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22
<i>Ouratea nitida</i>	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22
Total	3.67	76.67	19.01	0.65	100
Jícara					
<i>Pachira aquatica</i>	4.74	69.18	15.90	0.42	90.24
<i>Zygia conzattii</i>	0.00	2.37	0.98	0.00	3.35
<i>Conocarpus erectus</i>	2.09	2.09	0.14	0.00	4.32
<i>Cynometra oaxacana</i>	0.00	1.53	0.00	0.00	1.53
Anacardiaceae	0.00	0.42	0.00	0.00	0.42
<i>Sabal mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14
Total	6.83	75.59	17.02	0.56	100

Cuadro 2. Densidad, densidad relativa, frecuencia, frecuencia relativa, área basal, dominancia relativa y valor de importancia relativa en las localidades de estudio.

Especie	Densidad Ind/ha ⁻¹	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Área basal m ² ha ⁻¹	Dominancia Relativa (%)	VIR
Nixtamal							
<i>Pachira aquatica</i>	3900	83.87	1	33.33	77.36	84.73	201.94
<i>Cynometra oaxacana</i>	500	10.75	0.9	30.00	9.82	10.75	51.50
<i>Rhizophora mangle</i>	60	1.29	0.3	10.00	0.84	0.91	12.21
<i>Sabal mexicana</i>	40	0.86	0.3	10.00	0.05	0.05	10.91
<i>Zygia conzattii</i>	130	2.80	0.3	10.00	2.48	2.72	15.51
<i>Laguncularia racemosa</i>	10	0.22	0.1	3.33	0.70	0.77	4.32
<i>Ouratea nítida</i>	10	0.22	0.1	3.33	0.05	0.06	3.61
Total	4650	100	3	100	91.29	100	300
Jícaro							
<i>Pachira aquatica</i>	6490	90.26	1	41.67	78.06	89.67	221.60
<i>Zygia consatii</i>	240	3.34	0.5	20.83	2.19	2.51	26.68
<i>Conocarpus erectus</i>	310	4.31	0.3	12.50	6.36	7.31	24.12
<i>Cynometra oaxacana</i>	110	1.53	0.4	16.67	0.30	0.35	18.54
Anacardiaceae	30	0.42	0.1	4.17	0.14	0.16	4.74
<i>Sabal mexicana</i>	10	0.14	0.1	4.17	0.01	0.01	4.31
Total	7190	100	2.4	100	87.05	100	300

En Jícara el estrato más alto, incluyó dos especies, *P. aquatica* y *C. erectus*; con el 6.83% de los individuos. El estrato de 6-17 m apareció con el mayor porcentaje, de 75.59% y seis especies, las dos antes mencionadas y *Z. conzattii*, *C. oaxacana*, jobo cimarrón (Anacardiaceae) y *S. mexicana* (Cuadro 1). El 17.02% se obtuvo para el estrato de 2–5 m, con tres especies, *P. aquatica*, *Z. conzattii* y *C. erectus* y el estrato de menos de dos metros presentó el 0.14% con *S. mexicana* (Figura 5). La densidad media fue de 7,190 ind/ha, más alta que en Nixtamal, con un área basal media de 87.05 m²ha⁻¹. El VIR más alto fue nuevamente de *P. aquatica*, con 221, seguido por *Z. conzattii* con 26.68 y la especie con menor valor es *S. mexicana* con 4.31 (Cuadro 2). En relación al diámetro de los troncos, el 35.61% presentó de 2.5–7.5 cm de DAP, seguido por aquellos con 7.51–12.51 cm (32.13 %) y con menos de 1% los de más de 32.55 cm (Figura 6).

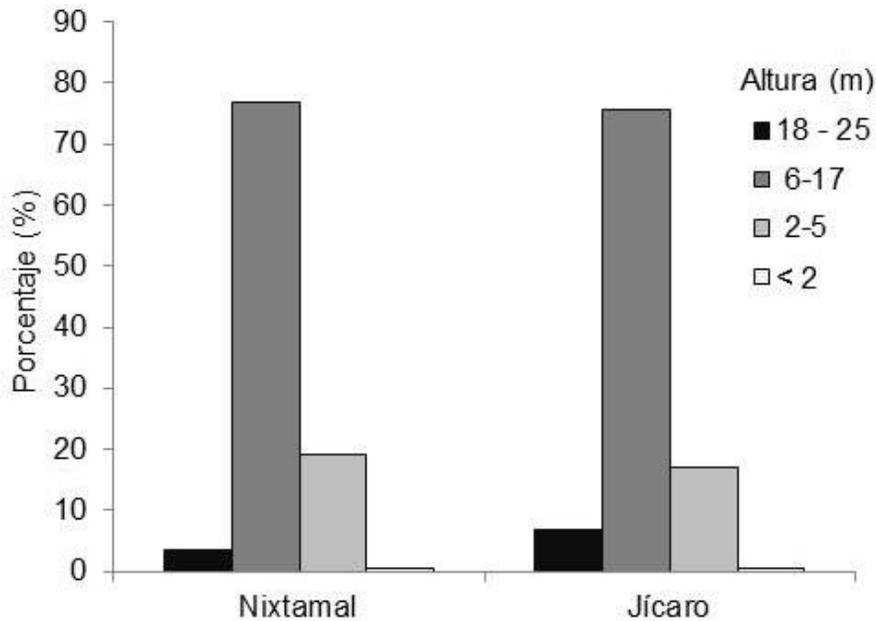


Figura 5. Porcentaje de individuos en las distintas clases de altura en las dos localidades de estudio.

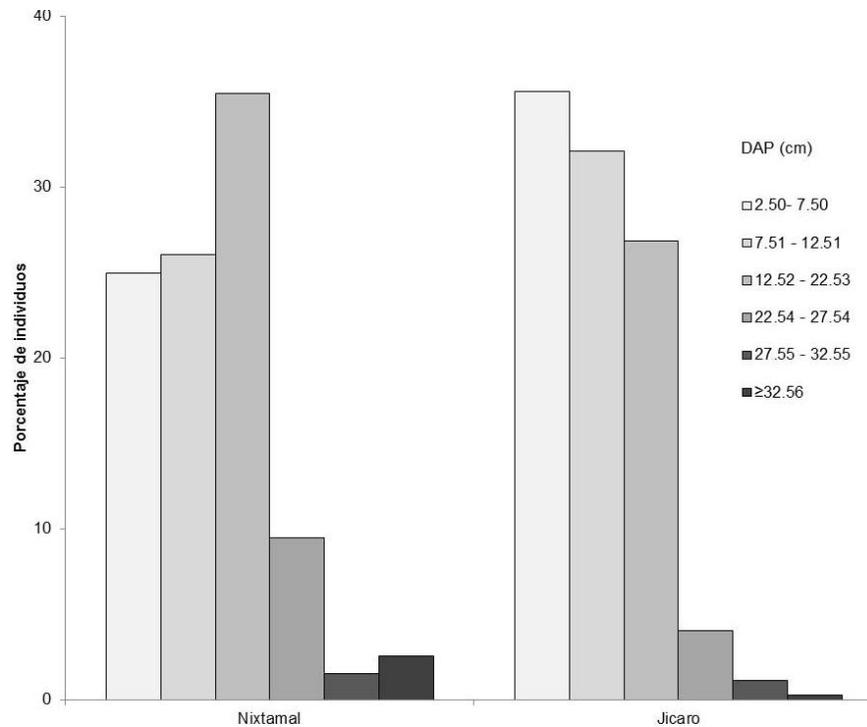


Figura 6. Porcentaje de individuos en cada clase diamétrica en las localidades de estudio.

La ordenación mediante el análisis de componentes principales (Figura 7) de los cuadros de vegetación usando la matriz con la cobertura de las especies. Explicó con base en el eje 1 y 2, el 75.78% de la variación acumulada. El eje 1 explicó el 61.05% de la varianza y la especie que resultó con mayor carga positiva fue *P. aquatica* ($r= 0.959$), y con cargas negativas *C. erectus* ($r=-0.880$) y la Anacardiaceae ($r= -0.731$). El eje 2 explicó el 14.73%, y las especies con mayor correlación positiva fueron las lianas ($r= 0.640$) y negativamente *Z. conzantii* ($r=-0.749$) y *O. nitida* ($r= -0.543$).

En la figura 7, sobre el eje 1, en el lado derecho del espacio de ordenación, se ubicaron los cuadros con mayor cobertura de *P. aquatica*, tres cuadros de vegetación del Jicaro y uno de Nixtamal por abajo del eje 1, con 90 % de cobertura y por encima de este mismo eje aparecen tres cuadros procedentes de Jicaro y tres de Nixtamal con 70 y 80 % de cobertura; a la izquierda del eje 2 se ubicaron de manera dispersa los cuadros con menores porcentajes de cobertura de *P. aquatica* (40%) y donde estuvieron, *C. erectus* con 10 al 40% de cobertura, *Z. conzantii* con 20% y la Anacardiaceae (Jobo cimarrón) con 20%.

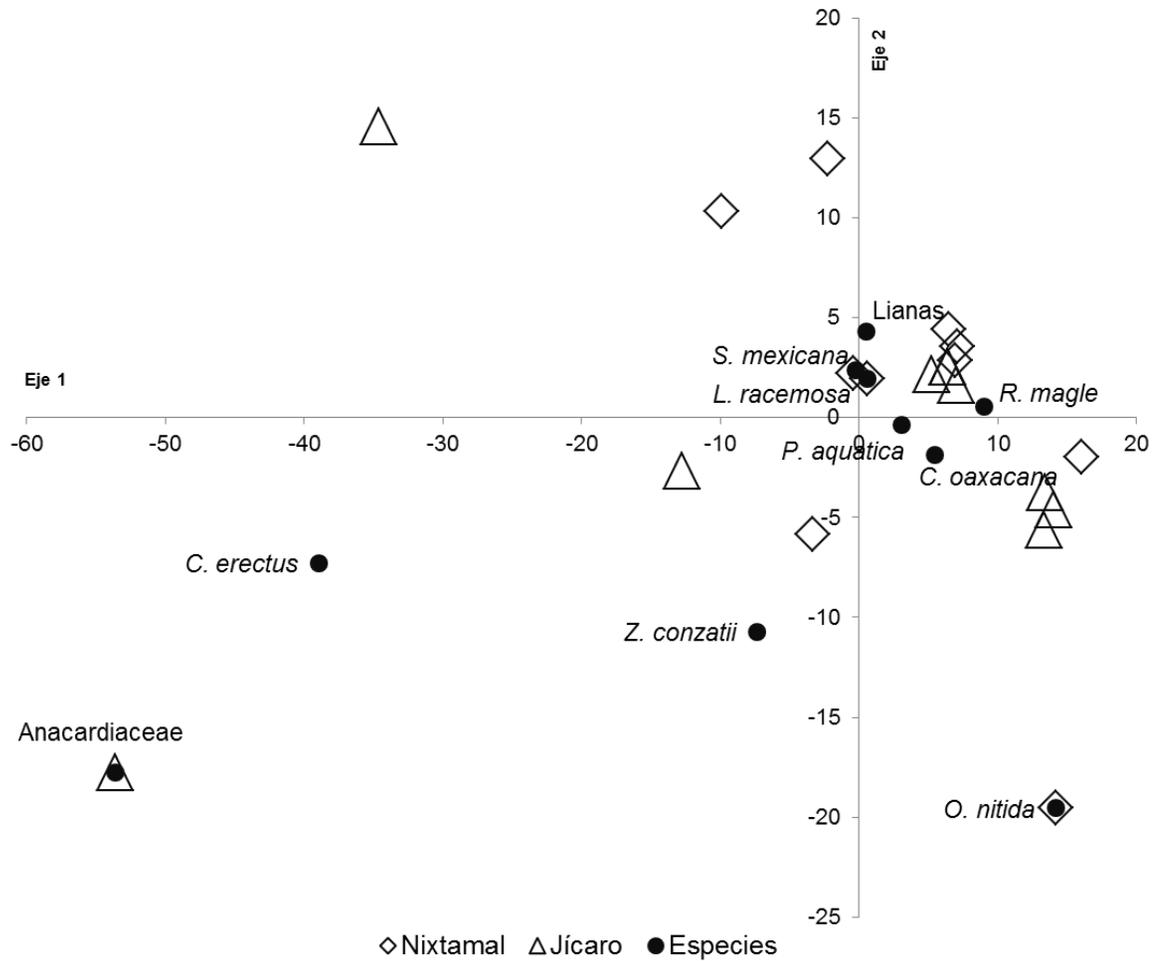


Figura 7. Resultados del análisis de componentes principales con base en la cobertura de las especies en los cuadros de vegetación. El eje 1 y 2 explican el 75.78% de la variación acumulada. Se puede observar los cuadros de ambas localidades donde *P. aquatica* tiene mayor cobertura se ordenan sobre el eje 1 a la derecha. Los rombos representan los cuadros de vegetación de Nixtamal y los triángulos Júcaro.

Hidroperiodo

La fluctuación del nivel del agua en las selvas inundables de Chiapas mostró que durante el verano, en la época de lluvias, se produce la inundación. Ésta fue más marcada en el año 2010 que en el 2011. Puede apreciarse que dura varios meses, y su nivel oscila durante este periodo (Figura 8a). La precipitación en la costa de Chiapas tiene una fuerte relación con el hidroperiodo de los humedales costeros. La figura 8b muestra la precipitación de dos estaciones meteorológicas, Despoblado y Huixtla, cercanas al sitio de estudio durante el periodo julio 2010 – febrero 2012. Los hidroperiodos de los sitios de muestreo de ambas localidades siguen la misma tendencia, respondiendo al comportamiento de la precipitación durante los meses de lluvias y de estiaje de la región, aunque ello no significa que no exista un aporte importante de agua subterránea producto de las lluvias en la zona montañosa. Se observa que los niveles de agua aumentaron de marzo a abril del 2011, meses en que se presentaron lluvias y disminuyeron para mayo, cuando se esperaban las primeras lluvias de la temporada. A partir de ese mes los niveles de agua fluctuaron según la precipitación, hasta noviembre que marca la temporada de estiaje (Figura 8a). En los primeros meses de muestreo en Nixtamal se tuvieron los niveles más altos de inundación del periodo de estudio.

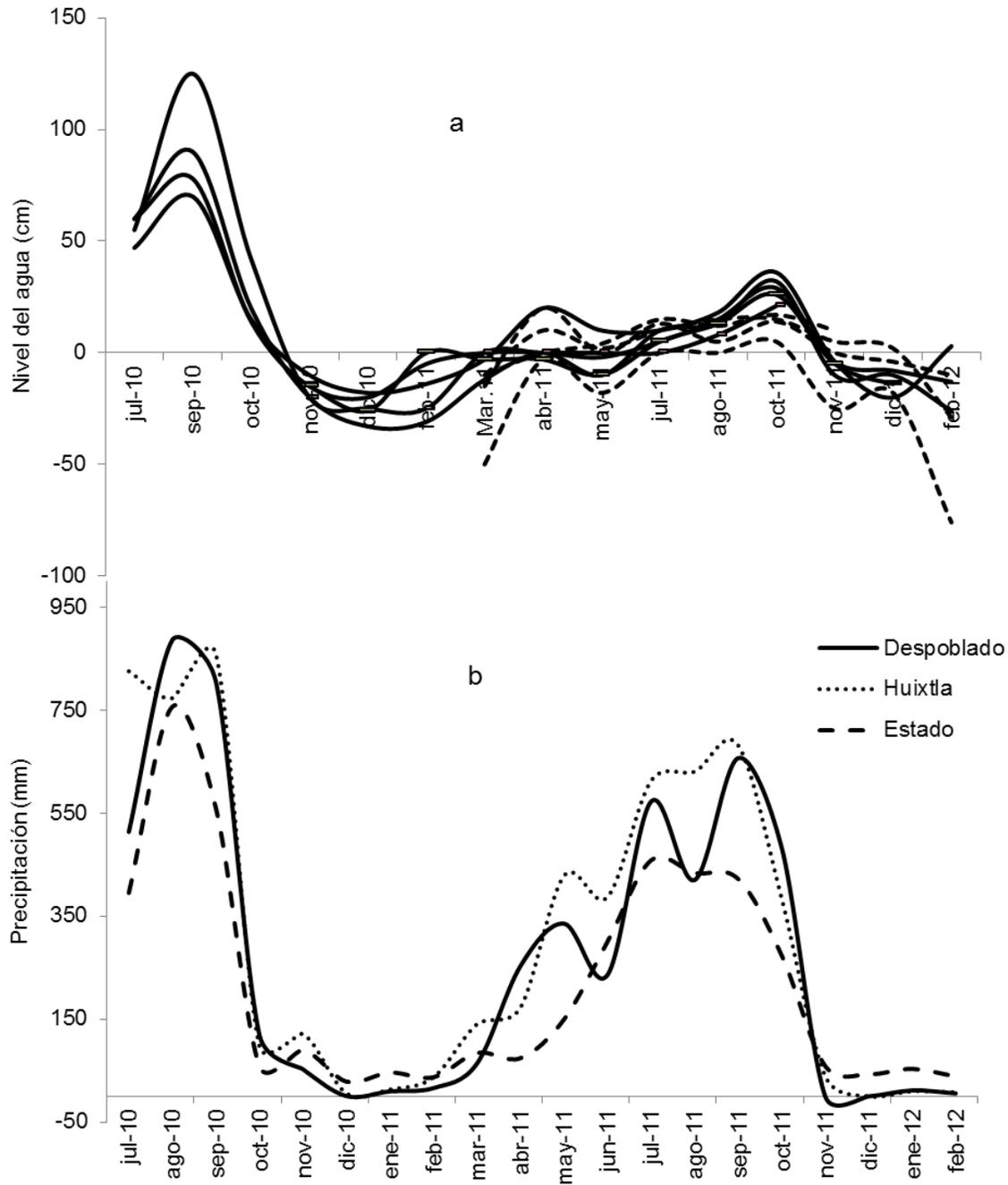


Figura 8 (a) Curvas del hidroperiodo en ocho cuadros de trabajo de julio 2010 a febrero 2012. (b) Gráfica de la precipitación de media de estado de Chiapas y dos estaciones meteorológicas, Despoblado y Huixtla, cercanas al sitio de estudio, durante el periodo de estudio. Los datos de precipitación fueron tomados de www.smn.gob.mx.

Parámetros fisicoquímicos

La temperatura para Nixtamal fluctuó entre 24 y 31°C. El agua superficial presentó el valor más alto en mayo 2011 (31 °C) y el agua intersticial registró la temperatura más baja en diciembre de 2011 (Figura 9a) .En Júcaro la temperatura fluctuó entre 24 y 28°C, y las temperaturas más altas se resgistraron en el agua subterránea y las más bajas en el agua superficial (Figura 9b).

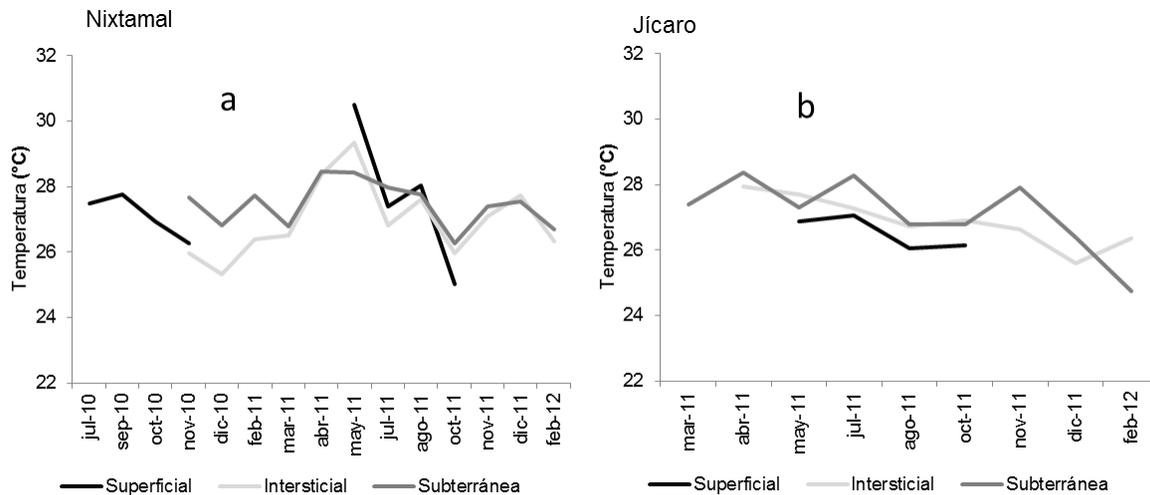


Figura 9. Tendencia de la temperatura del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio. La letra (a) corresponde a Nixtamal y la letra (b) a Júcaro. Los datos faltantes corresponden a los meses en que no se tuvo agua superficial.

La salinidad y conductividad presentaron patrones similares para ambas localidades. En Nixtamal el agua superficial tuvo la salinidad y la conductividad más alta en noviembre y la más baja en septiembre de 2010. El agua intersticial tuvo un pico alto en abril de 4.0 ups. El agua subterránea mantuvo fluctuando la salinidad entre 1.5 y 2.4 ups y la conductividad entre 2.4 y 4.4 mS/cm^c (Figura 10 a y figura 11a). En Júcaro el agua superficial tuvo la salinidad más baja en octubre de 2011. En el agua intersticial la salinidad llegó hasta 5.0 ups (abril 2011) y la conductividad 9.3 mS/cm^c en diciembre del mismo año. En el agua subterránea la salinidad fluctuó entre 3.7 y 2.3 ups y la conductividad entre 6.5 y 4.1 mS/cm^c (Figuras 10b y Figura 11b).

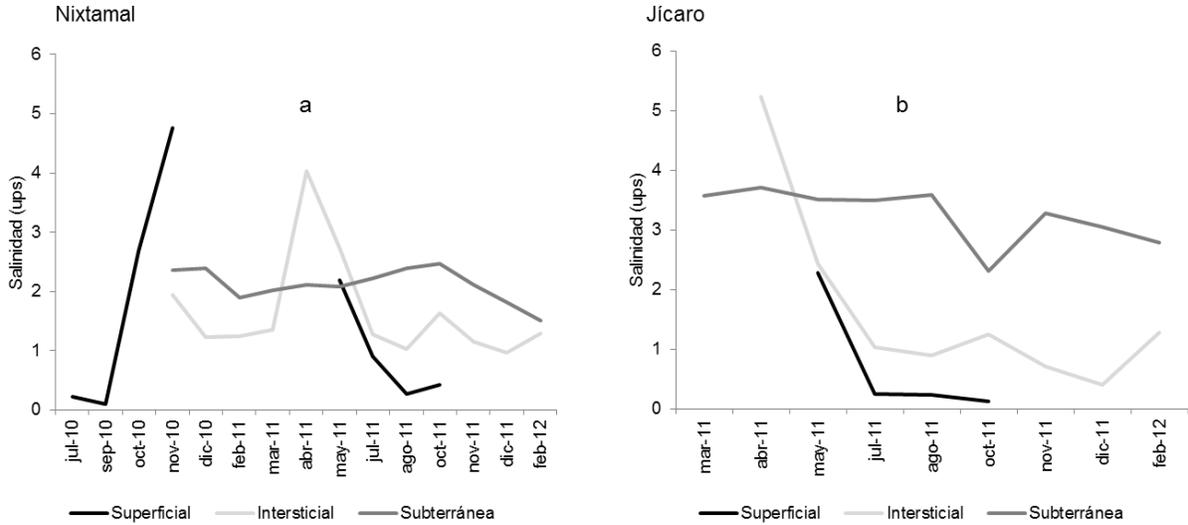


Figura 10. Tendencia de la salinidad del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio. La letra (a) corresponde a Nixtamal y la letra (b) a Jícaro. Los datos faltantes corresponden a los meses en que no se tuvo agua superficial.

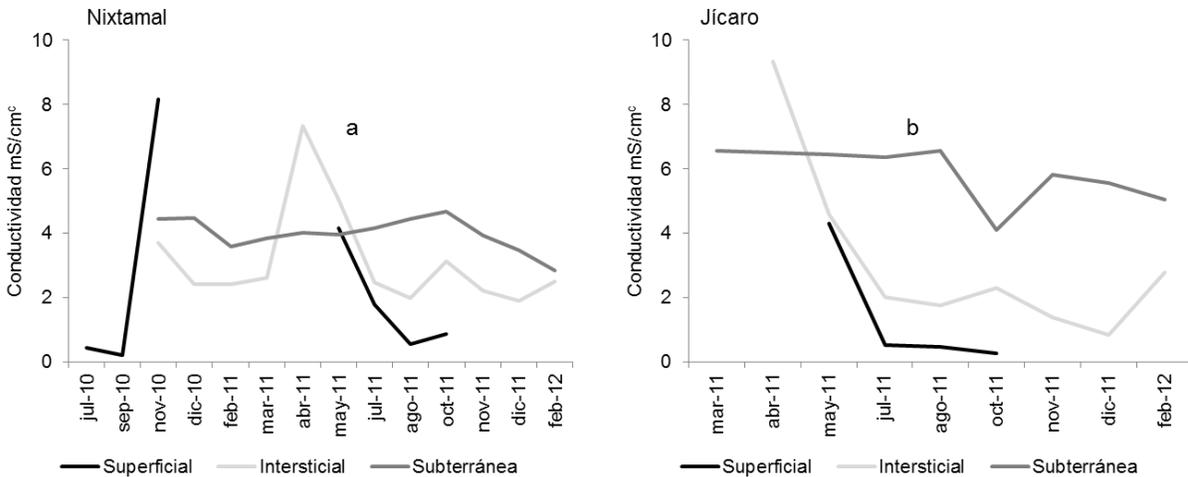


Figura 11. Tendencia de la conductividad del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio. La letra (a) corresponde a Nixtamal y la letra (b) a Jícaro. Los datos faltantes corresponden a los meses en que no se tuvo agua superficial.

El pH en los tres tipos de agua sigue la misma tendencia. En ambos sitios, el pH fluctuó entre 7.3 y 5.2, entre julio 2010 y agosto 2011. En octubre bajó a menos de 3.5 y comenzó a ascender, fluctuando levemente, hasta febrero (Figura 12 a y b).

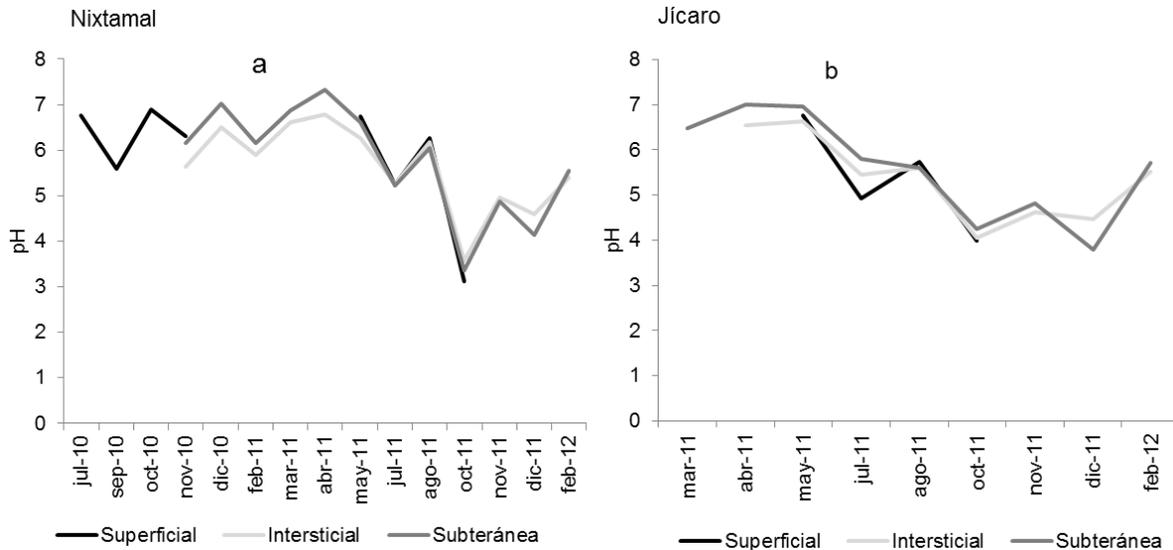


Figura 12. Tendencia del pH del agua superficial, intersticial y subterránea durante el periodo de estudio (julio de 2010 a febrero de 2012), en las localidades de estudio. La letra (a) corresponde a Nixtamal y la letra (b) a Jícaro.

Los resultados de las comparaciones entre los diferentes tipos de agua en cada localidad son los siguientes: la temperatura en Jícaro presentó diferencias ($P < 0.003$). La conductividad y la salinidad presentaron diferencias en ambas localidades con una significancia menor $p < 0.05$ y el pH no presentó diferencias estadísticas significativas en ninguna comunidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de la prueba de Kruskal–Wallis para los parámetros fisicoquímicos entre el agua según su origen en cada localidad. (*) Valores con diferencia significativa para $p < 0.05$. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales prueba de Dunn's.

Parámetro fisicoquímico	Localidad	Mediana			KW (H)
		Superficial	Subterránea	Intersticial	
Temperatura	Nixtamal	27.54	27.47	27.18	0.54 n.s.
	Jícara	26.36b	27.18a	26.8a	11.91 *
Conductividad	Nixtamal	1.115b	3.975a	2.631a	43.97 *
	Jícara	0.483a	6.513b	1.934c	34.2 *
Salinidad	Nixtamal	0.585b	3.6a	0.98a	37.58 *
	Jícara	0.24a	2.095b	1.36c	34.37 *
pH	Nixtamal	6.295	6.02	5.915	1.72 n.s.
	Jícara	5.13	5.665	5.35	2.11 n.s.

Comparando los parámetros fisicoquímicos de los tipos de agua (superficial, intersticial y subterránea) se obtuvieron diferencias en la conductividad y la salinidad del agua subterránea entre las localidades ($P < 0.05$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de la prueba Mann–Whitney para los parámetros fisicoquímicos del agua entre las localidades. Las muestras provienen de tres tipos de agua (superficial, intersticial y subterránea). (*) Valores con diferencia significativa para $p < 0.05$.

Parámetros fisicoquímicos	Origen del agua	Mediana		W
		Nixtamal	Jícara	
Temperatura	Superficial	27.5	26.3	774.0 n.s.
	Subterránea	27.4	27.1	997.0 n.s.
	Intersticial	27.1	26.8	1215.5 n.s.
Conductividad	Superficial	1.115	0.483	638.5 n.s.
	Subterránea	3.975	6.513	707.0 *
	Intersticial	2.631	1.934	1236.0 n.s.
Salinidad	Superficial	0.585	0.24	659.5 n.s.
	Subterránea	3.6	2.095	665.0 *
	Intersticial	0.98	1.36	1174.5 n.s.
pH	Superficial	6.295	5.13	753.5 n.s.
	Subterránea	6.02	5.665	903.5 n.s.
	Intersticial	5.915	5.35	1269.5 n.s.

En el suelo se midió el potencial redox en el mes de abril (durante la temporada de estiaje) y se tomaron los datos en los mismos cuadros que los parámetros fisicoquímicos del agua. En el cuadro 5 están los valores obtenidos.

Cuadro 5. Potencial redox en el suelo en las localidades de estudio en el mes de abril.

Cuadro	EhmV
Nix 1	-132.20
Nix 2	6.47
Nix 3	-112.20
Nix 5	-92.87
Jic 1	318.80
Jic 2	12.47
Jic 3	8.80
Jic 4	68.80

Con los datos del agua intersticial de 19 cuadros de muestreo de ambas localidades se realizó un análisis de componentes principales en el cual el eje 1 y eje 2 explicaron el 96.1% de la varianza (Figura 13). El análisis mostró que las variables que explicaron el primer componente fueron la salinidad ($r= 0.969$) y la conductividad ($r= 0.968$) asociadas positivamente. En el segundo componente el pH ($r= 0.742$) fue el que presentó una mayor carga positiva y la salinidad la mayor carga negativa ($r= -0.248$). En el eje uno se observó, por lo tanto un gradiente de salinidad y conductividad, en cinco cuadros de Jícaro (triángulos) y tres de Nixtamal (rombos), con salinidad entre 1.9 a 4.4 ups y conductividad 3.6 a 8.1 mS/cm^o del lado derecho y los de menor valores de estos parámetros en el lado izquierdo.

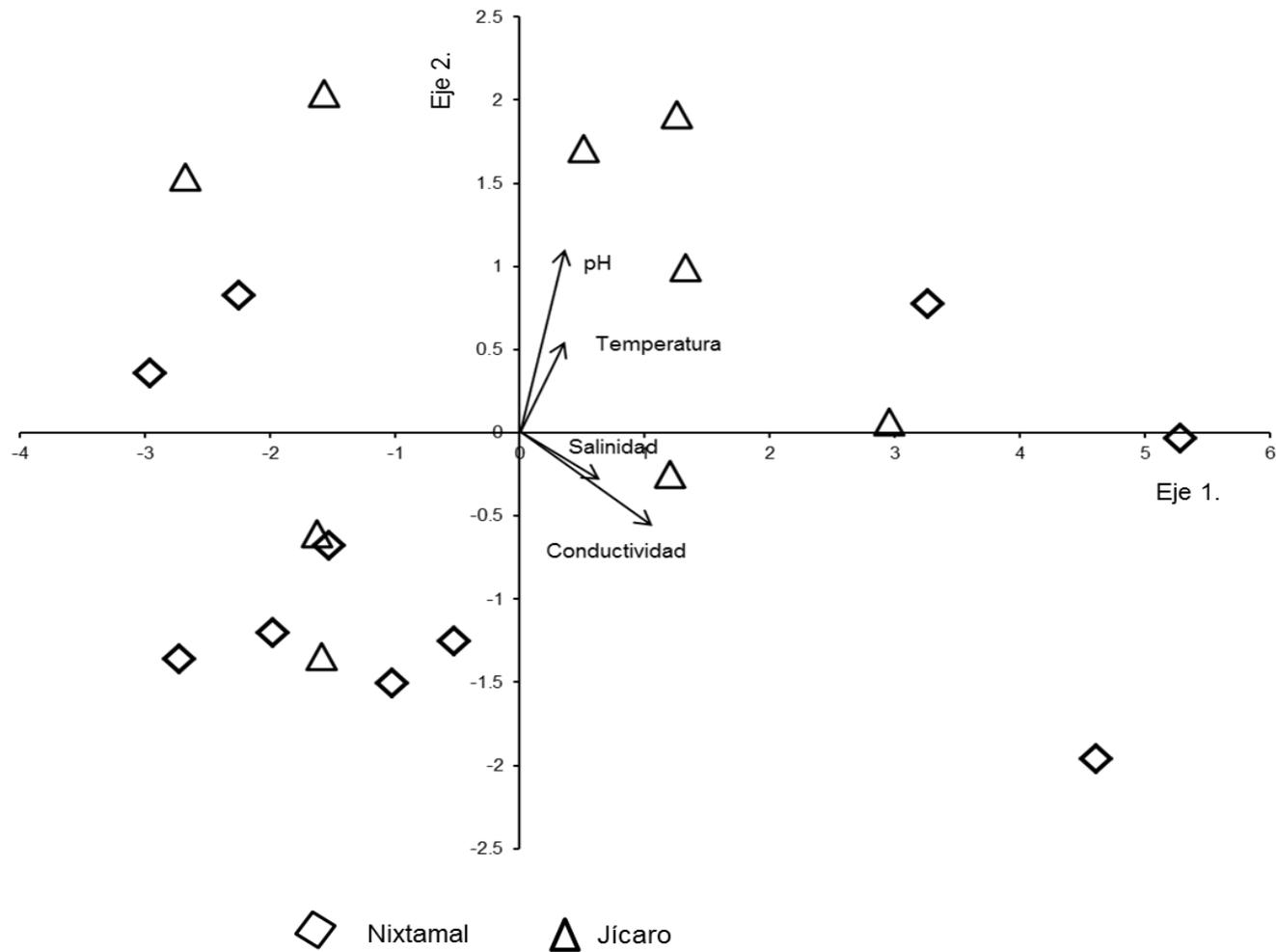


Figura 13. Resultados del análisis de componentes principales con base en los parámetros fisicoquímicos en los cuadros de muestreo. El eje 1 y 2 explican el 96.1% de la varianza acumulada. Los rombos son los cuadros de Nixtamal y los triángulos los cuadros de Jícara.

Regeneración

La densidad de plántulas y de plantas jóvenes en ambas localidades muestra que hay regeneración natural de *Pachira aquatica*, la especie predominante en los bosques de zapotonales. En Nixtamal la densidad de jóvenes fue de 14,760 ind/ha, siendo mayor que la del Jícaro de 9,720 ind/ha. En el caso de las plántulas es lo contrario, el Jícaro presenta 7,560 ind/ha y Nixtamal 5,160 ind/ha. En ambas localidades se observó mayor densidad de jóvenes que de plántulas. Ello indica que hay un paso de plántulas a jóvenes.

En relación a la supervivencia, se monitoreó un tiempo variable, entre 6 y 10 meses. Las plántulas de Jícaro tuvieron los porcentajes más bajos de supervivencia. Las plantas jóvenes en los cuadros de las dos localidades de estudio fue mayor a 80% (Cuadro 6)

Cuadro 6. Porcentaje de supervivencia de plántulas y jóvenes, en Nixtamal y Jícaro en el periodo de abril 2011 a febrero 2012.

	Supervivencia (%)	Meses
Plántulas		
Nix 1	100.00	10
Nix 2	66.67	6
Nix 3	73.68	6
Jic 1	25.00	10
Jic 2	71.93	10
Jic 3	37.14	6
Jóvenes		
Nix 1	83.13	10
Nix 2	100.00	6
Nix 3	82.04	6
Jic 1	100.00	10
Jic 2	88.10	10
Jic 3	82.35	6

En la figura 14 se muestra la supervivencia a través del tiempo en cada uno de los cuadros de vegetación muestreados. El porcentaje de supervivencia es mayor para los individuos jóvenes en ambas localidades (Figura 14a). Para las plántulas el porcentaje es variable siendo el menor 37.14 en el cuadro Jic1 (Figura 14b).

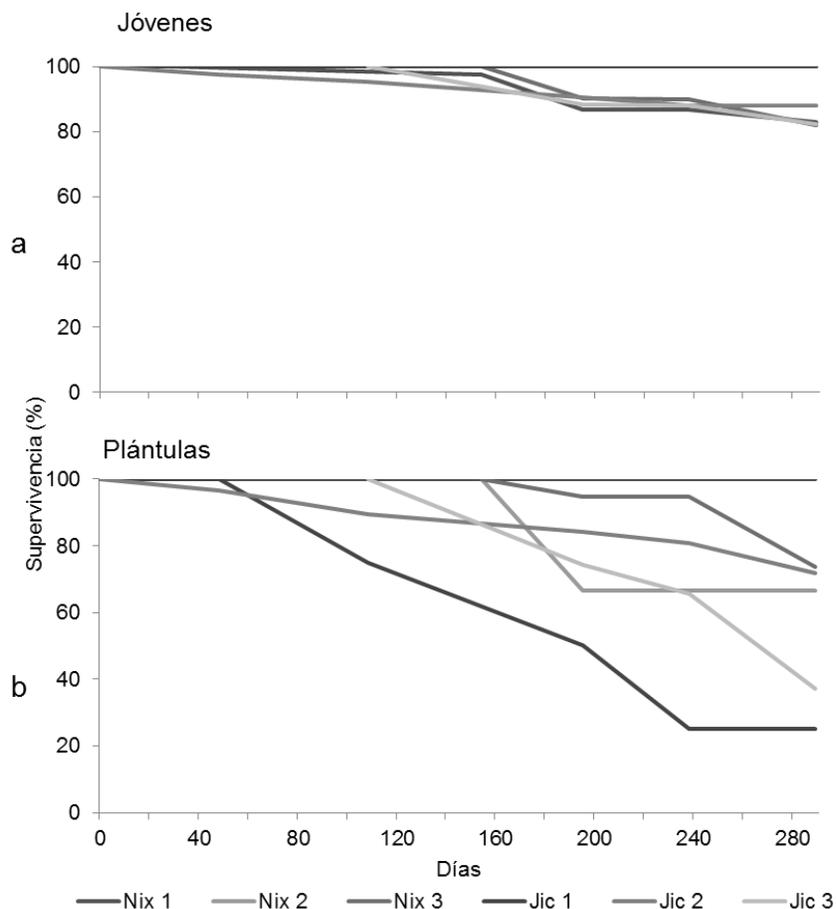


Figura 14. Porcentaje de supervivencia. El primer conteo se realizó en el mes de abril de 2011 y el correspondiente a los 280 días fue en el mes de febrero, 2012. La supervivencia de las plantas jóvenes (80%) es mayor que el de las plántulas. La letra (a) corresponde a plantas jóvenes y la letra (b) a plántulas.

En incremento de altura de los individuos que sobrevivieron durante el tiempo de estudio mostró que las plántulas presentaron una velocidad mayor de CA durante los primeros 120 días del estudio para los individuos de Jic 1 y Jic 2, con 0.083 y 0.307 cm/día respectivamente. Sin embargo, después de 120 días de estudio la velocidad del crecimiento disminuyó a 0.28 cm/día (Figura 15b). En el resto de los cuadros el CA fue menor. Para los individuos jóvenes el crecimiento que se observó es menor y no rebasa 0.005 cm/día (Figura 15a). En ambos grupos, plántulas y jóvenes, hubo individuos que presentaron una disminución en la altura, debido a depredación y quiebre mecánico en el ápice de las plantas y no fueron considerados para el presente análisis.

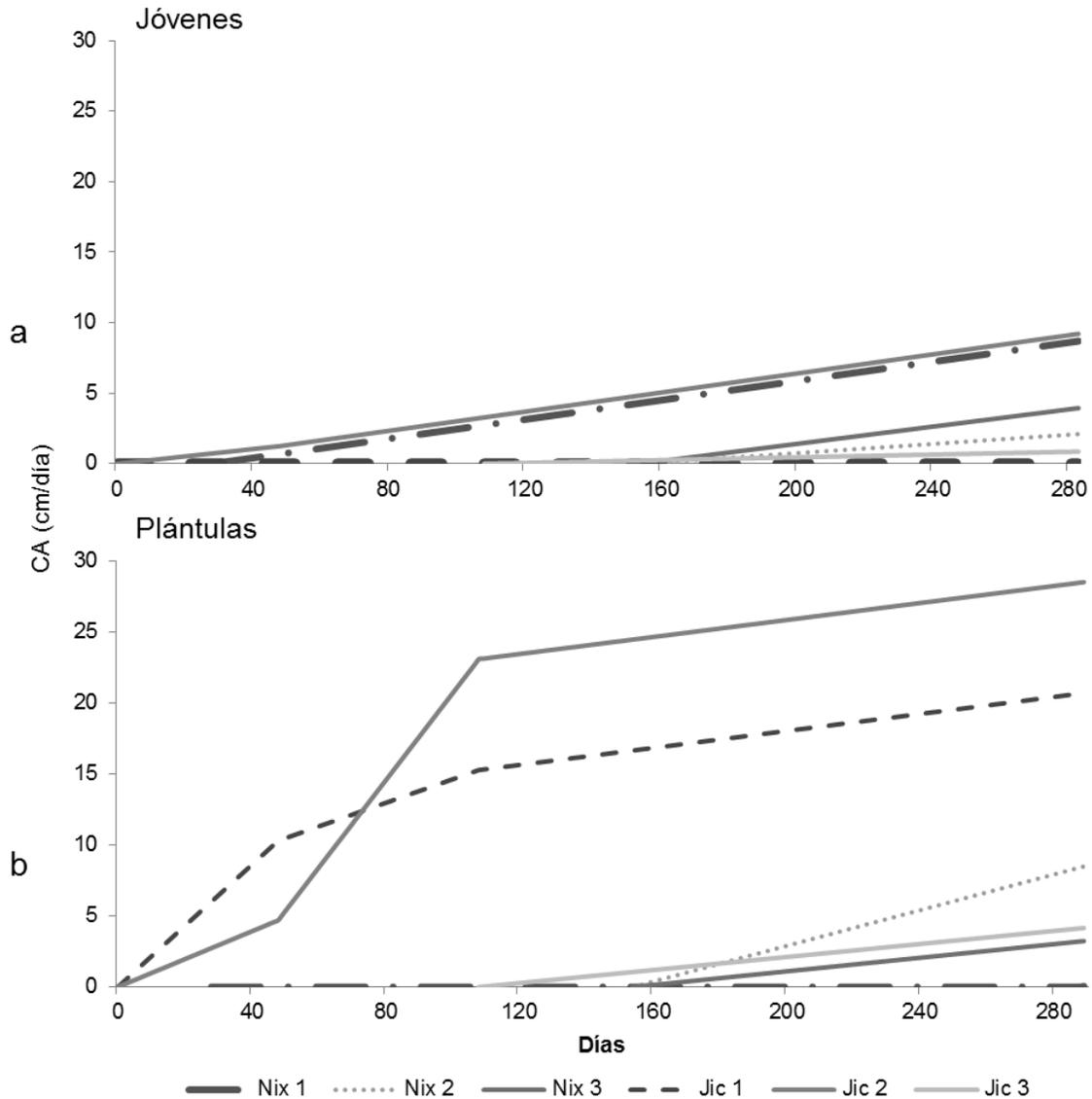


Figura 15. Acumulación del crecimiento en altura (CA) de plántulas y plantas jóvenes en los cuadros de muestreo de las dos localidades de estudio. Las plantas jóvenes tienen una menor velocidad de crecimiento pero es constante. Las plántulas presentan un crecimiento rápido en poco tiempo. La letra (a) corresponde a las plantas jóvenes y la letra (b) a las plántulas.

En el cuadro 7 se observa el número de individuos medidos al inicio y al final sin que hayan presentado daños y se muestra el porcentaje de individuos con daños en el ápice, ya sea por posible depredación o quiebre mecánico.

Cuadro 7. Número de individuos al inicio y al final del estudio que mostraron un incremento de altura y porcentaje de individuos que presentaron daños por posible depredación o quiebre mecánico.

	Localidad	Cuadro	Inicio	Final	Individuos con daño (%)*
Plántulas	Nixtamal	Nix 1	1	0	100.00
		Nix 2	15	9	40.00
		Nix 3	38	14	63.16
	Jícara	Jic 1	4	1	75.00
		Jic 2	57	28	50.88
		Jic 3	35	12	65.71
Plantas jóvenes	Nixtamal	Nix 1	83	56	32.53
		Nix 2	9	5	44.44
		Nix 3	165	47	71.52
	Jícara	Jic 1	1	1	0.00
		Jic 2	42	35	16.67
		Jic 3	17	9	47.06

Fenología

Los resultados de las observaciones de los individuos monitoreados de *P. aquatica* se presentan en las siguientes figuras. La fenofases denominada hojas nuevas y hojas senescentes aparecen en las figura 16a y c y 16b y d respectivamente. En ambas localidades se registraron individuos con hojas nuevas en una escala de poca a intermedia a lo largo del año. La escala con el valor de muchas hojas nuevas se presentó en diferentes meses, en Nixtamal en junio y en Jícara en abril y octubre. También durante todos los meses de estudio hubo individuos sin hojas nuevas (Ausente) (Figura 16a y16c).

En ambas localidades hubo hojas senescentes en todos los meses; la escala que predominó fue de pocas. Las escalas intermedia y mucha, se producen en la época de secas y al final de la época de lluvias en ambos sitios. En Nixtamal, los inviduos que no presentaron hojas senescentes (Ausente) se registraron en el mes de mayo, junio, octubre y noviembre, y para Jícara en abril, junio, octubre y noviembre (16b yd).

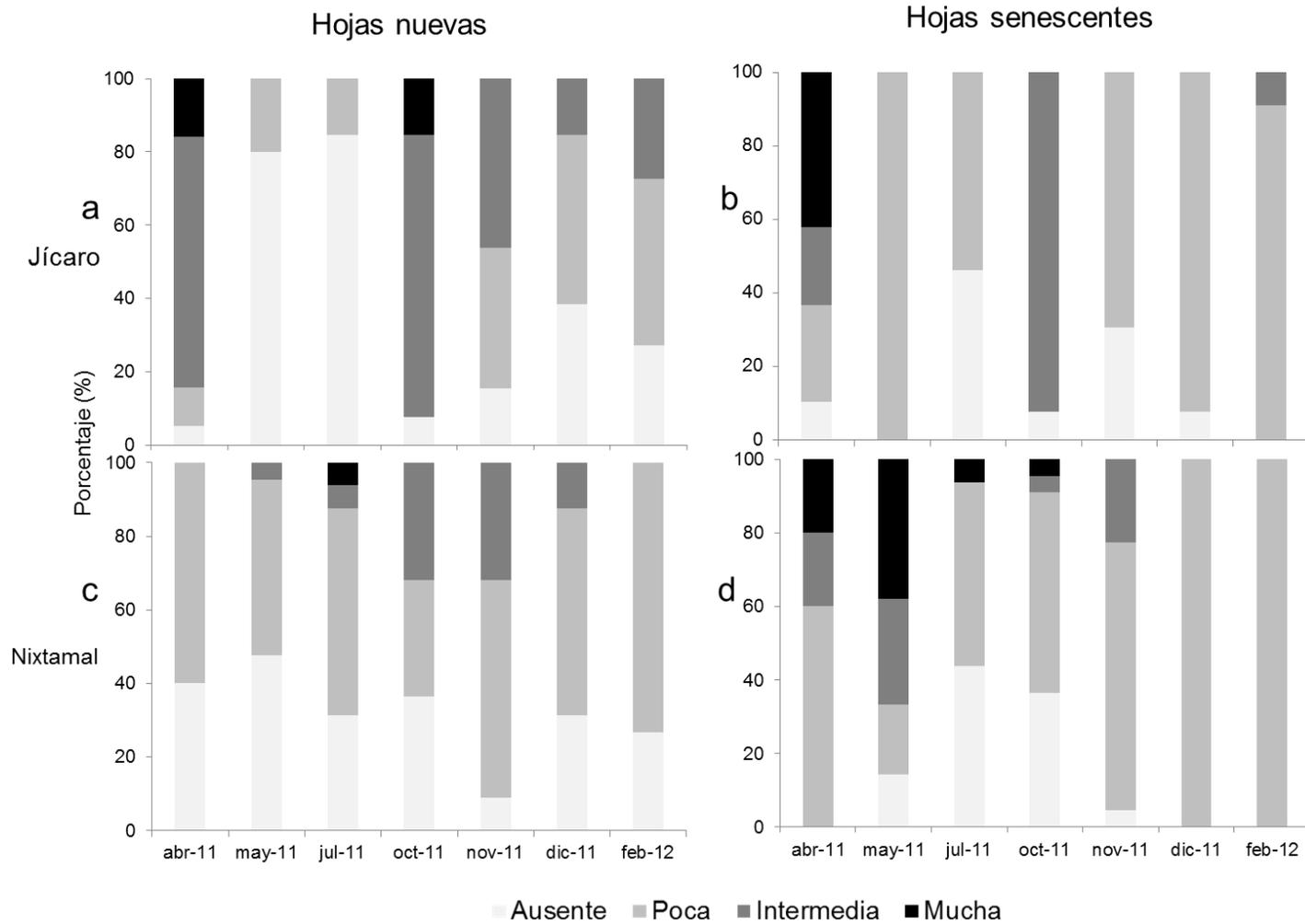


Figura 16. Porcentaje de individuos de *P. aquatica* en cada una de las cuatro categorías de abundancia en ambas localidades, que presentaron las fenofases hojas nuevas(a y c) y senescentes (b y d).

Con respecto a la floración y la fructificación, tanto los meses como los porcentajes de individuos en la escala de mayor floración difirieron entre localidades. En Nixtamal, en los meses de mayo, julio y octubre se registraron individuos con pocas flores y solo en mayo se observaron individuos en la categoría intermedia (Figura 17c); en Júcaro hubo flores en abril, octubre y febrero, siendo el primero y el último mes mencionado, los que presentaron pocas flores y en el mes de octubre individuos en la escala intermedia (Figura 17a). En relación con los frutos, éstos se observaron durante cuatro meses, en abril, mayo, julio y octubre en Júcaro y en mayo, julio, octubre y noviembre en Nixtamal, coincidiendo en ambas localidades en los meses de mayo, julio y octubre. En Nixtamal solo en julio se observaron individuos con una escala intermedia de presencia de frutos. En Júcaro, en abril, julio y octubre hubo individuos en la escala intermedia de frutos y solo para julio se registraron individuos con muchos frutos (Figura 17b y 17d).

En Nixtamal en julio y octubre se observaron individuos con pocas semillas en el suelo y en el último mes mencionado hubo un porcentaje de individuos en la escala intermedia de semillas en el suelo; en todos los meses se observaron individuos con ausencia de semillas en el suelo. En Júcaro, en los meses de abril, julio y noviembre se registraron individuos con pocas semillas en el suelo; en julio y noviembre se presentaron semillas en el suelo en la escala intermedia y al igual que en Nixtamal en todos los meses hubo individuos sin semillas en el suelo (Figura 18a y 18c).

Las semillas que estaban germinando fueron observadas en los meses de noviembre y febrero en Nixtamal, en la escala de poca e intermedia y en Júcaro en abril, julio y noviembre (Figura 18b y 18d).

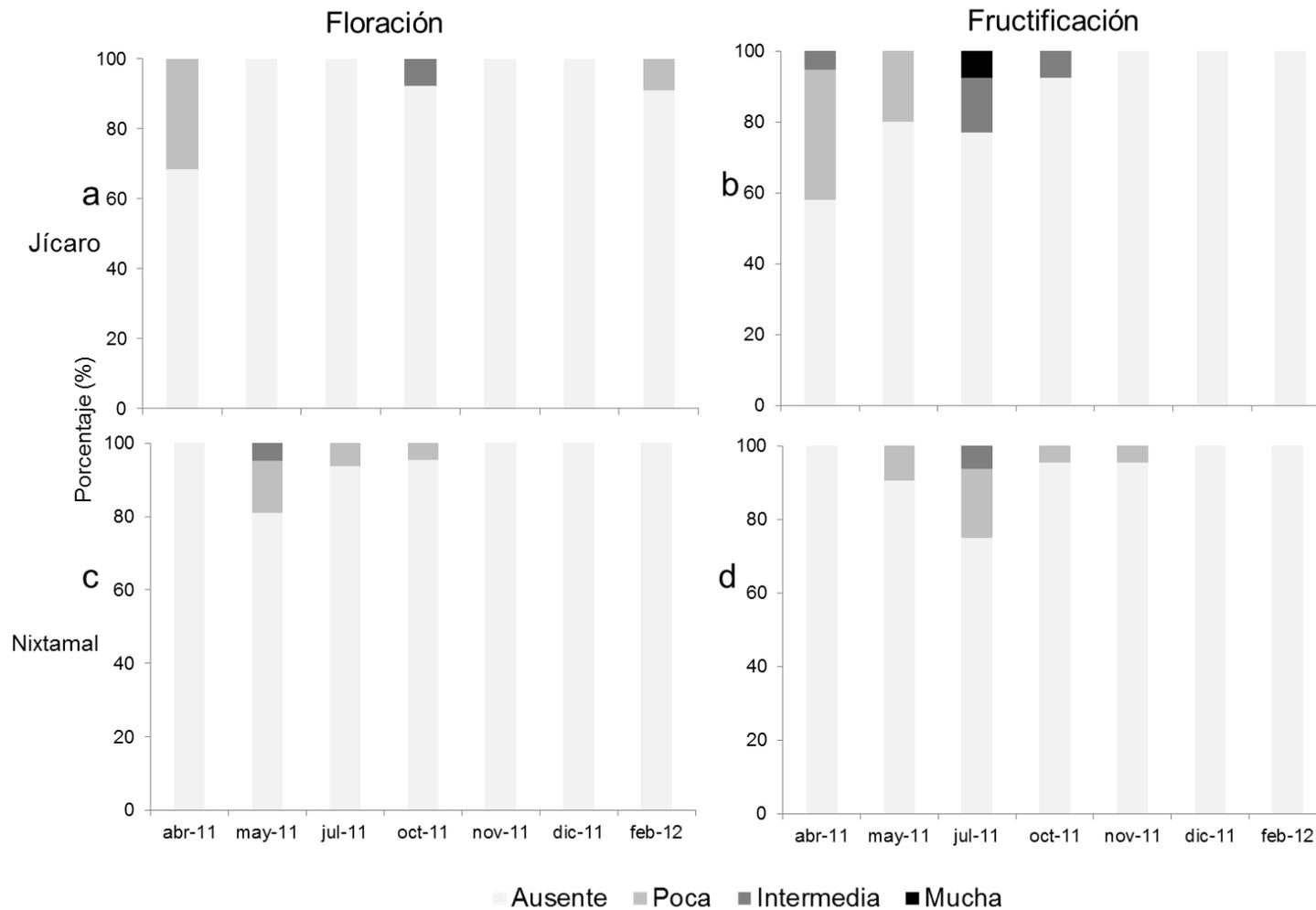


Figura 17. Porcentaje de individuos de *P. aquatica* en cada una de las cuatro categorías de abundancia en ambas localidades que presentaron flores (a y c) y frutos (b y d).

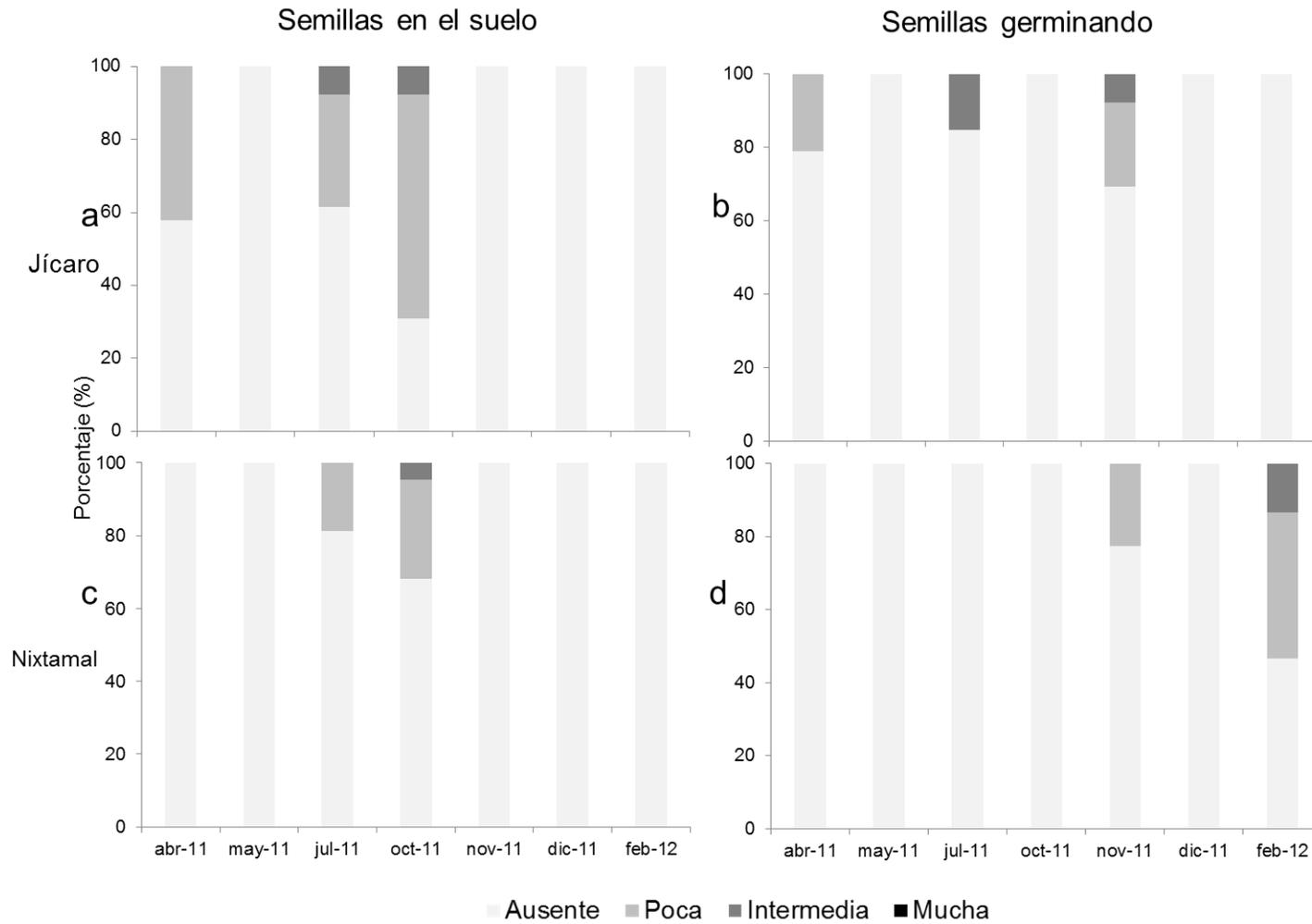


Figura 18. Porcentaje de individuos de *P. aquatica* en cada una de las cuatro categorías de abundancia en ambas localidades que presentaron semillas en el suelo (a y c) y semillas germinando (b y d).

Discusión

La composición arbórea de Nixtamal y Júcaro es parecida, ya que *P. aquatica* siempre es la especie dominante con los VIR más altos. Las localidades comparten tres especies: *C. oaxacana*, *Z. consatii* y *S. mexicana*, aunque en relación con el VIR en cada localidad ocupan diferentes lugares. Las especies que no comparten fueron los mangles, *R. mangle* y *L. racemosa*; sin embargo, aunque no aparecieron en los cuadros muestreados en Júcaro, se observaron algunos individuos, pero en menor proporción que en Nixtamal. Desde el punto de vista de la estructura, el área basal en Nixtamal presentó un valor mayor, aunque la diferencia no fue significativa. Dentro del área de la reserva existen otros manchones de selva con DAP mayores (comunicación personal de la gente local), por lo que existe un mosaico de tamaños diferentes que sugiere que hay selvas con diferentes edades. En cuanto a estratos, el arbóreo es el dominante, y solo en algunas áreas se presentan especies arbustivas y/o herbáceas, como *Crinum erubescens* y *Acrostichum aureum*. La mayoría de los individuos en ambas localidades tienen una altura de 6.0 a 17.0 m, por lo que no es un selva muy alta. Las especies con alturas mayores a 17 m son de *R. mangle*, en Nixtamal y *C. erectus* en Júcaro, además de *P. aquatica*. En ambas localidades, *S. mexicana* presentó valores menores a 2 m. Por otro lado, en ambas localidades se presentan individuos jóvenes y plántulas de *P. aquatica* lo que indica que hay una buena regeneración. Se puede concluir que tanto la composición florística como la estructura son similares.

La riqueza de las selvas inundables muestreadas en Chiapas es mucho menor que los valores encontrados para otras selvas inundables reportadas en el país por Infante y colaboradores (2011), (Cuadro 8). Esto se aplica tanto para las selvas de Veracruz como las de Tabasco. Con respecto a la densidad, la encontrada en Chiapas es mayor que la encontrada por los autores arriba mencionados. Estas variaciones pueden estar dadas por las diferencias de la planicie costera del Golfo de México y la de Chiapas, ya que la primera es más extensa, el clima es más húmedo y se presenta una temporada marcada de nortes, que no existe en las costa de Chiapas. Las tormentas tropicales y huracanes son más frecuentes en Chiapas y los vientos intensos pueden ser los responsables del mosaico de distintas densidades encontrado. En general, dado el mayor espacio de las planicies de inundación del Golfo, hay una mayor heterogeneidad ambiental, lo cual se refleja probablemente en una mayor riqueza de especies y en bosques más maduros (Moreno- Casasola *et al.*, 2006; Álvarez; Rojas y Vidal, 2008; 2011, Infante *et al.*, 2011).

Cuadro 8. Riqueza, densidad y área basal de las selvas inundables. Cabe decir que el área basal no es totalmente comparable debido a que en los sitios de Veracruz el DAP se tomó siempre por arriba de los contrafuertes, de ahí que presenten valores menores.

Selvas inundables	Riqueza	Densidad Ind/ha ⁻¹	Área Basal m ² ha ⁻¹
Nixtamal, Chiapas	7	4500	89.37
Jícara Chiapas	6	7211	88.44
Ciénaga del Fuerte, Veracruz *	45	1750	71.15
Laguna Grande y Chica, Veracruz *	12	2400	47.44
La Mancha, Veracruz*	44	2421	32.7
Laguna Apompal, Veracruz*	34	2889	76.42
El Salado, Veracruz*	20	2230	74.73
Huimanguillo, Tabasco*	78	2100	56.75

*Tomado de Infante (2011).

Para discutir la relación del hidroperiodo y los parámetros fisicoquímicos es importante considerar que el área de estudio forma parte del sistema lagunar Chantuto–Panzacola, donde desembocan seis ríos (INE/SEMARNAP 1999), de los cuales dos, Vado Ancho y Despoblado, llegan a la planicie costera e inundan los sitios de muestreo, durante la temporada de lluvias. Y por otro lado, la marea llega a través del estero Hueyate, que forma parte del mismo sistema lagunar (Varona 2011). Por tanto los manglares y las selvas inundables forman parte del gradiente de vegetación que se establece en las planicies inundables.

Durante el periodo de estudio (julio 2010 a febrero 2012) el hidroperiodo y las variables fisicoquímicas fluctuaron entre la temporada de lluvias y secas. Los niveles de agua están determinados por las lluvias y por el agua subterránea de la región. Durante los meses de mayo a noviembre las selvas mantienen un nivel de inundación que va desde 5 cm hasta 50 cm, dependiendo de la intensidad de las lluvias de la parte alta de las cuencas y del agua que fluye cuenca abajo, tanto de manera superficial como subsuperficial, así como de la influencia de las mareas. La figura 8 muestra como aún cuando desciende el nivel del manto freático y ya no se aprecia la inundación, éste se mantiene unos cuantos

centímetros por abajo del suelo, mostrando el nivel del agua subterránea. Los datos de salinidad indican que ésta aumenta a finales de la temporada de secas y disminuye durante la temporada de lluvias, pero no desaparece porque la marea sigue teniendo influencia en el agua. Conforme se acerca el fin de la temporada de lluvias los niveles de inundación van disminuyendo y para noviembre, el agua superficial prácticamente desaparece. Durante el tiempo de muestreo se presentaron algunas lluvias en los meses de marzo-abril de 2011 en la parte alta de las cuencas, que aumentaron los niveles de agua por unas semanas en la parte baja, aun cuando en el área de estudio las lluvias no fueran significativas (Figura 8).

En potencial redox esta relacionado con la cantidad de oxígeno que pueda existir en el suelo. En los humedales, este potencial se espera sea bajo o bien negativo, debido a que gran parte del tiempo permanecen inundados. En el cuadro 9 se presentan los procesos biogeoquímicos que se presentan según los valores de redox. Para los sitios de estudio se tienen los datos de abril. Los valores en Nixtamal van de -132.2 a 6.47 Eh mV, indicando la aparición de Fe^{2+} y la desaparición de SO_4^{2-} ; y el oxígeno ya no está presente. En Júcaro los valores registrados estuvieron entre 8.8 y 318.8 Eh (mV), por lo que se dieron los primeros dos procesos presentes en Nixtamal sin embargo el oxígeno apenas empieza a desaparecer (Reddy y DeLaune, 2008).

Cuadro 9. Procesos geoquímicos que se producen en el suelo en distintos momentos indicados por el valor del potencial redox. Tomado de Mitsch y Gosselink, 2000.

Proceso	Eh (mV)
Desaparición de O_2	+330
Desaparición de NO_3^-	+220
Aparición de Mn^{2+}	+200
Aparición de Fe^{2+}	+120
Desaparición de SO_4^{2-}	-150
Aparición de CH_4	-250

Los parámetros fisicoquímicos del agua como se esperaba, varían en relación al hidroperiodo. En el estado los meses de abril y mayo se registraron las temperaturas ambientales (Figura 4) más altas, lo que se refleja en la temperatura mayor del agua de las tres fuentes: superficial, subterránea e intersticial.

A finales de la temporada de estiaje, en los meses arriba mencionados y al inicio de las lluvias, se observan los valores de pH más altos (6.2–7.3), fluctuando durante los siguientes meses y disminuyendo, ya que hacia finales de la temporada de lluvias se registraron los valores más bajos, (3.1–4.0). El pH básico indica una baja disponibilidad de hidrógeno para diversos tipos de reacciones biológicas como las enzimáticas y no biológicas como la de hidroxidación (Reddy y D'Ángelo, 1994, Reddy y DeLaune, 2008). Los valores ácidos permiten la solubilidad de nutrientes y pueden provocar brotes de algas y bacterias que disminuyen la cantidad de oxígeno. Un pH bajo puede indicar sustancias tóxicas, sin embargo en los manglares es común que el pH baje por la presencia de ácidos húmicos (Contreras, 2002, Abarca, 2007). En el área de estudio los valores más bajos se registraron en el mes de octubre y diciembre de 2011 en los sitios existe una gran cantidad de materia en descomposición, sin embargo se necesitarían estudios para saber si es la causa de estos valores o existe alguna fuente de contaminación.

La conductividad y la salinidad en el agua superficial e intersticial siguen la misma tendencia. En abril se presentan los valores más altos y éstos disminuyen hasta octubre cuando se elevan ligeramente para volver a bajar en diciembre y empezar a elevarse en febrero. En el agua subterránea se mantiene con pocas fluctuaciones a lo largo del estudio, a excepción de octubre que en Júcaro disminuye, contrario al agua intersticial.

La variación del hidropereodo y los parámetros físicoquímicos se relaciona con los cambios ambientales de las temporadas de secas y lluvias de la región. Durante la temporada de lluvias, las descargas de los ríos y la precipitación hacen que aumente el volumen de agua dulce y se da un mayor intercambio con el agua de mar, lo que resulta en la disminución de los parámetros monitoreados (temperatura, pH, la salinidad y conductividad), aunque con diferentes tendencias entre el agua superficial, subterránea e intersticial.

La salinidad y la conductividad disminuyen en el agua superficial e intersticial, como resultado del aumento de la entrada de agua dulce por los ríos y la precipitación, y a pesar de haber observado los cambios de mareas en el agua superficial los aportes de agua dulce son mayores. El agua subterránea, sin embargo, mantuvo sus niveles durante el periodo de estudio.

La salinidad y el pH registrado en este estudio difieren de los valores reportados por Infante *et al.* (2011) para las selvas inundables de Veracruz. El pH registrado en el Golfo de México fluctúa entre 6.63 y 7.39, siendo mayor que los encontrados en este estudio (intervalo: 5.25 y 5.81). La salinidad del agua en Chiapas es más alta que las encontradas en la mayoría de las selvas de Veracruz que son menores a 0.5 ups, a excepción de la selva de Laguna Chica que tiene influencia del mar y reporta hasta 10.7 ups en el agua subterránea (Infante *et al.*, 2012). La variación temporal y espacial de la salinidad en ambientes estuarinos tropicales se asocia fuertemente a las lluvias de la región (Eyre y Balls, 1999) y a la entrada de agua marina, que en el área de estudio es a través del estero Hueyate, influyendo en el agua superficial, subterránea e intersticial. Aun con las fluctuaciones las medias mensuales de salinidad no rebasan 7.8 y de acuerdo a Contreras–Espinosa y Warner (2004) son humedales oligohalinos o humedales de agua dulce como los de Centla en Tabasco, Papaloapan en Veracruz y algunas áreas de Laguna de Términos en Campeche.

La salinidad y el tiempo de residencia del agua tienen implicaciones importantes en el manejo de los ecosistemas costeros, y son indicadores de la importancia que tienen las fuentes de agua en el sistema y los riesgos a los que se puede enfrentar. Los aportes de agua dulce son importantes para mantener la variabilidad hidrológica y los gradientes espaciales que favorecen su riqueza biológica (Medina y Herrera, 2003; Newton y Mudge, 2005; Herrera-Silveira, 2006). Sin embargo, si las fuentes de agua dulce vienen acompañadas de contaminantes o de un exceso de nutrientes, los procesos que favorecen el buen funcionamiento de los sistemas podrán ser alterados y será necesaria alguna acción de manejo. De ahí la importancia de conocer y monitorear las fluctuaciones temporales que se dan en el área de estudio del hidroperido y de los parámetros ambientales, para poder detectar las alteraciones que posiblemente puedan causar impactos y de esta manera tomar las medidas necesarias para mitigar los daños. Así mismo, es importante conocer la línea base ambiental en el sistema para poder plantear las necesidades, estrategias y monitoreo de los procesos de restauración.

Los resultados obtenidos señalan que la distribución y composición de la selva de *P. aquatica* sigue un patrón relacionado principalmente con la tolerancia de las especies a la salinidad y la inundación (Infante, 2011; Infante *et al.*, 2011). En la selva de Laguna Grande y Laguna Chica en Veracruz, *P. aquatica* es la especie dominante, sin embargo en las áreas cercanas al espejo de agua de las lagunas, aparecen individuos de mangle,

principalmente de *R. mangle* y en menor número de *C. erectus* y *L. racemosa*. Por tanto conforme disminuye la influencia del agua marina a través de las mareas, la especie dominante es *P. aquatica*, que tolera cierta salinidad y le permite desarrollarse con poca competencia. En Chiapas también se produce este gradiente de manglares cerca del mar hacia las selvas inundables en donde se reduce la salinidad. No obstante, tanto la inundación como la salinidad son factores estresantes para las plantas, y podría esperarse que a menor salinidad en el gradiente se desarrollen mejor las especies de mangle, como se ha encontrado en Centla y Laguna de Términos, donde *R. mangle* y *C. erectus* también están en condiciones dulceacuícolas. Sin embargo, en Veracruz y Chiapas estas especies no prosperan en condiciones dulceacuícolas porque entran en competencia con *P. aquatica*, donde la ventaja la lleva esta última (Com. per. López-Rosas, Hugo).

La regeneración de *P. aquatica* se favorece por las características de las semillas y las adaptaciones de las plántulas propias de las especies de árboles que viven en zonas inundables. Sus semillas son recalcitrantes y tienen un contenido de humedad alto que mantiene activo su metabolismo por un tiempo (Keddy y Constable, 1986; Kellogg *et al.*, 2003; Infante, 2004; Infante *et al.*, 2005). Al principio del periodo de inundación las semillas están listas para germinar y se dispersan a través del agua hasta encontrar los sitios adecuados para germinar y establecerse antes del siguiente periodo de secas, por lo que ocupa espacios antes que otras especies (Infante *et al.*, 2005). Durante este proceso de dispersión observamos en el área estudio esta especie forma bancos de semillas que se desplazan con los movimientos de agua y una vez que bajan los niveles se establecen en el suelo y empiezan a germinar y se desarrollan rápidamente durante los primeros meses.

Los factores que determinan el establecimiento de las semillas es un aspecto clave para entender la dinámica poblacional y la regeneración del bosque, además de ser de utilidad para definir estrategias de restauración (Teutli, 2008). Las semillas tienen una tasa de germinación alta (Infante, 2004), y por la forma de dispersión, las plántulas y los individuos jóvenes forman bancos de individuos que pudimos observar en el campo y al momento de estimar su densidad se hizo evidente este agrupamiento por la diferencia del número de individuos en las unidades de muestreo. Entre las localidades de muestreo hay una diferencia en la densidad estimada, tanto para plántulas como para plantas jóvenes. En Júcaro hay más plántulas y en Nixtamal los individuos jóvenes tienen una mayor

densidad, sin embargo en ambas localidades el porcentaje de jóvenes es mayor que el de las plántulas. Esto parece ser el resultado de las diferentes condiciones de luz y humedad propias de cada sitio, ya que éstos son los factores que afectan el desarrollo de las plántulas (Infante, 2004). Sin embargo para confirmar esto son necesarios estudios que determinen la influencia de diferentes intensidades de luz con la velocidad de crecimiento de plántulas y jóvenes.

El establecimiento de las plántulas ha sido reconocido junto con la fase de semillas, como una de las etapas de desarrollo más críticas para muchas especies, ya que durante esta etapa la mortalidad de plantas es alta (Janzen, 1971 y Louda *et al.*, 1990 en Infante 2004). La capacidad que tienen las plántulas para crecer bajo diferentes niveles de luz, humedad, temperatura o herbivoría determinará sus probabilidades de supervivencia durante ese estado. Durante el estudio observamos que la supervivencia de las plántulas fue menor que la de las plantas jóvenes. La mayoría de los individuos que no sobrevivieron se secaron, y algunas de ellas presentaron quiebre por la caída de ramas y otras aparecían comidas en el ápice. Es importante mencionar que un porcentaje de individuos de ambas categorías a pesar de presentar quiebre y depredación en el ápice, sobrevivieron y se recuperaron, aunque no se consideraron para el cálculo del crecimiento en altura ya que al comparar su crecimiento presentaba datos negativos. Finalmente los resultados indican que en ambos sitios se presentan condiciones favorables para el establecimiento de plántulas.

El crecimiento de las plántulas depende de la disponibilidad de nutrientes y del tipo de sedimento (Duarte *et al.*, 1998). En el caso de las plántulas de *P. aquatica*, no solamente las características ambientales las afectan, sino que también están sujetas a las mareas que influyen en los niveles de inundación (Infante, 2004) y la salinidad. La mayor velocidad de crecimiento en altura se registraron en las plántulas durante los primeros meses de estudio, momento en que hay un crecimiento rápido, probablemente por la cantidad de carbohidratos en las semillas (Oliveira, *et al.*, 2000; Infante, 2004); para los jóvenes el crecimiento en altura fue menor pero constante. Esta diferencia puede estar relacionado con la cantidad de luz que le permite a los individuos aumentar su biomasa (Infante, 2004). La velocidad de crecimiento de los individuos jóvenes es lenta, y una de las causas probables es la poca luz (observaciones personales) que tienen al establecerse bajo el dosel de los árboles adultos. De esta manera, un banco de plantas con tasas de crecimiento lento se mantiene bajo el dosel de los árboles adultos,

esperando que se abra un espacio que les permita la entrada de luz para poder crecer (Poorter, 1999; Infante, 2004). Los eventos fenológicos en las plantas pueden ser afectados por varios factores ambientales, entre ellos el agua almacenada por las plantas, las variaciones climáticas, los cambios en la temperatura, el fotoperiodo, la irradiación, los eventos climáticos extremos, entre otros (Lobo *et al.*, 2003).

Los patrones fenológicos de los bosques de galería o ribereños han sido poco documentados y pueden ser influenciados fuertemente por la variación de los niveles de agua, más que otro factor climático (Kinnaird, 1992). En México no existen estudios científicos formales de fenología en las selvas inundables, excepto el de Infante *et al.* (2012), quienes a través de la productividad observan la fenología al registrar las partes que los individuos desprenden.

La fenología fue complicada ya que la observación completa del dosel fue difícil y quedaron fuera de nuestra visión tanto flores como frutos. Por otro lado también hubo individuos que durante el tiempo de estudios no produjeron estas estructuras, lo cual se ha visto en otras especies (Urrego y Del Valle, 2003). A pesar de lo anterior se registró que la aparición de hojas nuevas y senescentes fue constante para un porcentaje de los individuos monitoreados, aunque con diferente escala para cada localidad. Para las regiones tropicales, como la zona de estudio, se señala que la mayoría de los árboles producen nuevas hojas y flores en periodos específicos, más que en forma continua, debido a las variaciones estacionales (Van Schaik, *et al.*, 1993; Seghieri *et al.*, 1995; Urrego y Del Valle, 2001). Sin embargo, como menciona Infante (2004), *P. aquatica* tiene follaje todo el año, y aun cuando la caída de hojas es continua, el mayor número de individuos en esta fase se observa en los meses de noviembre a febrero, al término de la temporada de lluvias, con excepción del mes de mayo en Júcaro cuando el 100% de los individuos tenían hojas senescentes. Aunque habría que precisar con estudios, ya que las condiciones ambientales de Veracruz, son diferentes de la costa de Chiapas.

En relación con floración y fructificación, en el trabajo de campo observamos individuos con flores y frutos de abril a octubre, finales de la temporada de secas y los meses de lluvia, cuando el hidropérito aumenta y la salinidad disminuye en el agua intersticial y superficial en ambas localidades. Los datos obtenidos indican que hay una variación entre los individuos, ya que no todos presentan el mismo patrón fenológico (Anexo 3). Así, aunque la caída y aparición de hojas nuevas es permanente, se presentan diferencias entre individuos y entre las localidades.

La precipitación se presenta como una variable para las fenofases, en ambientes aun saturados de agua, bosques con inundación temporal o permanente, el cambio en la cantidad de agua disponible puede ocasionar respuestas en las plantas (Kinnaird, 1992; Seghieri *et al.*, 1995; Urrego y Del Valle, 2001). La dispersión de las semillas en el caso de *P. aquatica* depende del agua, y en ambas localidades en julio hubo semillas disponibles formando bancos de semillas que aumentaron de tamaño en los siguientes meses. Al disminuir los niveles de inundación empezaron a germinar y formaron bancos de plántulas.

Conclusiones

La caracterización de la estructura y composición de la selvas inundables de *P. aquatica* en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, permitió registrar nueve especies arbóreas pertenecientes a seis familias, de las cuales dos son familias de especies de mangle. La riqueza arbórea es baja para los sitios de estudio.

El estrato dominante es el arbóreo, los estratos arbustivos y herbáceos se desarrollan poco. Los árboles más altos, por arriba de 18 m, son de *R. mangle* y *P. aquatica*, mientras que la mayoría de las especies miden entre 6 y 12 m, y las menores de 2 m son palmas de *S. mexicana*. *P. aquatica* es la especie predominante en las selvas inundables de la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, ya que presenta las mayores VIR.

Durante la temporada de lluvia las condiciones favorecen la entrada de agua salada por la boca barra y agua dulce provenientes de las cuencas al área de estudio por lo que los parámetros fisicoquímicos y el hidroperiodo están directamente relacionados con la variabilidad estacional (precipitación) y espacialmente con la zona de influencia (dulceacuícola o marina). Los parámetros fisicoquímicos muestreados reflejan la variabilidad ambiental predominante en la zona de estudio durante las épocas de lluvias y secas en los tipos de agua según su fuente (superficial, subterránea e intersticial), aunque el agua subterránea es la que presenta menos variabilidad con respecto a las otras dos fuentes.

La densidad estimada y la supervivencia de plántulas y plantas jóvenes, indican que existen reservas para los procesos de regeneración natural en el sitio de estudio.

La velocidad de crecimiento en altura en individuos con más de 100 cm es lenta en relación a los de menor altura, como resultado de la utilización de los recursos de la

semilla y de la formación de los bancos de plantulas se mantienen bajo el dosel de árboles adultos esperando que las condiciones de luz sean propicias para poder crecer.

Los aspectos básicos de la fenología de *P. aquatica* aún son confusos y se necesitan estudios a largo plazo que ayuden a entender la variabilidad en las respuestas fenológicas de la especie. Sin embargo, durante el periodo de estudio observamos que los factores climáticos, en especial la precipitación, determinan las condiciones de inundación del sitio, las cuales probablemente se relacionan con los cambios fenológicos.

CAPITULO IV
USOS Y COSTUMBRES DE LOS POBLADORES USUARIOS DE
LOS BOSQUES DE ZAPOTONALES *Pachira aquatica* EN LA
RESERVA DE LA BIOSFERA LA ENCRUCIJADA

Introducción

El conocimiento y la comprensión del contexto natural y social de un sitio puede orientar a sus habitantes a hacer una intervención más acertada en el manejo de los ecosistemas y los recursos naturales, y así favorecer el desarrollo local (Rendis, 2003).

El conocimiento del medio natural permite definir el potencial de los recursos naturales y el aprovechamiento de los espacios, mientras que el conocimiento de las condiciones socioeconómicas, históricas, culturales y políticas permite ubicar los hechos que influyen y/o determinan la forma en que el ser humano se relaciona con su entorno y se apropia de los ecosistemas (Geissert y Rossignol, 1987 en Rendis, 2003).

A lo largo de la historia de la humanidad se ha demostrado que muchas culturas aprendieron a vivir utilizando de manera integral los humedales y obtenían de ellos beneficios económicos. Se basaban fundamentalmente en una economía de subsistencia que implicaba la diversificación de sus actividades productivas como la pesca, explotación de la sal, cacería y agricultura, entre otras. Ejemplo de ello son la cultura egipcia y la sumerio, en los valles del Nilo, Éufrates y Tigris, respectivamente, y en nuestro país los Olmecas en Veracruz y Tabasco, y los Aztecas en el Valle de México por mencionar algunas (Hammerton, 1972, Denevan, 1976, Siemens, 1983, Mitsch y Gosselink, 1993, Boulé, 1994). Por otro lado hay culturas que rápidamente han drenado las zonas húmedas costeras (áreas palustres y estuarinas) por considerarlas insalubres, precarias y que deben ser convertidas en tierras económicamente productivas; esto ha sucedido en gran parte de las culturas de la civilización occidental. Esto ha llevado a que su tasa de desaparición sea muy alta (Mitsch y Gosselink, 2000, Landgrave y Moreno- Casasola, 2012).

Chiapas es uno de los estados con mayor diversidad biológica del país por lo que las interacciones entre las formas de diversidad propician la existencia de una amplia variedad de percepciones, usos y manejo de los recursos naturales. Los pueblos de Chiapas han aprendido a aprovechar los diferentes recursos naturales, con distintos propósitos que incluyen usos alimentarios, medicinales, religiosos, comerciales, ornamentales y recreativos (Álvarez Noguera, 2011).

Los humedales costeros de Chiapas poseen una biodiversidad propia, constituyen el principal recurso del área y son considerados fundamentales para el desarrollo local. En este sentido, la vida de las comunidades que habitan en los humedales se desarrolla bajo

la influencia de los cambios que se dan en ellos, como las fluctuaciones de las mareas, las temporadas de inundación y los cambios en la salinidad por mencionar algunos. En consecuencia, para el uso y manejo de los recursos naturales presentes se requiere del conocimiento de los mismos.

Los conocimientos tradicionales proporcionan a sus usuarios un entendimiento práctico de su ambiente y de los recursos que usan, lo que es de interés para los investigadores. Hasta hace pocas décadas, estas prácticas y tradiciones fueron consideradas de poco interés como fuente de información relacionada con la conservación del ambiente y poco se ha hecho y se hace por incluirlas en las actividades de manejo de los recursos. Sin embargo, es importante empezar a considerarlas para incluir la información junto con el conocimiento científico que se genera de los ecosistemas (Mamun, 2010).

La importancia de estudiar el uso y manejo de los recursos naturales por los habitantes de las comunidades locales, es saber sobre los conocimientos tradicionales y también sobre los más nuevos, para la creación de programas dirigidos a ellos y a los ecosistemas regionales, revelar tecnologías eficientes desde el punto de vista ecológico y social, obtener información sobre procesos ecológicos que pueden ser aprovechados en la utilización, el manejo y la conservación de los recursos naturales, evaluar el impacto de las distintas formas de manejo y reorientarlos, en caso que sea necesario (Toledo y Argueta, 1993; Alcorn, 1993; Maimone *et al.*, 2006).

Una forma de darle mayor valor a los ecosistemas y sus recursos, además del valor utilitario, es generalizar la idea y el conocimiento de la importancia que los ecosistemas costeros para proporcionarnos servicios ambientales importantes como la protección de las zonas costeras y sus habitantes, y la depuración del agua. En este contexto es imprescindible conocer las percepciones de los usuarios en relación a su ambiente, por lo que para interpretar los conocimientos locales es preciso entender aspectos históricos, socioeconómicos y ambientales que los rodean.

Muchas prácticas locales que se basan en conocimientos tradicionales pueden producir diferentes grados de impacto positivo y negativo en el manejo de los recursos naturales. En el área de estudio, los incendios constituyen una de las problemáticas ambientales que se presenta todos los años.

El fuego se considera un disturbio ecológico que genera cambios al modificar el ecosistema, y junto con otros disturbios naturales como el viento y la precipitación,

favorecen el hábitat de muchos animales silvestres (Lloret, 2004, Flores, *et al.*, 2011). En algunos bosques es muy importante porque tiene la función de abrir claros en zonas de árboles viejos y estos claros son ocupados por individuos jóvenes, ayudando a rejuvenecer el bosque; además induce la germinación de semillas de algunas especies, ayuda en los procesos de mineralización de la materia orgánica y participa en diversos ciclos de nutrimentos, por lo que contribuye al mantenimiento de la biodiversidad al cambiar la estructura y composición de la vegetación (Rodríguez, 1996; Kimmins, 2004; Rodríguez, 2008; Pyke *et al.*, 2010; Rodríguez 2011). Desde el punto de vista de la conservación a largo plazo, los incendios son considerados limpiadores del bosque al eliminar el excedente de materia orgánica muerta acumulada, reduciendo el peligro de nuevos incendios (Velázquez, 2004; CONANP/TNC, 2009).

El fuego tienen un papel importante en los procesos naturales de la vegetación adaptada a ellos, ya que determina la composición de especies, la estructura del bosque y la trayectoria de los ecosistemas, los cuales se pueden agrupar de acuerdo a su dependencia a este elemento. Sin embargo las actividades humanas alteran la intensidad y frecuencia, afectando negativamente, incluso aquellos ecosistemas en donde son parte de la dinámica natural de disturbio y se vuelven cada vez más peligrosos en la medida que ocurra un cambio permanente en el uso de suelo y la alteración del régimen hidrológico (Kauffman, 2004; TNC, 2004; Myers, 2004; Nelson *et al.*, 2008; CONANP/TNC, 2009).

Los impactos negativos de los incendios se observan sobre la biodiversidad en ecosistemas susceptibles. Producen afectaciones directas como la asfixia de vertebrados, sobre todo arborícolas, inducen el desplazamiento de la fauna a terrenos ocupados por el hombre incrementando la cacería y facilitando la captura de especies que son introducidas al mercado ilegal. También producen la fragmentación del hábitat, disminuyendo la capacidad de restauración natural, pero sobre todo generando condiciones para el cambio de uso del suelo por la expansión de la frontera agrícola y facilitando el establecimiento de especies invasoras exóticas (TNC, 2001; CONANP/TNC, 2009).

La ecología del fuego relaciona las especies vegetales y animales de un ecosistema con el régimen de incendios que se produce en el área geográfica ocupada por dicho ecosistema y explica algunos de los efectos principales y secundarios de los incendios.

Por ello es importante identificar y caracterizar el régimen del fuego y su relación con los tipos de vegetación (Myers, 2004; Velázquez, 2004; CONANP/TNC, 2009).

Existe poca información sobre el fuego en humedales y su efecto. Hay algunos trabajos como los de bosques de *Taxodium* y *Nyssa*, donde mencionan los impactos de los incendios relacionados con las actividades agrícolas y el drenado de estos sitios en Illinois, Estados Unidos, llegando a la conclusión que el manejo que se le ha dado a estos humedales han cambiado el régimen hidrológico y del fuego, modificando la estructura y composición de la vegetación (Nelson *et al.*, 2008). Dos estudios desarrollados en vegetación hidrófita emergente de humedal en México son el de la Mintzita, Michoacán, elaborado por Escutia-Lara y colaboradores (2009) en el que se documenta el cambio de la composición de la vegetación y se sugiere que los incendios favorecen en general a las especies características del humedal, cuando la frecuencia e intensidad son bajas. Otro estudio es el de Rodríguez (2011) quien hace una evaluación de los efectos de la ganadería y quema sobre la vegetación y el suelo de los humedales herbáceos (popal) del municipio de Alvarado, Veracruz, y concluye que las quemas controladas son de bajo impacto porque es una actividad que se realiza una vez al año y es controlada por lo que la temperatura no llega a ser muy elevada. Coincidiendo con lo encontrado en la Mintzita, en el sentido de que la baja intensidad y frecuencia de los incendios no afectan negativamente.

En el territorio nacional la información es incipiente y no es específica. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) es el organismo encargado de la prevención, control y combate de incendios a través de diversos programas. Sus reportes no cuentan con información específica de incendios de la vegetación en humedales. La Reserva de la Biosfera La Encrucijada en 1998 empieza a integrar informes de los incendios que se presentan en el área incluyendo datos sobre la cantidad de hectáreas y tipo de vegetación afectadas por los incendios, aunque no hay una evaluación de los daños provocados en cuanto a la composición y estructura (Rodríguez, 2008; Román-Cuesta y Martínez-Vilalta, 2006; CONANP/TNC, 2009).

En relación con el uso del fuego, la legislación nacional establece la normatividad y los criterios generales en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF 25/Feb/03). De manera más específica, la NOM-015 SEMARNAP/SAGARPA-2007 (DOF 16/Ene/2009) regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios y establece

las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales (CONANP, 2005).

El registro estadístico de los incendios forestales en el país y la entidad son confusos y contrapuestos. Sin embargo, hay coincidencia en que Chiapas ocupa desde 1995 los primeros lugares nacionales en superficie afectada y en ocurrencia de incendios (SEMARNAT, 2001; CONANP/SEMARNAT/REBISE, 2003; CONANP/SEMARNAT, 2005; CONANP 2005; SEMARNAT/CONAFOR, 2011).

En la REBIEN, por ser un humedal costero, la presencia del fuego pareciera fuera de lugar. Sin embargo, existen tipos de vegetación donde año con año se producen incendios naturales (rayos) o de origen antropogénico (con objeto de realizar cacería de fauna silvestre). De acuerdo con el historial de incendios forestales en la REBIEN, registrado por la CONANP, se han presentado dos tipos de incendios: los superficiales y los subterráneos (CONANP *et al.*, 2006; CONANP, 2009).

Los incendios superficiales se presentan en popales, tulares, selvas bajas caducifolias y palmares de enero a mayo por la disponibilidad del combustible superficial formado por restos de plantas y su inflamabilidad. Los incendios subterráneos se registran en la vegetación de manglar, zapotonal y tular en abril y principios de junio, ya que estas comunidades vegetales tienen grandes acumulaciones de materia orgánica (capas que van desde 50cm hasta 150 cm) en descomposición que van perdiendo humedad y hacen que estos sitios sean susceptibles a incendios de tipo subterráneo (CONANP *et al.*, 2006; CONANP/TNC, 2009).

Hasta hace algunas décadas estos incendios no representaban un peligro para los ecosistemas arbóreos, aunque sí afectaban de manera importante los humedales herbáceos. Se producían en áreas con vegetación pantanosa de tular y popal que mantenían un nivel de agua alto, lo que favorecía un control de manera natural y tenían un bajo impacto en los ecosistemas de manglar y zapotonal (CONANP 2009; Gobierno del Estado de Chiapas 2001; TNC, 2001).

Sin embargo en los últimos años se han prolongado las sequías, ha aumentado la temperatura y las lluvias no se presentan de manera regular, además de la alteración del curso de los ríos en la cuenca media, cambiando el régimen hidrológico de la parte baja. (Hannah *et al.*, 2002; Lloret, 2004; Nelson *et al.*, 2008; Salinas, 2009; TNC, 2010, Bardsley *et al.*, 2010; Pyke *et al.*, 2010). Estas condiciones se han observado a partir de 1998 y se

han producido un mayor número de incendios dentro de la reserva, abarcando superficies más grandes y presentando mayor duración.

Cada ecosistema ha desarrollado su propia dinámica en relación con los incendios, resultando lo que se conoce como régimen del fuego, que se caracteriza por la frecuencia, la intensidad, la duración, la magnitud y la temporada en la cual ocurre. Sin embargo, este régimen natural ha sido alterado, poniendo en peligro a los ecosistemas y las comunidades humanas. En la reserva se presentan dos tipos de régimen según la vegetación: están los ecosistemas dependientes del fuego y los influenciados por el fuego, aunque ambos están siendo modificados por factores antropogénicos (CONANP *et al.*, 2006; Rodríguez, 2008; CONANP/TNC, 2009).

En el caso de los zapotonales, se considera dentro del régimen influenciado por el fuego y se estima que de manera natural la frecuencia de los incendios en estos ecosistemas debería ser de periodos de más de 200 años (CONANP/TNC, 2009). Sin embargo, en la última década se han presentado varios incendios subterráneos por año principalmente entre los meses de abril a junio.

En la REBIEN se desconoce la presencia de incendios para este tipo de vegetación antes del 1998, dado que no existía un registro de los incendios para este tipo de vegetación.

Objetivos

- Rescatar información sobre los usos y costumbres que las comunidades locales tienen con respecto a los bosques de *Pachira aquatica*.
- Describir los daños, en cuanto a superficie afectada y frecuencia, provocados por los incendios en los bosques de *Pachira aquatica*.

Métodos

Las comunidades que se eligieron para trabajar fueron Brisas del Hueyate y Aztlán del municipio de Huixtla, dos ejidos con su núcleo urbano y terrenos de trabajo cercanos al área de estudio.

Se realizó una revisión de la información relacionada con los ejidos de Brisas de Hueyate y Aztlán, en el acervo bibliográfico de la REBIEN para contar con el contexto socioeconómico y ambiental.

Para obtener información de los habitantes se usaron diferentes técnicas y herramientas de la investigación cualitativa, ya que la validez, significado e ideas de este tipo de

investigación tienen más relación con la riqueza de la información y análisis del investigador que con el tamaño de muestra. El objetivo no es definir la distribución de una variable, sino establecer relaciones y los significados de un tema (Tarrés, 2008).

Se aplicaron tres técnicas: la primera son los grupos de discusión en talleres y reuniones, la segunda la aplicación de entrevistas semiestructuradas a miembros de la población y la tercera obtener la información mediante la observación participante (Sánchez, 2008)

Las actividades con los grupos de discusión se desarrollaron en talleres y reuniones organizadas por el personal de la REBIEN. La intervención durante estas actividades fue al inicio o al final, durante un espacio de aproximadamente de una hora y media donde se presentó el proyecto y el objetivo al inicio de cada reunión. Ello permitió contextualizar y solicitar su apoyo para obtener la información. La técnica de grupos de discusión (Margel, 2008) recomienda un máximo de 10 participantes, sin embargo, se tuvo que trabajar con grupos más grandes que están integrados para trabajar en los proyectos administrados por la REBIEN.

La dinámica de la actividad se dio en el siguiente orden: una presentación del proyecto, los objetivos y las actividades de monitoreo que se estaba desarrollando en los bosques de zapotonales. Al final de la presentación se les dio un espacio para saber si tenían alguna duda o pregunta y su mayor interés fue saber si les conseguiría algún apoyo a través de proyectos, así que fue muy importante dejar claro que no era el objetivo de mi investigación y que si alguien no le interesaba participar podía retirarse del lugar. En todas las sesiones se pidió su consentimiento para grabar la sesión de trabajo y la discusión giró entorno a los tres temas guía: la utilidad de los bosques de zapotonales, las características del zapotón, (*Pachira aquatica*) y un tercer tema sobre su opinión acerca del área natural en la que se encuentra su comunidad (Anexo 4). Durante la sesiones para escribir la información me apoyé con rotafolios y notas. Al final para para el análisis, se tuvieron tres sesiones grabadas, la información de los rotafolios y las notas.

Se llevaron a cabo cuatro discusiones grupales, dos en cada ejido (Cuadro 10). Las dos primeras fueron en Brisas de Hueyate con un grupo de 15 mujeres de diferentes edades, la mayoría madres jóvenes y señoras de la tercera edad. La sesión duró aproximadamente 45 minutos. En el siguiente grupo participaron 10 hombres y tuvo una duración de 90 minutos.

En Aztlán los grupos fueron más numerosos. El primer grupo de discusión en este ejido fue de 40 hombres y la sesión duró aproximadamente 90 minutos. En la última discusión participaron 18 personas (15 hombres y 3 mujeres), y el tiempo de la actividad fue de 90 minutos aproximadamente.

Cuadro 10. Número de participantes en grupos de discusión y entrevistas en las comunidades de Brisas del Hueyate y Aztlán

Actividad/Ejido	Brisas del Hueyate		Aztlán	
	Sep 2010	Oct 2010	Nov 2010	Oct 2011
Grupos de discusión	15 mujeres	10 hombres	40 hombres	15 hombres 3 mujeres
Entrevistas	4 hombres 2 mujeres		2 hombres	

Las entrevistas semiestructuradas, se basaron en los mismos temas que las discusiones grupales (Anexo 4). Se ejerció un control mínimo sobre las respuestas del informante, ya que la idea es que las personas se expresaran abiertamente en sus propios términos. Para definir la muestra para la aplicación de las entrevistas se usó un muestreo teórico de tipo intencional donde no existe un tamaño de muestra definido y está abierta la posibilidad de añadir más entrevistados de acuerdo con los requerimientos de información, hasta que los informantes no aporten datos nuevos (Sánchez, 2008; Vela, 2008). Las primeras personas que se eligieron para entrevistar fueron las autoridades comunitarias y algunos de los habitantes fundadores de las mismas. El resto fue por recomendaciones de los primeros entrevistados, es decir, siguiendo el método de bola de nieve en el cual el entrevistado recomienda otra persona para ser entrevistada (González-Marín *et al.*, 2012).

En total se hicieron ocho entrevistas (Cuadro 11), seis en la comunidad de Brisas de Hueyate (2 mujeres y 4 hombres) y en Aztlán fueron dos hombres. Las personas entrevistadas nacieron en las comunidades de estudio. Sólo el comisariado de Brisas dijo ser originario de la comunidad de San José Hueyate, una comunidad vecina, y tiene radicando más de 20 años en Brisas de Hueyate.

El lugar de las entrevistas fue la casa del informante, solo hubo una excepción de una mujer de Aztlán que fue entrevistada en el embarcadero de San José. La duración de

cada entrevista fue entre 90–120 minutos, dos fueron grabadas y el resto de las personas prefirió no ser grabadas.

Con respecto al objetivo relacionado con los incendios, la información se recabó de los informes de la CONANP-REBIEN (CONANP, 2005; CONANP, 2006) y reportes de las bases de datos anuales de los incendios que se han presentado de 1998 a 2011 en la reserva. En ellos se reporta el número de incendios por año, los sitios de los incendios, las hectáreas afectadas y el tipo de vegetación dañada.

Análisis de la información.

Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos de las discusiones grupales, entrevistas y observación participante, se escucharon las grabaciones, que en total fueron cinco (tres discusiones grupales y dos entrevistas) y se extrajo la información que corresponde a los aspectos de interés. De igual manera las notas de campo se transcribieron, se simplificaron y organizaron con base en los objetivos y preguntas de investigación. La información obtenida a partir de las discusiones, entrevistas y observación participante, fue verificada, enriquecida y complementada, como lo plantea la triangulación (Vela, 2008 y Sánchez, 2008) a partir de la cual los datos obtenidos son verificados mediante el empleo de diferentes métodos o técnicas para la recopilación de datos. La información obtenida en cada taller se ordenó siguiendo las preguntas guía para los tres temas. En el caso de los talleres grabados una vez que se obtuvieron los datos de interés se completaron con la información de las notas y las observaciones de campo. Para los talleres donde no hubo grabación las notas y observaciones se ordenaron de la misma manera. La información de cada taller y entrevista compararon para integrar la información, que junto con las observaciones de campo se presentan en los resultados.

Resultados

Características socioeconómicas principales de Brisas del Hueyate y Aztlán.

Se consultó el diagnóstico participativo socioeconómico y ambiental de Aztlán (CONANP *et al.*, 2007), los informes de los proyectos productivos de maíz criollo (CONANP *et al.*, 2010, 2011) y las actividades de reforestación administradas por la REBIEN (CONANP *et al.*, 2009, 2010, 2011). Con la información obtenida se corroboró y actualizaron los datos para caracterizar desde el punto de vista socioeconómico a las comunidades. Esta caracterización se complementó con las observaciones personales.

En la primera parte de los resultados se presenta la información básica de los ejidos, las características más sobresalientes, así como sus actividades productivas. Como marco de

referencia se incluye información sobre su ubicación y los principales datos socioeconómicos. No se mencionan las características ambientales ya que corresponden a la descripción del área de estudio. También se incluye información sobre los diferentes actores sociales: instituciones gubernamentales y no gubernamentales, academia y otros centros de investigación que han realizado alguna actividad en las comunidades de estudio.

En la segunda parte se presentan los resultados de las entrevistas y talleres grupales. La información es agrupada con base a las respuestas al cuestionario guía (Anexo 4) y se ordenaron acorde a los temas: Utilidad de los bosques de zapotales, características del zapotón (*Pachira aquatica*) y relación con el área natural protegida.

Las comunidades en que se trabajó pertenecen al municipio de Huixtla. La comunidad de Aztlán está ubicada en las cercanías de las coordenadas 15° 00' 33'' Latitud N y 092° 42' 25' Longitud O y Brisas del Hueyate en 15° 01' 23'' Latitud N y 092° 52' 13'' Longitud O (Figura 20). Ambas comunidades fueron fundadas en las décadas de los sesentas y setentas por campesinos que llegaron de otras ciudades del estado como Tapachula, Huehuetán, de la misma cabecera municipal y de otros estados como Guerrero, que buscaban tierras para cultivar. Aztlán se consolidó primero como ejido, al recibir la dotación de tierras en julio de 1970 con 651 ha para 34 ejidatarios, y Brisas del Hueyate en octubre de 1991 recibió 547.5563 ha para 40 ejidatarios.

Actualmente son comunidades con una población de 286 habitantes para Aztlán, de los cuales 145 son hombres y 141 mujeres; en Brisas de Hueyate viven 177 habitantes, 93 hombres y 84 mujeres. Los datos fueron proporcionados por el sector salud de la zona. Los centros de población de ambas comunidades están cercanas, aproximadamente a 1.5 km de distancia y ambas se localizan en las márgenes del estero Hueyate.

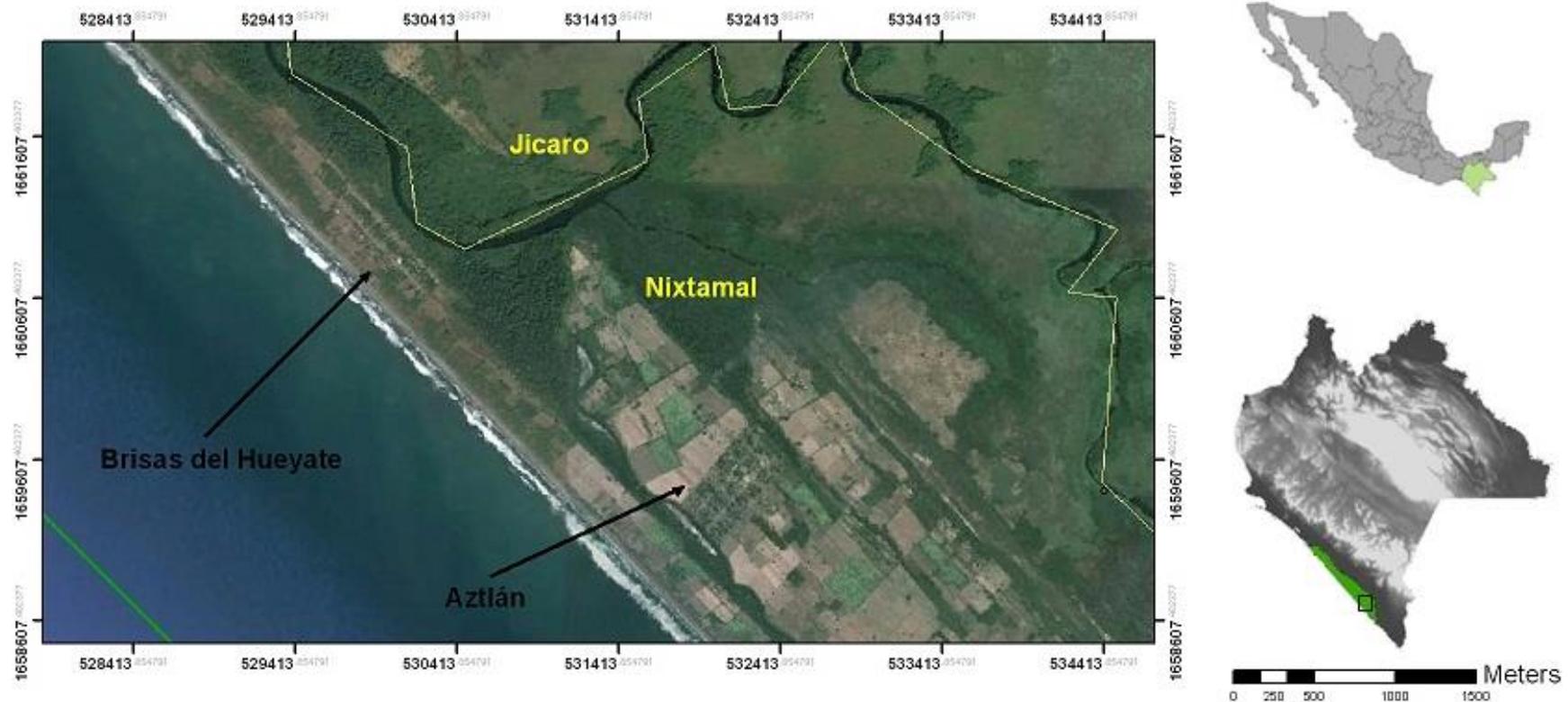


Figura 19. Ubicación de las comunidades Brisas del Hueyate y Aztlán. www.google/earth.com.

El camino para acceder a las comunidades es de terracería y llega de la comunidad Barra San José y comunica a la cabecera municipal de Mazatán. Las condiciones del camino son malas y empeoran cada año en época de lluvias, volviéndose incluso inaccesible. Otra vía de acceso es acuática a través del embarcadero las Garzas, municipio de Acapetahua. Esta ruta es poco utilizada por el gasto de combustible del motor fuera de borda. Se abrió otra ruta acuática para salir al municipio de Huixtla, pero solo funciona en la temporada de lluvias. Para transportarse por vía terrestre existen dos camionetas acondicionadas para el transporte público, que tienen de dos a cuatro horarios de salida dependiendo de las condiciones del camino. El viaje es de aproximadamente tres horas, saliendo de la cabecera municipal de Mazatán.

Ambas comunidades tienen luz eléctrica, sin embargo durante la temporada de lluvias se presentan fallas en el suministro de energía por semanas, debido a la falta de mantenimiento o porque se queman los transformadores con las tormentas eléctricas. En cuanto al suministro de agua, sólo se cuenta con pozos artesianos que en su mayoría tienen bombas eléctricas para la extracción del líquido. No se cuenta con un sistema de drenaje. Las casas que cuentan con baños utilizan fosas sépticas y aún se sigue presentando defecación al aire libre.

Pocas viviendas cuentan con piso de cemento, aunque es costumbre mantener un área libre de cemento, comúnmente la cocina. Los techos en su mayoría son de palma, pocas son de láminas o concreto. El principal limitante para la construcción de casas de material es el factor económico, ya que la construcción resulta cara debido al transporte de los materiales. En Aztlán se puede observar un mayor número de casas construidas de material.

En cuanto a salud, solo la comunidad de Aztlán cuenta con una casa de salud a la que una vez por semana llega la enfermera y en el caso de Brisas de Hueyate, aunque no cuenta con este espacio, la enfermera llega y utiliza la casa ejidal para consultas. La mayoría de la gente se automedica sin un diagnóstico confiable y en casos graves salen hasta Mazatán al centro de salud o a Tapachula al hospital general o a consulta con el médico particular. Aquellos que cuentan con apoyo de Oportunidades tienen acceso al seguro popular, pero solo en casos graves son canalizados al hospital. Los medicamentos se compran sin receta médica y los adquieren en la comunidad de Barra San José, a una hora aproximadamente de las comunidades y en caso de medicamentos especiales en Mazatán o Tapachula.

En el área de educación ambas comunidades tienen escuelas de nivel preescolar y primaria con sistema multigrado. Aztlán cuenta con telesecundaria a donde acuden los jóvenes de las comunidades vecinas. En Aztlán reportan en el diagnóstico socioeconómico que el 43% de la población adulta era analfabeta.

En relación a las actividades productivas, la pesca fue por muchos años la principal. En Aztlán existe una Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Bienes y Servicios, llamada la Huatosa, constituida legalmente en 1982, aunque realizaba actividades desde 1977. Actualmente pocos son los que se dedican solo a la pesca porque los volúmenes de captura han disminuido drásticamente. En Brisas de Hueyate no hay una cooperativa y la mayoría de los pescadores están integrados a la cooperativa la Huatosa. La pesca diaria es con fines de autoconsumo. Las especies, que se capturan, en orden de importancia son: camarón, pargo, tacazonte, lisetas, mojarra, lisa, bagre, pejelagarto, mojarras nativas y zambucos. Los últimos cuatro son básicamente para autoconsumo.

La agricultura se está convirtiendo en la principal actividad al disminuir la pesca, por lo que cultivan especies que son apoyadas por programas gubernamentales, como el marañón (*Anacardium occidentale*), fruto del que se obtiene la nuez de la india y que en los últimos años su valor ha aumentado y es “bien” pagado según los productores. Durante la cosecha genera empleos para recoger las semillas. Otros productos son el ajonjolí, el coco y para autoconsumo el maíz. Para este último reciben apoyo de la CONANP, ya que es maíz criollo.

La ganadería es la actividad en la que menos productores participan por los costos de inversión que implica la compra de ganado. Para el desarrollo de esta actividad se han sembrado pastos no nativos de la región como el zacate colcho (*Melinis minutiflora*), zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*), zacate trasvala o pangola (*Digitaria decumbens* var. *trasvala*), zacate borrego (*Cynodon dactylon*), zacate brizanta (*Brachiaria decumbens* var. *basillsk*) y los rendimientos no son los esperados.

Los cultivos de traspatio comunes son: naranja (*Citrus sinencis*), limón (*Citrus* sp.), plátano (*Musa* sp.), mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), tamarindo (*Tamarindus indica*), carambola (*Averrhoa carambola*), almendra (*Terminalia catappa*), capulín (*Muntingia calabura*), nance (*Byrsonima crassifolia*), jobo (*Spondias mombin*). Con lo que respecta a los animales, los cerdos, gallinas, patos, gansos, guajolotes y borregos son los más frecuentes. Estas actividades en la mayoría de los casos están a cargo de las

mujeres y los productos obtenidos son para autoconsumo y venta dentro de las mismas comunidades.

La organización social en ambas comunidades consta de un juez y un comité de vigilancia que representan al municipio. Los ejidatarios cuentan con un comisario, un secretario y un tesorero. Existen comités de padres de familias en las escuelas y para los diferentes apoyos que se les otorga como Oportunidades y el grupo de la tercera edad. Las religiones presentes son adventistas, pentecostés, católica y testigo de Jehová.

En Aztlán existen grupos constituidos legalmente como son la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Bienes y Servicios La Huatosa S. C. S. de C. V., el grupo de los productores de marañón llamado Isla de Aztlán, A.C. y el grupo de Ganaderos de Aztlán, A.C. La comunidad de Brisas de Hueyate no tienen grupos legalmente constituidos. Actualmente se están organizando buscar apoyos para promover actividades ecoturísticas. Por otro lado, en ambas comunidades se forman grupos de manera temporal para recibir apoyos de los Programas de Empleos Temporales (PETs) u otros programas en especial para las actividades productivas.

Las instituciones que han tenido participación en estas comunidades son la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Reserva de la Biosfera La Encrucijada (CONANP-REBIEN), la Secretaría de Pesca (SEPECSA), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Secretaría Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Educación Pública (SEP) Coordinación General del Plan Nacional Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR) a través de Diconsa y el Ayuntamiento Municipal de Huixtla. También se mencionan instituciones que impulsan proyectos turísticos, aunque desconocen si son instancias estatales o federales. En Brisas de Hueyate años atrás los apoyaron para construir un centro de atención a visitantes pero no funcionó porque no llegan visitantes.

La mayoría de los terrenos ejidales, están ubicados en áreas de humedales dentro de la zona núcleo "Encrucijada" de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, por lo que se considera importante conocer la forma en que son aprovechados los recursos y los daños ambientales que pueden ocasionar.

Para la captura de fauna silvestre es común durante la temporada de secas provocar incendios en los tulares y popales para obligar a salir de sus refugios a especies como tortugas e iguanas.

En la agricultura y ganadería existe un uso inadecuado de agroquímicos y la introducción de especies no nativas para su cultivo. Tal es el caso del cultivo del marañón (*Anacardium occidentale*) y los pastos para la alimentación del ganado.

La madera del manglar es aprovechado para la construcción de casas y el suministro de leña. En este sentido los bosques de *P. aquatica* son poco aprovechados ya que la madera no se considera aceptable para la construcción, aunque hay algunos que mencionan que dura mucho.

Grupos de discusión y entrevistas

A continuación se presentan los resultados del trabajo con los grupos de discusión, las entrevistas y las observaciones en campo. Los puntos de vista fueron expresados por uno o varios de los participantes en las reuniones en grupo o entrevistas. Se desarrollan los temas centrales y las preguntas que se utilizaron durante el estudio.

Tema: Utilidad de los bosques de zapotonales

Pregunta uno: ¿Conocen los bosques de zapotonales o zapotón (nombres por el que se conoce en la región a *P. aquatica*)?

Los habitantes de ambas comunidades los conocen y saben donde se localizan. En Brisas del Hueyate del grupo de 15 mujeres al menos 10 no los han visitado. La especie o “palo” (refiriéndose al árbol) es identificado fácilmente porque hay individuos cercanos a la comunidad. Todos los hombres conocen el bosque y también lo llaman zapotonas.

Pregunta dos: ¿Tienen alguna utilidad los bosques de zapotonales para su comunidad?

La respuesta de la mayoría fue no de manera directa, porque la madera no era útil para construir. Sin embargo, recordaron que años atrás (no pudieron precisar cuantos) utilizaban la madera para cercar los patios, construir los “barejes” (una especie de tapanco donde guardan el maíz) y algunas veces para construir casas Como suministro de leña, muy ocasionalmente es usado. Las mujeres recordaron que la base del árbol (los contrafuertes) se utilizaban como lavadero en el estero. En las entrevistas, las autoridades de ambas localidades mencionaron desde el inicio que los bosques son útiles por el aire limpian y como refugio de los animales. Para construir sus casas prefieren el mangle rojo (*R. mangle*) y blanco (*L. racemosa*) porque es madera, más resistente y durable.

No es utilizado como medicina, aunque han escuchado que puede curar “los riñones”, pero desconocen que parte de la planta se usa y la manera de usarlo. Como alimento se come la fruta cuando está tiernita porque es dulce, sin embargo pocos la han probado.

Los bosques son señalados como sitios de caza de “casquitos” (tortugas dulceacuícolas) y hace años iguanas reales (iguana verde). Sin embargo ya no son frecuentados porque es difícil localizar a los “animalitos”.

Pocos participantes mencionaron los beneficios de protección contra las fuertes lluvias y como áreas de reproducción de fauna

Pregunta tres: ¿Hay algún beneficio personal que les brinden?

La primera respuesta fue que no les beneficia, solo para los que cazan tendría un beneficio, esta opinión fue del grupo de mujeres en Brisas del Hueyate y de 6 personas del segundo taller en Aztlán. El resto de los participantes en los talleres opinaron lo contrario, que sí les beneficia porque los protegen de la lluvias y que “pues ahí está el alimento de lo que pescan” (haciendo referencia al camarón) y mencionaron que por estas razones es importante mantener los bosques.

Pregunta cuatro: ¿Qué plantas y animales viven en los bosques de zapotonales?

Las plantas mencionadas fueron: mangle rojo (*R. mangle*), en algunos lugares búcaro (*Crinum erubescens.*), guapinolillo (*C. oaxacana*), escobo (*Z. conzattii*), carnero (*Coccoloba* spp.). En los bosques cercanos al Encuentro (sitio donde desembocan el río Huixtla y Mazateco) hay tamarindillo, papaturro, vara blanca (*L. racemosa*), botoncillo (*C. erectus*), bejuco de agua, bejuco de ajo y liguilla. Estas plantas no tienen un uso, excepto el mangle rojo (*R. mangle*) y la vara blanca (*L. racemosa*), que cuando los necesitan los buscan en sitios donde son abundantes.

En cuanto a la fauna, han visto mapaches (*Procyon lotor*), pizotes o andasolos (*Nasua nasua*), hace años al tigre (*Panthera onca*), el cochi de monte (*Tayassu pecari*), venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), perrito de agua (*Lontra longicaudis*), tepezcuintle (*Agouti paca*), casquitos (*Kinosternum scorpioides*), iguana (*Iguana iguana*) y aves como garza blanca (*Egretta thula*), garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*), garza verde (*Butorides striatus*), águila canela (*Busarellus nigricollis*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), chupahuevo (*Campylorhynchus chiapensis*), martín pescador grande (*Ceryle* sp.), martín pescador chico (*Chloroceryle aenea*), martín pescador mediano (*Chloroceryle americana*), chachalacas (*Ortalis* sp.), urracas (*Calositta formosa*), calandrias (*Icterus* sp.), zanates

(*Quiscalus mexicanus*), entre otros. Las mujeres señalaron que seguramente hay muchas culebras, como el cantil (*Agkistrodon bilineatus*). El grupo de mujeres mencionó menos plantas y animales.

De los animales mencionados los casquitos e iguanas son cazados para autoconsumo o comercialización. La forma de captura dentro del bosque es quedarse quieto, observar el suelo y buscar la concha (caparazón de la tortuga) y una vez localizados los capturan con la mano. Las iguanas se tiran (dejan caer) de los árboles y son capturadas con mallas o a “pelo” (con las manos). Anteriormente también el cochi de monte se cazaba con arma (rifle), pero en los últimos años no se han visto.

Pregunta cinco: ¿Han escuchado de los servicios ambientales o beneficios que proporciona el ecosistema?

Ningún grupo o entrevistado supo que eran los servicios ambientales, así que fue necesario explicarles que nos estábamos refiriendo, entonces algunos dijeron que habían escuchado que pueden recibir dinero por los servicios ambientales. Así que en esta pregunta más que buscar una respuesta se les explicó qué son los servicios ambientales y cómo funciona el pago por servicios ambientales.

Al término de la explicación les pedí que identificaran los servicios que les proporcionan los bosques de zapotonales. Mencionaron la protección contra las lluvias fuertes y las inundaciones, la producción de alimento para los peces, los animales que capturan para alimentarse, madera para las casas y al final mencionaron que si los bosques no existieran, haría más calor.

Tema: Características del zapotón (*Pachira aquatica*)

Pregunta uno: ¿Saben en qué meses se ven flores y frutos de los zapotonales?

Antes de formular esta pregunta les pedí describieran los árboles de zapotón (*P. aquatica*), sus flores, frutos y semillas. Todos identificaron bien a la especie y en el área no hay otra especie con la que se pueda confundir. Dijeron que todo el año ven flores, frutos y semillas del zapotón. En el cuadro se muestran los meses que señalan con la mayor abundancia las flores, frutos, hojas cayendo, semillas y plántulas. Para integrar el cuadro se contó con el apoyo de los guardaparques de la REBIEN (Cuadro 11).

Cuadro 11. Meses que marcan la mayor abundancia de las diferentes partes y estadios de *P. aquatica*.

Meses	Flor	Fruto	Caída de hojas	Semillas	Plántulas
Enero					■
Febrero					■
Marzo					
Abril					
Mayo			■		
Junio	■		■		
Julio	■				
Agosto	■				
Septiembre	■			■	
Octubre	■			■	
Noviembre				■	
Diciembre					■

Pregunta dos: ¿Hace 10 años cómo era el bosque?

La respuesta fue que era diferente. Consideraron que había más bosque en algunas partes que se perdieron por los “fuegos” (incendios) que se presentaban y duraban días. Los incendios eran frecuentes antes de la semana santa, porque la gente “pegaba” (prendían) fuego en las pampas (tulares y popales) que están alrededor del zapotón para sacar casquitos, iguanas, cocodrilos y cualquier otro animalito, y venderlos a los visitantes. Mencionan que eso fue antes de que la REBIEN formara brigadas para controlar y combatir los incendios.

Recuerdan un incendio grande en 1986, se perdió mucho bosque y no hubo quien lo combatiera y controlara. Desde entonces a la fecha se han presentado otros incendios pero no tan grandes y en los últimos años cuando se reporta un incendio la reserva con su gente llega a combatirlo. Señalaron que una vez que se quema el bosque, en la mayoría de los casos tarda en recuperarse, pero que también hay partes donde no había bosque y ahora hay.

También mencionaron los diferentes bosques que reconocen en la zona. Indicaron que hay sitios donde son más altos y gruesos, que los que están cerca de las comunidades son de tronco más delgado (donde está el área de estudio) y hay bosques de zapotonales más extensos donde los árboles son más gruesos.

Otro elemento de cambio en los bosques son los bejucos. Han observado que hay más cantidad y el peso llega a tirar los árboles, en especial la liguilla que antes no se veía tanto como ahora.

Dentro de esta pregunta les mencioné si habían observado afectaciones al bosque durante las lluvias intensas. Dijeron que no, el agua subía y no le pasaba nada, pero los fuertes vientos conocidos como trombas se presentaban en cualquier momento del año y sí derribaban los árboles.

También se les pidió dibujaran un mapa señalando los lugares que conocen con bosques de zapotonales. Los grupos que elaboraron mapas fueron de la comunidad de Aztlán (Figura 21). En los grupos de Brisas del Hueyate no fue posible esta actividad, en el caso del grupo de mujeres no quisieron dibujar argumentando que no les quedaría bien. El grupo de hombres pidieron que les dejara el material (rotafolios y marcadores) para hacerlo en otro momento, sin embargo no lo entregaron más adelante.

Tema: Relación con el área natural protegida

Para este apartado hay que recordar que los participantes en los talleres, en su mayoría, forman parte de los grupos de trabajo de proyectos productivos promovidos por la REBIEN, y sus opiniones pueden estar influenciadas por este hecho. Esto se detectó al analizar la opinión de las mujeres y entrevistados que no forman parte de proyectos productivos. Existe una diferencia en la manera que perciben a la reserva y las actividades que ésta realiza (asesorías, capacitación, acciones de educación ambiental, entre otras).

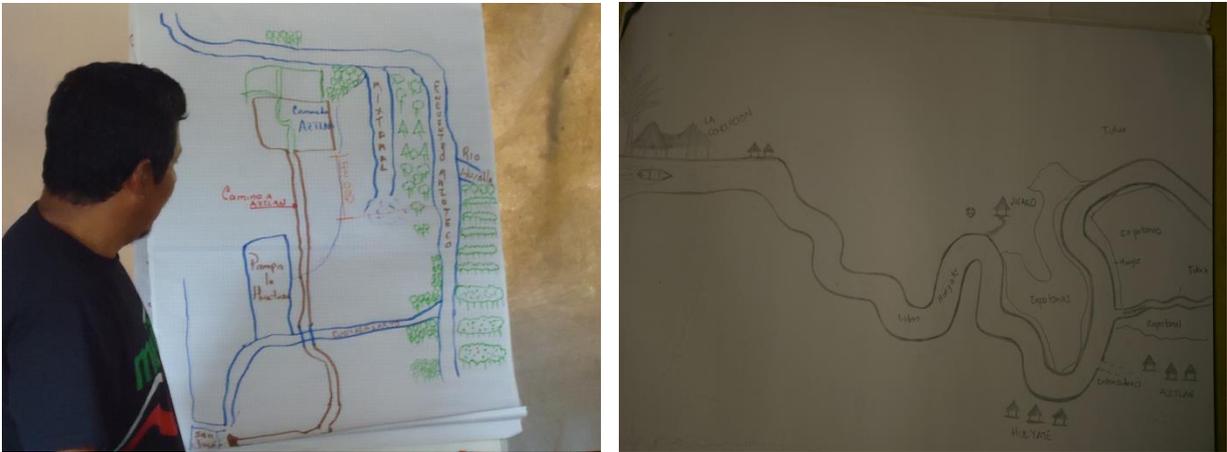


Figura 20. Dibujos de mapas de ubicación de áreas con bosque de *P. aquatica*.

Primera pregunta: ¿Saben que su comunidad pertenece a una reserva o Área Natural Protegida?

El grupo de las mujeres de Brisas del Hueyate la mayoría dijeron que no sabían si su comunidad está dentro de la REBIEN. Las que dijeron que sí, no tienen claro que es un área natural protegida, porque dijeron que la reserva fué hace años, haciendo referencia a 1995 cuando se decretó el área como Reserva de Biosfera y llegó el entonces presidente de México, Ernesto Zedillo, a la comunidad para el evento. Así que se les explicó qué era un área natural protegida y cuál es la Reserva de Biosfera en la que está su comunidad. Los miembros de los otros tres grupos saben que su comunidad pertenece a una reserva. Cabe recordar que estos grupos trabajan en proyectos administrados y gestionados por la REBIEN. En el caso de las entrevistas una de las mujeres no supo y se le explicó también que son y a cuál pertenece su comunidad.

Pregunta dos: ¿Conocen cuál es la función de la reserva?

Las respuestas fueron, para cuidar que no se acabaran los bosques de mangle, que no hubiera gente cazando animalitos y se conservara la biosfera (es una de las formas de llamar al área natural protegida). El grupo de mujeres mencionó las prohibiciones de la reserva para capturar animales, no poder cortar mangle para construir sus casas y platicaron el caso de una persona de la comunidad vecina, La Ceiba, que fue llevada a la cárcel por cazar un venado y tuvo que pagar una multa. En este caso al grupo se le aclaró la manera en que trabaja la reserva, explicando que una de las funciones de la institución es denunciar los delitos ambientales o sea todos aquellos estén relacionados con dañar el ambiente como la caza de fauna silvestre, el corte de mangle, provocar incendios, entre

otros delitos, ya que son recursos que se están terminando, que ellos todavía tienen pero en otros lugares no existen. Se explicó que es necesario que los cuiden junto con la REBIEN para que no les hagan falta. También se les aclaró que la institución encargada de los delitos ambientales es la PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) y no la reserva.

Tercera pregunta: ¿Conocen qué tipo de proyectos apoya la reserva?

El grupo de mujeres sabe que hay un grupo de hombres con apoyos económicos para sembrar arbolitos de zapotón, y desconocen que otros proyectos pueden otorgar la reserva. Los grupos de la comunidad de Aztlán mencionaron que ellos están trabajando con la REBIEN en proyectos para la siembra de maíz criollo. La institución los ha capacitado para la elaboración de abonos orgánicos que no contaminan, el manejo de ganado y querían saber qué otros proyectos pueden ser financiados por la reserva. El grupo de hombres de Brisas de Hueyate también tiene apoyo para la siembra de maíz criollo y están sembrando “zapotonés”, pero que habían visto que la mayoría de los arbolitos sembrados no sobrevivían. Este grupo tiene interés en solicitar apoyo a la reserva para formar un grupo de ecoturismo.

Cuarta pregunta: ¿Las actividades que realiza la reserva, como vigilancia, pláticas a los niños en las escuelas o visitas a sus terrenos, les ha perjudicado?

El grupo de mujeres contestó que sí, porque no podían vender animalitos y tenían problemas por vender madera de mangle. Les preocupaba que alguien fuera denunciado por matar a los cocodrilos grandes que nadan cerca de la comunidad y son un peligro para los niños que andan cerca de la orilla del estero, además de no poder desmontar terrenos para sembrar porque la reserva se los prohíbe. El resto de los grupos mencionaron que la reserva les prohibió cazar, quemar para sembrar sus terrenos, cortar madera a menos que sea para uso doméstico. Sin embargo ahora los están apoyando a través de proyectos.

Incendios

Se revisó la información generada en relación a los incendios en la REBIEN. Se tuvo acceso a notas informativas de los incendios más relevantes por el área de afectación y a la base de datos e informes de los incendios.

Se encontraron y revisaron dos notas informativas. La primera un incendio en el municipio de Villa Comaltitlán, en el paraje Jícaro en mayo del 2004. Se refiere a un incendio que afectó 3,317 ha en total, 300 de las cuales fueron de zapotón. La segunda nota es de un incendio entre los municipios de Huixtla y Mazatán en los parajes de La Ceiba y Mazateco, en abril de 2006 con una afectación de 3,142 ha con daños a vegetación de zapotón (no se precisaron cuantas hectáreas) y se describen los daños causados a la fauna silvestre, en particular a vertebrados como los mamíferos y las aves, que se observó desplazándose en busca de refugios, se registraron huellas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jaguar (*Panthera onca*) y mapache (*Procyon lotor*). También se observaron animales muertos por asfixia y quemaduras, como el puercoespín (*Coendou mexicanus*). Se reportaron aves desorientadas, con pérdida de equilibrio e incapacidad para volar. La herpetofauna fue la más afectada ya que se encontraron cuerpos calcinados de tortugas, cocodrilos y ranas.

En las notas informativas se reportan las instituciones que colaboraron para el control y combate de los incendios: Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas (CONANP), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Centro Estatal de Incendios Forestales del Chiapas (CECIF), Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), Secretaría de Marina (SEMAR), Protección Civil y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), brigadas comunitarias de Ceniceros en el municipio de Pijijiapan, San Fernando de Huixtla y Salvación en Villa Comaltitlán.

Se revisó la base de datos de 1998–2011. La información contenida es la ubicación, la frecuencia, el tipo de vegetación afectada y la causa de los incendios. No hay datos completos de 2007 y 2008, solo aparece el total de hectáreas quemadas (Cuadro 12). En total de los 14 años registrados, en ocho se presentaron incendios en los bosques de *P. aquatica*., En el año de 1998 se registró el mayor número de hectáreas quemadas. Los incendios en los bosques de *P. aquatica* se producen en los meses de abril a junio y la causa principal es por la cacería de fauna silvestre.

Cuadro 12. Hectáreas afectadas por incendios entre 1998 – 2011 en la REBIEN. SD: Sin Datos.

Año	No. de incendios en los bosques de <i>P. aquatica</i>	Incendios totales	Hectáreas afectadas los bosques de <i>P. aquatica</i>	Total de hectáreas afectadas
1998	1	10	749	5188.5
1999	1	8	1	143
2000	1	19	1	566
2001	0	19	0	633
2002	3	16	108	2040
2003	1	26	4	6104.5
2004	1	28	300	3317
2005	0	18	0	1643.6
2006	2	7	69	3142.55
2007	SD	SD	SD	1102
2008	SD	SD	SD	789
2009	3	20	36	4620.03
2010	0	3	0	155
2011	0	19	0	2409.5

En el mapa (figura 22) se observan los sitios en los que se han registraron los incendios entre 1998 y 2011 y que afectaron áreas con bosque de *Pachira aquatica*. Todos se concentran cercanos y dentro de la zona núcleo Encrucijada. El mapa también muestra la localización de los principales asentamientos.

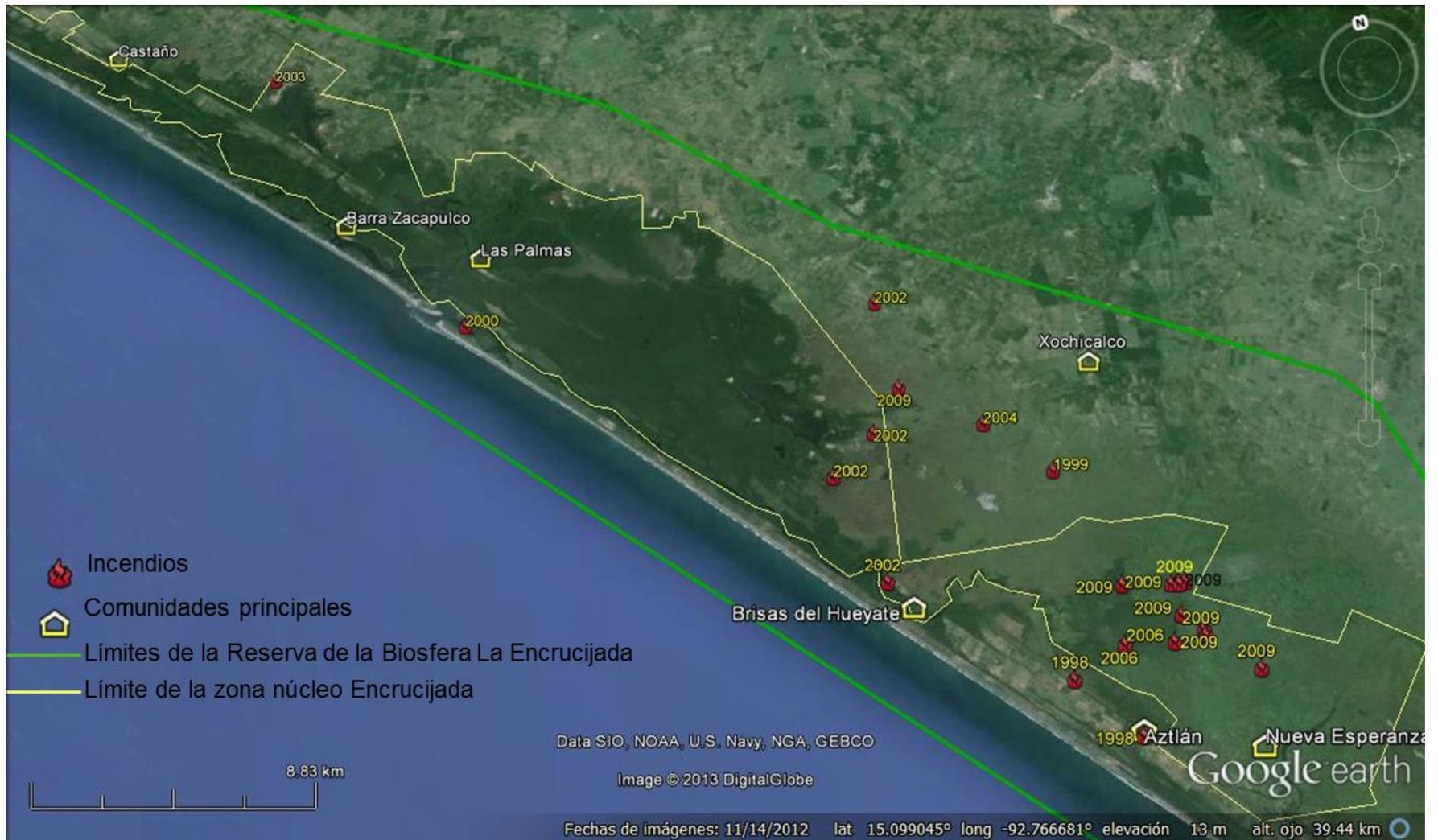


Figura 21. Mapa de los sitios impactados por incendios de 1998 – 2011. www.google/earth.com (22/12/2006).

Discusión

Usos y costumbres sobre el uso de *Pachira aquatica*

El análisis e interpretación de los usos y costumbres de *P. aquatica*, se hizo a partir de las percepciones porque en éstas se pone de manifiesto el orden y el significado que la sociedad asigna al ambiente y se evidencian los modos de interacción de las personas con sus ecosistemas (Castillo *et al.*, 2005). También permite indagar sobre las motivaciones que impulsan las acciones de los individuos sobre su entorno natural y social (Sánchez, 2010). Para el objetivo de este estudio fue importante considerar las nociones que permitieron identificar, en muchos casos, lo que se considera un beneficio y documentar lo que los habitantes consideran les brindan los ecosistemas donde viven.

Bajo este marco el enfoque cualitativo es versátil y flexible (Galindo, 1998). En este caso fue necesario adaptarlo a las condiciones que se presentaron para obtener la información y poder acercarse a la gente de las comunidades para conocer la percepción que tienen de los recursos y en particular de *P. aquatica*, como especie y como bosque. Fue posible identificar los beneficios, daños o molestias que se dan como resultado de las interacciones entre los habitantes de las comunidades, los ecosistemas bajo estudio y la presencia de un área natural protegida. Esta información puede enriquecer y evidenciar lo que es importante para los habitantes y que no ha sido examinado con detalle para trabajar con el manejo de los recursos.

Las comunidades asentadas en la zona de estudio son de reciente historia y sus características socioeconómicas tienen muchas similitudes, como los sistemas de producción, su total dependencia de ellos y los bajos ingresos. No tienen más de 100 años de haber fundado los poblados y aún viven algunas de las personas fundadoras, que comentan las dificultades para llegar al sitio porque había mucho “monte” (vegetación natural). Platican que el tiempo para llegar de Mazatán era todo el día caminando en pantanos y era difícil abrir el monte, así que solo cargaban con lo indispensable. Una vez elegido el sitio para vivir empezaron a construir sus casas con palos de mangle y palma real. La presencia de agua dulce era la principal razón para establecerse en un sitio, así que hicieron pozos artesianos y encontraron agua dulce a menos de tres metros. De esta manera empezaron a hacer uso de los recursos para construir sus casas y fueron eligiendo sus terrenos.

En este sentido, en las localidades de estudio no existen tradiciones culturales particulares y no hay formas distintas o tradicionales en el uso de los recursos biológicos.

Tuvieron un desarrollo muy semejante en cuanto a sus patrones de colonización del humedal y al uso de los recursos naturales. Su visión ha sido sobre todo utilitaria. Así que la conservación y transformación es una necesidad vinculada a la satisfacción de los requerimientos básicos de la vida y de igual manera la no transformación de los mismos se puede llegar a considerar un riesgo, por ejemplo de daños por animales peligrosos o como fuente de plagas (Sánchez, 2010).

La forma en que se realiza el manejo de los recursos naturales tiene que ver con las relaciones sociales que se dan en cada comunidad. Una relación muy importante que hay que tomar en cuenta es la que se presenta entre mujeres y hombres, pues tienen diferentes formas de acceso, uso y manejo de los recursos, por lo tanto de conocimientos. Muchas veces no es fácil reconocer las distintas maneras en que hombres y mujeres intervienen en el manejo de un recurso, ya que lo hacen en diferentes espacios y tiempos (Forster *et al.*, 2011). Durante el estudio lo anterior fue evidente al presentarse una diferencia de los conocimientos que tienen las mujeres y los hombres sobre *P. aquatica* y los bosques.

Vale la pena anotar la importancia de este hecho diferenciado, ya que desde la perspectiva de género, la conservación de los recursos naturales permite tener un nuevo análisis del manejo (Maya y Ramos, 2006). Durante el estudio fue evidente que el grupo de mujeres que no forma parte de proyectos de la reserva y tienen poca participación en actividades productivas, poseen escasos conocimientos sobre los bosques de zapotonales. Solo aquellas que en algún momento apoyan en la pesca, actividad casi exclusiva de los hombres, tienen conocimientos en relación al bosque de *P. aquatica*. Con base en lo anterior se pueden reconocer las desigualdades y las relaciones de poder que se establecen entre mujeres y hombres como resultado de las estructuras sociales, como lo menciona Rodríguez y colaboradores (2004). La perspectiva de género puede proporcionar una visión de la realidad diferente y se puede convertir en una herramienta para la construcción de relaciones equitativas entre las poblaciones y la naturaleza, ya que permite reconocer las diferentes condiciones en que se encuentran mujeres y hombres al utilizar los recursos del medio.

El uso de los recursos naturales y las mujeres es un tema poco documentado y las aportaciones a la conservación ambiental no son valoradas, por lo que no se les considera un elemento clave en las estrategias de conservación (Gavaldón, 2004; Hernández, 2012). Este trabajo, aunque no fue diseñado desde una perspectiva de

género, tiene el interés de resaltar la importancia que tendrá para el manejo de los recursos, el tomar en cuenta la percepción de las mujeres, ya que ellas, al igual que los hombres, dependen de la productividad de los ecosistemas, aunque tengan un menor acceso y control de los mismos. Esto no solo se aplica a los bosques de zapotonales, sino a todos los ecosistemas.

Existen algunos estudios que abordan los temas de la mujer como parte de la fuerza productiva en los ecosistemas costeros, especialmente en la pesca y algunos abordan la percepción que tienen en relación a algunos ecosistemas costeros como el manglar y los palmares (Mera, 1999; Gavaldón, 2004; Maya y Ramos, 2006; Aldana, 2008; González-Marín *et al.*, 2012; Hernández, 2012, Báez, 2013).

Muy pocos de los primeros pobladores habían habitado en humedales costeros. La mayoría se dedicaban a la agricultura, por lo que fue de las primeras actividades que implementaron junto con la pesca. Aunque pocos tenían experiencia, construyeron artes de pesca rústicos y la pesca era abundante, igual que la fauna silvestre (iguanas, tortugas tanto de agua dulce como marinas, cocodrilos, algunas especies de aves y mamíferos pequeños). La caza y cultivos eran de autoconsumo, porque pocas veces salían a los pueblos, como ellos llaman a los centros de población más grandes, por el difícil acceso.

El uso de los recursos en esos momentos fue esencial para la sobrevivencia de los colonizadores, así que durante estos primeros años tuvieron que conocerlos y seleccionar los que les daban mayores beneficios. En el caso de *P. aquatica*, fue probada como materia prima para construir casas o muebles rústicos, sin embargo, al ir conociendo mejor su ambiente, seleccionaron a las especies de mangle (*R. mangle* y *L. racemosa*) como maderas de mejor calidad, por su dureza, resistencia y durabilidad para construir casas y algunos muebles. En el caso de las mujeres, dejaron de usarlos como lavaderos cuando se construyeron pozos y empezaron a lavar en sus casas y no en el estero.

Desde el punto de vista de alimentación, las semillas de *P. aquatica* son la única estructura que tienen conocimiento se come. En Brasil las semillas se consumen, crudas o tostadas, siendo consideradas un manjar y además las hojas y flores se cocinan como vegetales. Existe información sobre el alto porcentaje de proteínas de las semillas de *P. aquatica*, similar al de la leche materna humana. Sin embargo también tienen componentes tóxicos y su consumo diario causó la muerte a ratas por intoxicación, en experimentos. Otros elementos nutritivos de las semillas son los lípidos, por lo que se está

alentando su estudio para ser utilizado como biocombustible (Oliveira *et al.*, 2000; Peres *et al.*, 2008; Peres *et al.*, 2008b).

En relación a algún uso para actividades religiosas, culturales o medicinales no mencionaron ninguno, aunque han escuchado que sirve para enfermedades de los riñones, desconocen que partes de la plantas o como utilizarlas.

Durante este primer acercamiento y exploración de los recursos, el conocimiento de los ciclos de vida de algunas especies fue esencial. Por ejemplo fue importante saber en qué momento los peces alcanzan las mejores tallas, o simplemente en que momento llegan hasta las áreas donde ellos pescan. Se reconoció la importancia de los bosques de zapotonales para producir alimento para peces y otros recursos como los camarones.

Mucha de esta información está relacionada con las temporadas de lluvias o estiaje. Se reconocen los principales cambios fenológicos de *P. aquatica*, a pesar de no ser una especie aprovechada directamente. Estos cambios en la fenología fueron corroborados también durante el trabajo de campo.

Un evento sobresaliente en el establecimiento de las comunidades es la legalización de sus terrenos, la dotación de tierra a los ejidos permitió que se empezaran a delimitar áreas y se abrieron terrenos para las actividades agrícolas, en particular suelos elevados que no se inundan. Los terrenos de los bosques de zapotonales no han sido utilizados para cultivo, porque gran parte del año están inundados. A diferencia del manglar, el bosque de zapotón no es aprovechado de manera directa y desde que se establecieron las localidades los pocos usos que se le dieron en un inicio fueron abandonados. Así pues resalta el hecho de encontrar bosques con diferentes tallas de árboles, mostrando un mosaico de regeneración. Ello habla de desaparición (por tala o fuego) de grandes manchones, que posteriormente se recuperan.

Desde esta perspectiva, el manglar es el recurso más impactado, y actualmente está protegido por la ley (NOM 059-SEMARNAT 2010 y la NOM-022-SEMARNAT-2003) y se prohíbe su aprovechamiento, aunque para las localidades está permitido el uso doméstico. Pueden cortar cierta cantidad para uso dentro de la comunidad, pero no pueden venderla. En este sentido, las selvas inundables y en particular los bosques de zapotonales no cuentan con esta protección legal y aunque no son impactados de forma directa, su extensión ha disminuido por el avance de la frontera agropecuaria y los incendios que han cambiando la vegetación. Los guardaparques de edad más avanzada,

originarios de las propias comunidades de la REBIEN han observado que a través de los años el tular ha sido sustituido por vegetación arbórea, manglar o zapotón, y viceversa, el manglar o zapotón desaparece y aparece el tular. Afirman que es natural, que de esta manera se recupera la vegetación, siempre y cuando no haya incendios, se siembren otras especies como palma africana ó se sedimenten los terrenos. Esta es una observación interesante sobre la cual valdría la pena realizar análisis más detallados y montar experimentos.

Los productores en las comunidades de estudio saben cuáles eran áreas de bosques de zapotonales y ahora son tulares, después de los incendios; también reconocen áreas donde era tular y ahora son zapotonales. El conocimiento de algunas personas es detallado e indican que los bosques con árboles más altos y gruesos son los ubicados cerca del “Encuentro”, punto donde el área del bosque es más densa y el agua ya tiene menor salinidad. Los bosques de zapotonales cercanos a las comunidades son árboles delgados y las especies que acompañan a *P. aquatica*, son diferentes a las observadas en el “Encuentro”.

Los habitantes conocen la composición de las selvas de *P. aquatica*, reconocen las especies presentes en el bosque y como cambian con la influencia de agua salada. Saben que los mangles rojo (*R. mangle*), palo blanco (*L. racemosa*) y botoncillo (*C. erectus*) se localizan donde llega el agua salada y conforme disminuye la sal se observan otras especies en los zapotonales, como el papaturro y el carnero (*Coccoloba sp.*) el guapinolillo (*C. oaxacana*), el escobo (*Z. conzattii*) y el tamarindillo y plantas herbáceas como el búcaro (*Crinum erubescens*). Los bejucos están presentes en casi todo el bosque y en los últimos años son más abundantes. Los conocen como bejuco de agua, bejuco de ajo y liguilla, pero no se identificaron las especies.

Hay bastante conocimiento sobre la fauna que habita en los zapotonales. Siguen cazando especies de tortugas dulceacuícolas e iguanas. Para los primeros colonizadores los bosques de zapotonales fueron un área común de caza de especies como venados (*Odocoileus virginianus*, *Mazama americana*), tepezcuintle (*Agouti paca*), cochi de monte (*Pecari tajacu*), los cuales cazaban para consumo. También llegaban personas de otros lugares a cazar monos araña (*Ateles geoffroyi*), “trigres” como ellos conocen al jaguar (*Panthera onca*) y se los llevaban a los circos o los capturaban para venderlos.

Actualmente ya son pocos los que cazan porque la reserva está vigilando y porque han disminuido las poblaciones de las especies que cazaban. Especies como el mono araña han sido vistas cerca al manglar y el jaguar hace años escuchaban los rugidos e incluso mataron varios porque llegaban a comerse al ganado. En este sentido la disminución o desaparición de algunas especies ha resultado con beneficios para ellos, como la desaparición del jaguar, porque ya no tienen que preocuparse por ataques al ganado, y también la de serpientes.

Aun cuando no los reconocen como servicios ambientales, identifican los beneficios que les da el ambiente como fuente de productos alimenticios como es la pesca, fauna silvestre, la madera para construir sus casas y el agua que utilizan. Otros beneficios que señalaron y en particular los grupos que están trabajando en los proyectos productivos de la reserva, son la protección de la vegetación ante fuertes lluvias, como refugio y alimentación de los peces. En el caso de las mujeres señalaron los daños que les provoca el ambiente, como son la depredación de las cosechas de maíz por los loros y cuchas (Psitácidos), muchos animales venenosos que a veces se meten a las casas, como alacranes, serpientes y últimamente el aumento de cocodrilianos en el área.

Una vez que se explicó el concepto de servicios ambientales, identificaron otros beneficios, como el clima fresco, el agua limpia; el aire limpio y los terrenos productivos.

Ambas localidades se ubican dentro de la zona núcleo de la REBIEN. Sin embargo, no para todos los pobladores es claro el significado de formar parte de un área natural protegida, en especial para aquellos que no están involucrados en proyectos de la reserva. Esto se observó en las respuestas del grupo de mujeres de Brisas de Hueyate, que no están relacionadas con ninguna actividad de conservación.

El desconocimiento de la función del área natural protegida tiene como resultado que muchas de las actividades que realizan no sean aceptadas e incluso generen conflictos entre los pobladores, como el aprovechamiento del mangle, la caza de fauna silvestre y la prohibición de desmonte. Por otro lado, se producen conflictos con especies peligrosas como los cocodrilos cuyas poblaciones han aumentado en los últimos años (CONANP, 2011) y se han presentado incidentes como ataques a pescadores y pérdida de redes que son utilizadas para pescar.

El malestar es generalizado independientemente de que pertenezcan o no a los grupos de trabajo de la reserva. Por su parte, la REBIEN implementa proyectos productivos o de

conservación. Sin embargo no cuenta con un programa de trabajo de sensibilización dirigido a toda la población para integrarlos al manejo y conservación de los recursos naturales. Esto se debe a la falta de recursos humanos y económicos para mantener acciones permanentes que permitan cambiar la visión de aprovechamiento de los recursos naturales.

Incendios

La principal causa de los incendios en la reserva está ligada directamente con el saqueo de fauna silvestre porque la técnica de caza es provocar los incendios para que las especies, al desplazarse en busca de refugio, sean fácilmente capturadas. Las especies más afectadas son las tortugas dulceacuícolas: crucilla o cruzalluchi (*Staurotypus salvinii*), sabanera (*Rhinochlemys pulcherrima*), negra (*Pseudodemys grayi*) y casquito amarillo (*Kinosternum scorpioides*), además del caimán (*Caiman crocodylus fuscus*), el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y la iguana verde (*Iguana iguana*). Todas ellas se encuentran en la NOM059-SEMARNAT 2010, a excepción de *Pseudomys grayi* (CONANP/SEMARNAT, 2005).

El número de incendios aumenta con la demanda de estas especies en abril y marzo, días antes de la primera temporada de vacaciones del año (Semana Santa), fecha en que llegan a visitar familiares y se les ofrecen platillos preparados con las especies. No es difícil adquirirlos, ya que de manera ilegal se llegan a vender a casas o en los mercados municipales. Se llegan a ofrecer en algunos restaurantes de los centros turísticos de la zona. También en esta época el nivel de agua está bajo el suelo y se ha acumulado materia orgánica que sirve como combustible en el incendio.

En estas fechas, la REBIEN en coordinación con la PROFEPA y la Secretaría de Marina, implementan operativos para sancionar a quién encuentren comercializando estos productos. Durante esta actividad se informa a los visitantes sobre la pérdida de la biodiversidad y en específico de las especies que se encuentran en el área. Tuve la oportunidad de participar en estos operativos, y aunque la gente acepta la información, no dimensiona el problema pensando que solo son unos pocos los que se capturan. Por otro lado, en la mayoría de los casos quienes los venden no son quienes los cazan. Se justifican explicando que la gente lo pide. No son muchos los restaurantes que se arriesgan a vender estos platillos y los que no venden, se quejan con la REBIEN y PROFEPA porque no hacen nada contra aquellos a quienes ellos denuncian por esta actividad ilícita.

Esta información muestra que los incendios solo forman parte de una cadena de problemas ambientales que existen en la reserva y que las posibles soluciones tienen que ser con base en un esfuerzo multiinstitucional que contemple acciones a corto, mediano y largo plazo. Por tanto, es importante seguir generando información técnica y científica que apoye el desarrollo de acciones de manejo para combatir esta problemática. Un ejemplo de ello es el impulsar la creación de UMAs con bases técnicas que fomenten la reproducción de algunas de estas especies.

El Programa de Manejo Integral del Fuego (2009) es el primer documento estratégico que permite a la reserva dar seguimiento adecuado a las acciones contra los incendios. En él se identificaron las localidades con mayor incidencia de incendios, tomando en consideración el tipo de vegetación, el combustible y el uso del fuego por sus habitantes. En el área de estudio se pueden ubicar cuatro comunidades cercanas con alta incidencia de estos eventos: Xochicalco en el municipio de Villa Comaltitlán y Brisas de Hueyate, Altamira y Aztlán en Huixtla (Programa de Manejo Integral del Fuego, 2009). Por tanto, muchas de las acciones pueden ser dirigidas a estas comunidades.

Hay que aclarar que los bosques de zapotonales no son los sitios donde se originan los incendios para el saqueo de fauna silvestre, es más bien en la vegetación que los rodea, -tulares y popales-, donde se provocan y da inicio. Este tipo de vegetación pierde humedad durante la temporada de secas y se quema rápidamente. Lo anterior aunado a la cantidad de materia orgánica acumulada durante la temporada de lluvia, provoca que el fuego se disperse rápidamente y llegue a los bosques de zapotonales donde por las características del ecosistema se convierte en un incendio subterráneo difícil de combatir (Com. Per. Biol. Edmundo Aguilar López. Director de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada).

Los incendios en las áreas de manglar y en las selvas inundables dominadas por zapotones (*P. aquatica*), no son frecuentes y las afectaciones son menores en relación a la superficie ocupada por las hectáreas afectadas y ocupadas por otros tipos de vegetación. Sin embargo son significativas porque queman directamente las raíces de los árboles provocando la pérdida de los individuos completos (CONANP *et al.*, 2006). Es poca la información existente en la que se cuantifiquen los daños. Hasta ahora solo se cuantifican las hectáreas, y se desconocen las características de la vegetación que desaparece, el número de árboles, la altura, las especies asociadas, los impactos en el suelo, por mencionar algunos. No hay seguimiento de los sitios que se han quemado, y pocas veces se vuelve a acceder a ellos a menos que se presente otro incendio. Por

comentarios personales del Biólogo Edmundo Aguilar, Director de la REBIEN, en sobrevuelos ha observado que muchos de los lugares donde se presentaron incendios ahora son ocupados por el tular y popal.

Se desconocen datos acerca de la fauna afectada como las especies y número de individuos extraídos, cuánta es dañada directamente por morir calcinada, por asfixia u otras causas relacionadas con los incendios. De igual manera, se desconocen las alteraciones de las características del hábitat. La información revisada menciona daños a la fauna, pero no hay una evaluación de ello. Solamente se encontró una ficha informativa que menciona las afectaciones a la fauna y las acciones que se tomaron para el rescate durante el incendio. No se cuenta con suficiente personal capacitado ni recursos para implementar acciones de rescate de fauna durante estos eventos.

En concordancia con la legislación federal, el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (DOF 15/Sep/2000) establece las Zonas de Manejo y las Reglas Administrativas. En la regla 53 de este programa se menciona que queda estrictamente prohibida la práctica de rosa, tumba y quema en la zona de manglares, zapotonales, pantanos y áreas de vegetación natural. En el ámbito estatal, existe una Ley para la Prevención, Combate y Control de Incendios del estado de Chiapas (Periódico Oficial, 27/Marzo/98) que establece, entre otras disposiciones, las prohibiciones y restricciones respecto al uso del fuego en el marco de convenios con la federación y en función de un decreto de carácter estatal que declara zonas de riesgo de incendios, todo ello publicado en el Periódico Oficial No. 78 del 13 de junio de 1990 (CONANP, 2006).

Hay que mencionar que las superficie afectada por incendios anualmente en la reserva, no está contabilizada en las estadísticas oficiales que reporta CONAFOR considerar al tular, popal y palmares como pastizales y presenta baja prioridad de atención. Por lo que solo cuando los incendios llegan a afectar manglares y zapotonal se implementan operativos para su combate y control. Cuando las áreas forestales no son afectadas, solamente la reserva con su personal, las brigadas comunitarias y algunos apoyos del gobierno estatal combaten los incendios.

Conclusiones

El uso de los recursos de las comunidades está relacionado con la historia de la misma. Las comunidades de estudio son de reciente creación y no tienen más de 80 años que empezaron a llegar al sitio proveniente de otras regiones con ecosistemas distintos.

Aztlán y Brisas del Hueyate son localidades pequeñas que dependen de los recursos que los rodean para su subsistencia. Los primeros colonizadores utilizaron a *P. aquatica*, para construir casas, muebles y cercas. Actualmente las especies de mangle son preferidas para este uso. Los cambios en el uso están asociados al conocimiento que van adquiriendo.

Los habitantes de las comunidades reconocen los cambios fenológicos que se dan en el bosque asociados a los cambios de las temporadas de lluvias y secas: un aumento en la cantidad de flores y frutos en la temporada de lluvias y una mayor cantidad de semillas de septiembre a noviembre y plantas nuevas de diciembre a febrero.

Se reconoce a los bosques de zapotonales como sitios importantes de refugio y alimentación fauna, incluyendo peces, como sitios de caza, brindan protección contra las lluvias e inundaciones, ayudan a mantener el agua limpia, producen aire y mantienen el clima.

Por las características del bosque, particularmente por el tiempo que permanece inundado, son pocas las afectaciones directas en relación al avance de la frontera agropecuaria. Los agricultores buscan lugares donde los niveles de inundación no sean frecuentes para no arriesgar sus cosechas.

Existe una diferencia en el conocimiento de las especies entre hombres y mujeres que puede explicarse con base en las actividades que realizan. Los hombres son los que tienen contacto directo con el bosque y las mujeres se dedican al hogar y actividades de traspatio, aunque existen excepciones.

En relación a la percepción que tienen sobre las actividades del área natural, aquellas personas que están involucradas en alguno de los proyectos poseen un mayor conocimiento sobre las funciones de la misma. En general, en ambas comunidades existe un desconocimiento de las actividades de la reserva e incluso desconocen que su comunidad forma parte de un área natural protegida. Existen percepciones encontradas sobre el papel de la misma y aún conflictos importantes por las restricciones al uso de los recursos.

Los incendios que han afectado a las selvas inundables son el resultado de quemas provocadas en los tulares y popales que las rodean, con la intención de saqueo de fauna silvestre para su comercialización y consumo ilegal.

Los incendios empezaron a ser monitoreados a partir de 1998, aunque la gente de las comunidades menciona grandes incendios en los ochentas. El número de hectáreas afectadas de selva de *P. aquatica* por los incendios desde 1998 al 2011, son 1,268 ha en trece incendios, todos provocados para el saqueo de fauna.

Las estrategias de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada para la prevención, combate y control de incendios se han fortalecido a lo largo de los años logrando involucrar a diferentes instituciones de los diferentes niveles de gobierno y no gubernamentales. Sin embargo falta un monitoreo que incluya otro tipo de humedales, no solo los forestales. Actualmente existe un programa en la reserva en relación a los incendios, aunque aún falta mucho trabajo de sensibilización y desarrollo de programas alternativos (como UMAs) para disminuir la principal causa de este problema.

Es necesario establecer convenios con instituciones de investigación que ahonden en los procesos que se desarrollan durante los incendios, tanto a nivel de comunidades como de los procesos ecosistémicos.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Hay una necesidad de restaurar estos ecosistemas. Sin embargo, este proceso es de largo plazo y requiere de técnicas adecuadas y especiales, ya que son ambientes complejos en cuanto a función y estructura, influenciados por varios factores como son la salinidad y su relación con la frecuencia de mareas, la sedimentación, la contaminación, el manejo cuenca arriba y los flujos hídricos, que varían en periodicidad, intensidad, permanencia y dinámica costera, entre otros (Moreno-Casasola, 2006, Rojas y Vidal, 2008). Por tanto, las estrategias de manejo y la restauración deben darse de acuerdo a las características de cada localidad y ello hace necesario generar información de las condiciones de cada sitio, para que en función de su variabilidad se pueda generalizar posteriormente.

Para mantener las funciones de las selvas y el gradiente que se establece con los manglares, se debe conservar el hidroperiodo y las características fisicoquímicas del agua, en particular la salinidad de agua intersticial.

Considerando que las selvas inundables forman parte de la REBIEN, es importante que:

- Considere acciones a diferentes niveles que al final aporten beneficios en la conservación de las selvas inundables. Gestionar la regularización de obras que desvíen los aportes de agua dulce a la planicie costera, asegurando un flujo superficial y subterráneo, ya que éstos permiten que la selva mantenga su funcionamiento.
- En las comunidades se deben implementar programas con acciones a corto, mediano y largo plazo, y que formen parte de su estrategia de manejo, para sensibilizar e incluir a los habitantes en acciones de conservación.
- El programa debe incluir acciones específicas enfocadas a cada uno de los sectores de la población: productores, la población infantil, jóvenes y mujeres. Deben ser considerados a través de proyectos de educación ambiental que fortalezcan la valoración de los ecosistemas que los rodean.
- Es importante implementar programas de monitoreo comunitario en el humedal, que incluyan variables ambientales como el hidroperiodo y la salinidad, para que ante cualquier cambio alerten y se puedan implementar acciones de protección. Actualmente este esquema de participación han mostrado ser exitoso en otras comunidades dentro de la REBIEN, y ha permitido sensibilizar a los habitantes a través de reconocer los cambios que se dan en su ambiente.

- Incluir el conocimiento de los pobladores locales para establecer las estrategias de conservación es importante para el éxito en las estrategias de conservación.
- La administración de la REBIEN debe continuar con las campañas de prevención y combate de incendios, bajo el esquema de participación comunitaria e incluir en el monitoreo otras comunidades no forestales. Sin embargo, esta problemática no solo se debe afrontar desde esta perspectiva, es importante identificar las estrategias que permitan no solo disminuir estas prácticas de captura de fauna silvestre, sino también generar alternativas sustentables para el aprovechamiento los recursos.
- Para el sector productivo es necesario identificar alternativas acordes a la realidad como son capacitación para la producción de especies de fauna nativas a través del establecimiento de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMAs), la capacitación en ecoturismo, entre otros.
- Establecer acuerdos con instituciones académicas para promover estudios sobre productividad, seguimiento a los efectos de los incendios, fenología, ecología de los suelos, regeneración, entre otros que permitan conocer más la ecología y funcionamiento de estos ecosistemas.

REFERENCIAS

- Abarca, F. J. 2002. Definición y clasificación de humedales. En F. Abarca y M. Herzig (Eds). Manual para el manejo y la conservación de los humedales en México. F. J. Abarca y M. Herzing. 3a. ed. INNE/PRONATURA/SEMARNAT/North American Wetlands Conservation Council/RAMSAR/The Nature Conservancy/Society of Wetlands Scientists/Comité Pigua/Ducqs Unlimited de Mexico/Arizona Game and Fish/WNCCWS.INE-SEMARNAP, Arizona Game & Fish Department.
- Abarca, F.J. 2007. Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de los humedales y otros ecosistemas acuáticos. En: O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (Eds.). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. SEMARNAT, INE, United States Fish and Wildlife Service, Unidos Para la Conservación A.C., Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Acreman M. y Holden J. 2013. How wetlands affects floods. *Wetlands* 33:773 -789.
- Alcorn, J. B. 1993. Los Procesos como recursos: la ideología agrícola tradicional del manejo de los recursos entre los boras y huastecos y sus implicaciones para la investigación. En Leff E y J. Carabias (Eds). *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales*. UNAM-CIIH Porrúa. México D.F. 786 pp.
- Álvarez del Toro, M., E. E. Palacios, T. C. Cabrera, C. R. Guichard, A. V. Ramírez, y G. H. Cartas. 1993. Chiapas y su Biodiversidad. Gobierno del Estado de Chiapas. 150 pp.
- Álvarez-López, M. 1990. Ecology of *Pterocarpus officinalis* forested wetlands in Puerto Rico. In: Lugo, A.E., Brinson, M., Brown, S. (Eds.), *Ecosystems of the World 15: Forest Wetlands*. Elsevier, Amsterdam, pp. 251–265.
- Álvarez-Noguera F. (Editor). 2011. Estudios sobre su Diversidad Biológica. Chiapas. UNAM-Instituto de Biología. México DF. 518 pp.
- Báez P.M. 2013. Miradas desde el humedal. Fotografía participativa con pescadoras y Pescadores del Sistema Lagunar de Alvarado. Tesis de Maestría en Ciencias y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristobal de las Casas, Chiapas.
- Barbier, E. B., M. C. Acreman, y D. Knowler. 1997. Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

- Bardsley, D. K. y S. M. Sweeney. 2010. Guiding Climate Change Adaptation Within Vulnerable Natural Resource Management Systems. *Environmental Management* 45:1127–1141.
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas, part I: Introduction to the Flora of Chiapas. The California Academy of Sciences, San Francisco. 35 pp.
- Breedlove, D. E. 1986. Flora de Chiapas. Listados florísticos de México 4. UNAM-Instituto de Biología. México. 246 pp.
- Boulé, M.E. 1994. An early history of wetland ecology. En: W.J., (Ed.), *Global wetland: oldword and new*. Elsevier: Amsterdam. 57-74 pp.
- Busbee, W. S., W. H. Conner, D. M. Allen y J. D. Lanham. 2003. Composition and aboveground productivity of the three seasonally flooded depressional forested wetlands in Coastal South Carolina. *Southeastern Naturalist*. 2(3): 335-346.
- Calva-Benitez, L.G., A. Pérez- Rojas y A. Márquez- García. 2006. Contenido de carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del sistema costero lagunar Chantuto – Panzacola, Chiapas. *Hidrobiológica*.16 (2): 127-136.
- Castillo, A., A. Magaña, A. Pujadas, L. Martínez y C. Godínez. 2005. Understanding the interaction of rural people with ecosystems: a case study in a tropical dry forest of Mexico. *Ecosystems*. 8:630- 643.
- CNA. 1991. Plan Hidráulico de la Costa de Chiapas. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONANP. 2005. Estadísticas de los incendios en la REBIEN (Documento interno).
- CONANP. 2011. Informe anual de incendios en la REBIEN. (Documento interno).
- CONANP. 2011. Reporte de incendios en la REBIEN (Documento interno).
- CONANP/FMCN 2003. Estimación de la tasa de transformación del hábitat en la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, Periodo 1975 – 2000. Informe Final (Documento Interno).
- CONANP/SEMARNAT/REBISE. 2003. Análisis de las estadísticas de incendios forestales de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, en el periodo 1997-2003. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Documento interno).
- CONANP/SEMARNAT, 2005. Análisis de las estadísticas de incendios forestales de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, en el periodo 1998-2005. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Documento interno).
- CONANP/SEMARNAT/TNC/USAID/PRONATURA. 2006. Programa de Manejo Integral de Incendios en la Reserva de la Biosfera la Encrucijada (Documento Interno).

- CONANP/REBIEN/PROCOCODES. 2007. Diagnóstico Socioeconómico Ambiental con Equidad de Género de la comunidad Aztlán, Municipio de Huixtla, Chiapas. (Documento interno).
- CONANP/TNC. 2009. Programa de Manejo Integral del Fuego (Documento Interno).
- CONANP/REBIEN/PROCOCODES. 2009. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible. Reforestación de áreas inundables con zapotón en la comunidad Brisas de Hueyate (Documento interno).
- CONANP/REBIEN/PET. 2010. Programa de Empleo Temporal de Cultivo de Maíz Criollo en las comunidades de Brisas de Hueyate y Aztlán del municipio de Huixtla, Chiapas (Documento Interno).
- CONANP/REBIEN/PROCOCODES. 2010. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible. Reforestación de áreas inundables con zapotón en la comunidad Brisas de Hueyate (Documento interno).
- CONANP/REBIEN/PROCOCODES. 2011. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible. Reforestación de áreas inundables con zapotón en la comunidad Brisas de Hueyate (Documento interno).
- CONANP/REBIEN/PET. 2011. Programa de Empleo Temporal de Cultivo de Maíz Criollo Criollo en las comunidades de Brisas de Hueyate y Aztlán del municipio de Huixtla, Chiapas (Documento interno).
- Contreras-Espinosa, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO-UAMI. México.
- Contreras-Espinosa, F. 2002. Los humedales costeros de México. En F. Abarca y M. Herzig (Eds). Manual para el manejo y la conservación de los humedales en México. F. J. Abarca y M. Herzing. 3a. ed. INNE/PRONATURA/SEMARNAT/North American Wetlands Conservation Council/RAMSAR/The Nature Conservancy/Society of Wetlands Scientists/Comité Pigua/Ducqs Unlimited de Mexico/Arizona Game and Fish/WNCCWS.INE-SEMARNAP, Arizona Game & Fish Department.
- Contreras-Espinosa, F. O. Castañeda y R. Torres. 1997. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en las lagunas de Oaxaca, México. *Hidrobiológica*. 7:9-17.
- Contreras - Espinosa, F. y G. Warner. 2004. Ecosystem characteristics and management considerations for coastal wetlands in Mexico. *Hydrobiologia* 511: 233-245.

- Cortés-Castelan, J. y G. Islebel. 2005. Influencia de los factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. *Rev. Biol. Trop.* 53: (1-2):115-133.
- Daily, G.C., S. Polasky, J. Goldstein, P.M. Kareiva, H. A. Mooney, L. Pejchar, T.H. Ricketts, J. Salzman y R. Shallenberger. 2009. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology in the Environment*: 7(1): 21–28.
- De la Lanza, E.G., S. Sánchez, V. Sorani y T. Bojórquez. 1996. Características geológicas hidrológicas y del manglar en la planicie costera de Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas. Boletín* (32): 33-55.
- De la Presa, P.J., 2005. Características fisicoquímicas del suelo en áreas de manglar impactadas por los dragados y sujetas a restauración en la Laguna de Chantuto y Barra Zacapulco. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Regional de Tapachula. Tapachula, Chiapas, México.
- Denevan, W. M. 1976. The aboriginal population of Amazonia. En: W. M. Denevan, (Ed.). *The native population of the Americas 1942* (205-234). University of Wisconsin Press: Madison. 205 -234 pp.
- Diario Oficial de la Federación, 06/junio/1995. “Decreto por el que se declara como Area Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera, la zona conocida como La Encrucijada, ubicada en los municipios de Mazatán, Huixtla, Villa Comaltitlán, Acapetahua, Mapastepec y Pijijiapan, Chis. con una superficie de 144,868 hectáreas.
- Diario Oficial del Estado de Chiapas 27/marzo/1998. Publicación de la Ley para la Prevención, Combate y Control de Incendios del Estado de Chiapas.
- Diario Oficial de la Federación, 25/Feb/2003. Publicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Diario Oficial de la Federación, 16/ene/2009. Publicación de la Norma Oficial mexicana NOM-015.SEMARNAT/SAGARPA-2007.Establece las especificaciones técnicas de métodos de uso de fuego en los terrenos forestales y usos agropecuarios.
- Drew, W. M., K.C. Ewel, R.L. Naylor y A. Sigrah. 2005. A tropical freshwater wetland: III. Direct use values and other goods and services. *Wetlands Ecology and Management*. 13: 685–693.
- Drexler, J. Z. y K.C. Ewel. 2001. Effects of ENSO- related drought on hydrology and salinity in a Micronesian wetland complex. *Estuaries* 24: 347-356.

- Duarte, C.M., O. Geertz–Hans, U. Thampanya, J. Terrados, M.D. Fortes, L. Kamp-Nielsen, J. Borurn, J.B.S. Boromthananarath. 1998. Relationship between sediment conditions and mangrove *Rhizophora apiculata* seedling growth and nutrient status. *Marine Ecology Progress*. Vol 175: 277-283.
- Escobar, C. S. 2006. Fenología reproductiva, producción y degradación de hojarasca del bosque de manglar en la Laguna de Chantuto, Chiapas. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Oaxaca, México. 58 pp.
- Escutia-Lara, Y., S. Lara-Cabrera y R.A. Lindig-Cisneros. 2009. Efecto del fuego y dinámica de las hidrófitas emergentes en el humedal de la Mintzita, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 771-778.
- Ewel, K.C 2010 Appreciating tropical coastal wetlands from a landscape perspective. *Frontiers in Ecology in the Environment*. 8(1):20-26.
- Eyre, R. y P. Balls. 1999. A comparative study of nutrient behavior along the salinity gradient of tropical and temperate estuaries. *Estuaries*. 22: 313- 326.
- FAO-UNESCO, 1988. Mapa mundial de suelos (World Soil Source Report) Leyenda revisada, Centro de Edafología, Col. de Postgraduados Montecillos, Edo.de México.
- Flores–Verdugo, F. 1996. Procesos ecológicos en los humedales. En Abarca y Herzig (Eds). Manual para el manejo y la conservación de los humedales en México. INE-SEMARNAP, Arizona Game & Fish Department.
- Flores–Verdugo, F., P. Moreno- Casasola, M. C. Agraz, H. López, D. Benítez y C. Travieso. 2007. La topografía y el hidropereodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana* 80 (Suppl.):33–47.
- Flores C., D. L. Bounds y D. E. Ruby. 2011. Does Prescribed Fire Benefit Wetland Vegetation? *Wetlands* 31:35–44.
- Forster, R., N. Armijo, L. A. Argüelles. 2011. Recursos Forestales Cap. III. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (Editoras). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.
- Galindo, C. J. 1998. Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación. Pearson- Addison Wesley Longman, México.

- García, J. M. 1970. Geografía general de Chiapas. México. 375 pp.
- Gavaldón H. A. 2004. Género, pesquerías e instituciones: estudio de caso en un puerto de Yucatán. Tesis Maestría en Ciencias con especialidad de Ecología Humana. CINVESTAV- Mérida. Mérida, Yucatán.
- Gobierno del Estado de Chiapas, 2001. Campaña Estatal de Prevención de Incendios Forestales. Documento sin publicar.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). 2005. Diversidad biológica en Chiapas. Plaza y Valdés, México, Distrito Federal, México.
- González-Espinosa, M. y N. Ramírez-Marcial. 2013. Comunidades vegetales terrestres, pp. 21-42. En: La biodiversidad en Chiapas: estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México, Distrito Federal, México.
- González-Marín, R. M., P. Moreno-Casasola, R. Orellana, A. 2012. Castillo Palm use and social values in rural communities on the coastal plains of Veracruz, Mexico. *Environment, Development and Sustainability*. 14:541–555.
- Hammerton, D. 1972. The Nile river, a case study. En: R.T. Oglesby, C.A. Carlson y M.J. McCann (Eds.). *River ecology and man*. Academic Press: Nueva York.
- Hannah, L., G.F. Midgley, T. Loveloy, W.J. Bonds, M. Bush, J.C. Lovett, D. Scott, F. I. Woodward. 2002. Conservation of Biodiversity in a Changing Climate. *Conservation Biology*. 6(1):264-268.
- Hernández, F. L. 2012. El papel de las mujeres en el uso y manejo del manglar, en las comunidades de Reforma y La Solución Somos Todos, Jalpa de Méndez, Tabasco. Tesis de Lic. En Biología. Universidad Autónoma de Campeche – Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Campeche, Campeche.
- Herrera-Silveira J.A. 2006. Lagunas costeras de Yucatán (SE, México): investigación, diagnóstico y manejo. *Ecotrópicos* 19(2):94-108
- Hirales-Cota M., J. Espinoza-Avalos, B. Schmook, A. Ruiz-Luna, R. Ramos-Reyes. 2010. Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de México. *Ciencias Marinas* 36(2): 147–159.
- IHN, 1997. Inventario preliminar de la flora de La Encrucijada. Informe interno del Departamento de Botánica.
- IHN, 2008. Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas. Informe Final de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Documento interno.

- INE/SEMARNAP 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera “La Encrucijada”. Instituto Nacional de Ecología. México. Pp 184.
- INEGI 2009. Guía de interpretación de cartografía, uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000, Serie III. México.
- Infante, M. D. 2004. Germinación y establecimiento de *Annona glabra* (Annonaceae) y *Pachira aquatica* (Bombacaceae) en humedales, La Mancha, Actopán, Ver. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. INECOL A.C. Jalapa, Ver.
- Infante, M. 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, M. D., L. A. Peralta y A. Alberto. 2009. Obtención de datos de salinidad, conductividad y pH del agua. En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. (Eds). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa Ver. México. 17-29 pp.
- Infante, M. D. 2011. Estructura y dinámica de las selvas inundables de la planicie costera central del Golfo de México. Tesis de Doctorado. INECOL. A. C. Jalapa, Ver.
- Infante, M. D., P. Moreno-Casasola, C. Madero- Vega, G. Castillo-Campo, G. Warner. 2011. Floristic composition and soil characteristics of tropical freshwater forested wetland of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 1514 -1531.
- Infante, M. D., P. Moreno–Casasola, C. Madero. 2012. Litterfall of tropical forested wetlands of Veracruz in the coastal floodplains of the Gulf of Mexico. *Aquatic Botany*. 98: 1–11.
- Keddy, P. A., y P. Constabel. 1986. Germination of ten shoreline plants in relation to seed size, soil particle size and water level: an experimental study. *Journal of Ecology*. 74:133-141.
- Kellogg, C. H., S. D. Bridgham y S. A. Leitch. 2003. Effects of water level, shade and time on germination and growth of freshwater marsh plants along a simulated sucesional gradient. *Journal of Ecology*. 91:274-282.
- Kauffman, J. B. 2004. Death rides the Forest: Perceptions of Fire, Land Use, and Ecological Restoration of Western Forests. *Conservation Biology*. 18(4):878-882.
- Kinnaird, M. F. 1992. Phenology of flowering and fruiting of an East African Riverine Forest Ecosystem. *Biotropica* 24 (2a):187-194.

- Kimmins, J.P. 2004. *Forest Ecology; A foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry*. Third Edition Prentice Hall, New Jersey.
- Kremen, C. y R.S. Ostfeld. 2005. A call to ecologists: measuring, analyzing, and managing ecosystem services. *Frontiers in Ecology in the Environment*. 3(10): 540–548.
- Kovacs, J.M.; M. Blanco C.; F. Flores V. 2001. A logistic regression model of hurricane impacts in a mangrove forest of the Mexican Pacific. *Journal of Coastal Research* 17(1):30-37.
- Langrave, R. y P. Moreno-Casasola. 2012. Cuantificación de la pérdida de humedales en México. *Investigación Ambiental* 4(1):35-51.
- Lobo, J. A., M. Quesada, K. Stoner, J. Fuchs, Y. Herrerías–Diego, J. Rojas y G. Saborío. 2003. Factor affecting phenological patterns of Bambacaceous trees in seasonal forests in Costa Rica and Mexico. *American Journal of Botany* 90(7):1054–1063.
- López R. H. y J.Tolome. 2009. Medición del potencial redox del suelo y construcción de electrodos de platino. En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. (Eds). *Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department*. Xalapa Ver. México.
- Lot, A. 1983. La vegetación acuática del sureste de México. *Revista Ciencia y Desarrollo*. No. 51.
- Lot, A. y A. Novelo. 1990. Forested wetlands of Mexico. En: A. E. Lugo, M. M. Brinson y S. Brown. *Ecosystems of the World 15. Forested Wetlands*. Elsevier, Amsterdam.
- Lloret, F. 2004. Régimen de incendios y regeneración. En: Valladares, F. (Ed.) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid.
- Maimone, C. M. R., M. Aliphath, D. Martínez, B. Ramírez, J.I. Valdez, A. Macías. 2006. Manejo tradicional de humedales tropicales y su análisis mediante sistemas de información geográfica (SIGs): el caso de la comunidad maya–chontal de Quintín Arauz, Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia-UJAT* 22(1): 27-49.
- Mamun, A. 2010. Understanding the Value of Local Ecological Knowledge and Practices for Habitat Restoration in Human-Altered Floodplain Systems: A Case from Bangladesh. *Environmental Management*. 45:922–938.
- Margel, G. 2008. Para que el sujeto tenga la palabra: Presentación y transformación de la técnica de grupo de discusión desde la perspectiva de Jesús Ibañez. En: Tarres M.

- L. (Coord.) Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Porrúa, FLACSO y El Colegio de México.
- Martínez E., C. H. Ramos y F. Chiang, 1994. Lista Florística de la Lacandona, Chiapas. Bol. Soc. Bot. México, 54: 99-177.
- Maya, D. y P. Ramos 2006. El rol de género en el manglar: heterogeneidad tecnológica e instituciones locales. Cuadernos de desarrollo rural. 56: 53-8.1.
- Medina-Gómez, I. y A. Herrera-Silveira. 2003. Spatial Characterization of Water Quality in a Karstic Coastal Lagoon without Anthropogenic Disturbance: A Multivariate Approach. Estuarine Coastal and Shelf Science 58 (3):455-465.
- Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Primera parte. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Miranda, F. 1957. Vegetación de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas (México) y sus relaciones florísticas. Proceedings of the Eighth Pacific Science Congress. Vol. 4. Instituto Botánico de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. In: Beltran E. (Editor). Los recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento Tomo II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Miranda, F. 1975. La vegetación de Chiapas. 2a. Ed. Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. Tomo I y II.
- Miranda, F. y X. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 29:1-179.
- Mitsch, W.J y J. G. Gosselink J. 1993. Wetlands. 2da ed. Van Nostrand Reinhold, New York USA.
- Mitsch, W.J. y J.G. Gosselink. 2000. Wetlands. John Wiley and Sons, New York.
- Morales, B.G. 2006. Estructura de la vegetación y uso de los recursos mangle en cuatro comunidades humanas en Chiapas, México. Tesis de Maestría. División de Ciencias Biológicas-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México.
- Moreno-Casasola, P., D. Infante Mata, H. López-Rosas. 2012. Tropical freshwater swamps and marshes. En: D.P. Batzer and A.H. Baldwin. Wetland Habitats of North America: Ecology and Conservation Concerns. Cap. 19. University of California Press. 267-282.
- Moreno-Casasola, P. y B. Warner. Eds. 2009. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR Instituto de Ecología A.C.,

- CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa Ver. México.
- Moreno-Casasola, P. y H. López. 2009. Muestreo y análisis de la vegetación de humedales. En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. (Eds). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa Ver. México.
- Moreno-Casasola, P., H. López-Rosas, D. Infante, L. A. Peralta, A. C. Travieso-Bello, B. G. Warner. 2006. Environmental and anthropogenic factors associated with coastal wetland differentiation in La Mancha, Veracruz, Mexico. *Plant Ecology*. 200:37–52.
- Moreno-Casasola, P., H. López-Rosas, D. Infante-Mata, L.A. Peralta, A.C. Travieso-Bello y B.G. Warner. 2009. Environmental and anthropogenic factors associated with coastal wetland differentiation in La Mancha, Veracruz, Mexico. *Plant Ecology*. 200:37-52.
- Mueller-Dombois D. y H. Ellenberg, 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley. New York.
- Mulleried, F.K.G. 1957. *La geología de Chiapas*. Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas. Chiapas, México.
- Myers, R. L. 2004. Ecosistemas e Incendios: Dirigiéndose Hacia el Manejo Integrado de Fuego, in Taller Internacional El Manejo del Fuego en Ecosistemas Montanos de Latinoamérica.
- Myers, R. I., 1990. Palm Swamps. In: Lugo, A.E., Brinson, M., Brown, S. (Eds.), *Ecosystems of the World 15: Forest Wetlands*. Elsevier, Amsterdam. 267–286 pp.
- Nelson, J. L., C.M. Ruffener, J.W. Groninger y R.A. Souter. 2008. Drainage and agriculture impacts on fire frequency in a southern Illinois forested bottomland. *Canadian Journal of Forest Research*. 38: 2937-2941.
- Newton, A. y M. Mudge. 2005. Lagoon-sea exchanges, nutrient dynamics and water quality management of the Ria Formosa (Portugal). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 62:405-414.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

- Norma Oficial Mexicana NOM-059.-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Ocampo, C. M. y C. Flores. 1995. Descripción del deterioro de la vegetación del sistema estuarino Chantuto-Teculapa-Panzacola, Chiapas. Tesis profesional. UNAM-Facultad de Ciencias. México.
- Oliveira, J. T. A., I. M. Vasconcelos, L. C. N. M. Bezerra, S.B. Silveira, A.C.O. Monteiro, R.A. Moreira. 2000. Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. Food Chemistry. 70:185-191.
- Olmsted, I. y R. Durán, 1986. Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la Reserva de Sian Kan'an, Quintana Roo, México. Biotica. 11(3): 151-179.
- Olmsted, I. 1993. Wetlands of Mexico. En: D. F. Whigham, D. Dykyjová y S. Hejný. Wetlands of the World I: Inventory, ecology and management. Kluwer Academic Publishers Dordrecht.
- Orihuela, B. D. E., C. Tovilla, H. Franciscus, T. Álvarez. 2004. Flujo de materia de un manglar de la costa de Chiapas, México. Maderas y Bosques. Instituto de Ecología A.C. 10(2): 45-6.
- Orozco, S. A. y A. Lot. 1976. La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz. Biotica 1:1-44.
- Ozalp, M., W. H. Conner, B. G. Lockaby. 2007. Above- ground productivity and the litter decomposition in a tidal freshwater forested wetland on Bull Island, SC, USA. Forest Ecology and Management. 245: 31-43.
- Palacios, G., R. Noriega y P. Zamora. 2002. Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como bajos inundables. El caso del área natural protegida Balamkin, Campeche. Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 49: 57-73.
- Pennington, T. D. y Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Peralta, P. L. A., M.D. Infante y P. Moreno-Casasola. 2009. Construcción e instalación de piezómetro. En: Moreno-Casasola P. y B. Warner. (Eds). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa Ver. México.

- Peres, P. P., F. Dell Antonio, H. Cabral, G. O. Bonilla-Rodriguez. 2008a. A New Lipase Isolated from Oleaginous Seeds from *Pachira aquatica* (Bombacaceae). *Appl Biochem Biotechnol* 150:233–242.
- Peres, P. P., M. J. Tiera, G. O. Bonilla-Rodriguez. 2008b. Effect of Surfactants and Polyethylene Glycol on the Activity and Stability of a Lipase from Oilseeds of *Pachira aquatica*. *J Am Oil Chem Soc.* 85:749–753.
- Poorter, L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. *Functional Ecology* 13:396-410.
- Portal CONAGUA. <http://www.conagua.gob.mx>
- Portal RAMSAR. <http://www.ramsar.org>
- Portal UNESCO. <http://www.unesco.org>
- Pyke, D. A., M. L. Brooks, C. D'Antonio. 2010. Fire as a restoration tool: A decision framework for predicting the control or enhancement of plantas using fire. *Restoration Ecology.* 18(3): 274-284.
- Ramírez-García, P. y D. S. Segura-Zamorano. 1994. Ordenamiento de la vegetación de manglar de la Laguna Panzacola, Chiapas. *Grandes series de la hidrobiología: los sistemas litorales.* UAMI–UNAM (2):105-113.
- Reddy, K. R. y E. M. D'Angelo. 1994. Soil processes regulating water quality in wetlands. En Mitsch (Ed.). *Global Wetlands: Old World and New.* Elsevier Science B. V.
- Reddy, K. R. y R. D. Delaune. 2008. *Biogeochemystri of wetland. Science and application.* CRC Press.London New York.
- Reyes, C. M y C. Tovilla. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la costa de Chiapas. *Maderas y Bosques.* Instituto de Ecología A. C. 8(1):103-114.
- Rendis, R. R. 2003. Relación sociedad–naturaleza en la microcuenca de Chabihau Yucatán: la importancia de los humedales y el manejo de una pesquería. Tesis de Maestría CINVESTAV – Mérida Yucatán.
- Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: los Petenes. *Biótica,* 7(2): 171-190.
- Rico-Gray, V. 1990. Observaciones y comentarios preliminares al estado actual de la flora y vegetación de La Encrucijada municipio de Acapetahua, Chiapas, México. Informe del Programa Flora de México. Proyecto Flora Yucatanensis.

- Rodríguez, V. G.; M. Blanco M., F. Azolfeifa. 2004. La diversidad hace la diferencia: Acciones para asegurar la equidad de género en la aplicación del Convenio de Diversidad Biológica. UICN /HIVOS/Absoluto. San José Costa Rica.
- Rodríguez, T. D. A. 2008. Fire Regimes, Fire Ecology, and Fire Management in Mexico. *Ambio* 37(7-8): 548 – 560.
- Rodríguez, M. K.P.A. 2011. Efecto de la ganadería y quema sobre la vegetación y el suelo de los humedales herbáceos (popal) del municipio de Alvarado, Veracruz. Tesis de Maestría. Inecol A. C. Jalapa, Veracruz.
- Rojas, G. J y R. M. Vidal. 2008. Catalogo tipológico de humedales lacustres y costeros del estado de Chiapas. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua. México.
- Roman–Cuesta, R. M. y J. Martinez-Vilalta. 2006. Effectiveness of Protected Areas in Mitigating Fire within Their Boundaries: Case Study of Chiapas, Mexico. *Conservation Biology*. 20(4): 1074–1086.
- Romero, B. E. 2006. Estructura y composición de los bosques de manglar en el sistema Lagunar Carretas-Pereyra. Reserva de la Biosfera la Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología – Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Edit. Limusa. México.
- Salas, R. R. L. 2006. Estructura Forestal de un manglar en la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, Chiapas. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales Chapingo–Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
- Salazar, R. A. 2003. Estructura y composición del manglar y propiedades fisicoquímicas del suelo en el sistema Lagunar Pozuelos-Murillo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas–Universidad Autónoma de Chiapas, Tapachula, Chiapas, México.
- Salazar –Vallejo, S. I. 2002. Huracanes y Biodiversidad Costera Trópica. *Revista de Biología Trópica*. 50(2): 415-428.
- Salinas, R.S.A. 2009. Caracterización y diagnóstico en tramos del río Prusia, el Plan, Cuxtepeques, el Negrito y el Rosario, en la Reserva de la Biosfera el Triunfo (REBITRI) y su zona de influencia, Chiapas, México. Tesis de Master Oficial en Restauración de Ecosistemas. Universidad de Alcalá Henares, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, ECOSUR. San Cristobal, Chiapas, México.

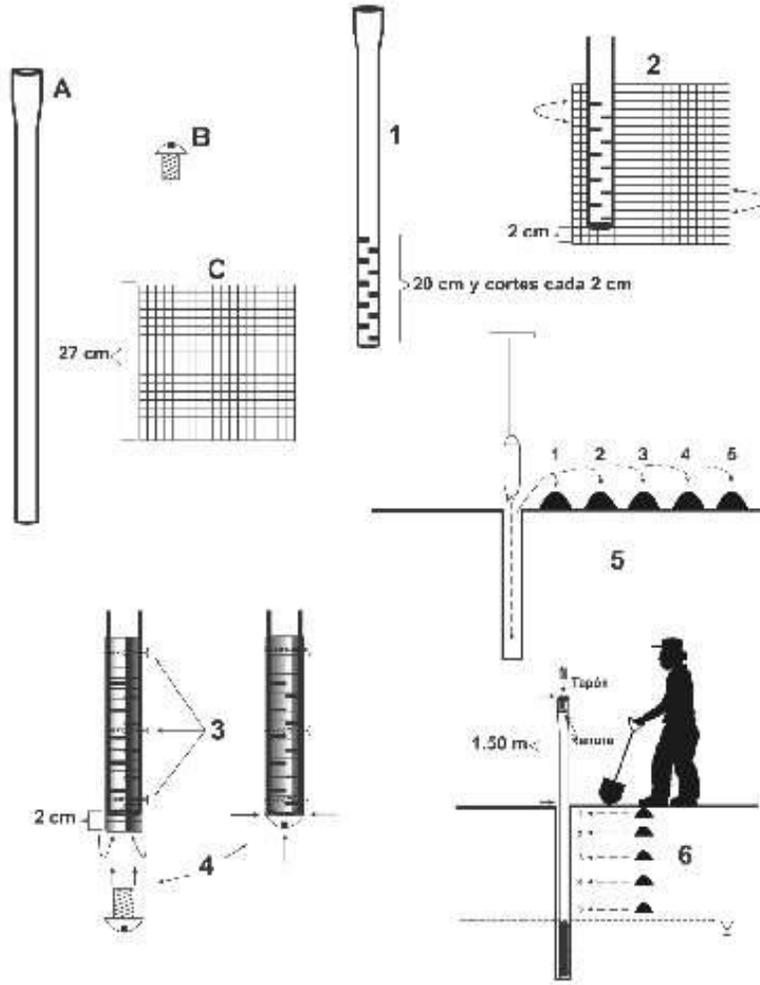
- Sánchez, M. M. 2010. Los beneficios del monte. Percepción social y consumo de los servicios ecosistémicos derivados de la biodiversidad vegetal en la cuenca del río Cuitzmala, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. UNAM–CIEco.
- Sánchez, S. R 2008. La observación participante como escenario y configuración de la diversidad de significados. En: Tarres M. L. (Coord.) Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Porrúa, FLACSO y El Colegio de México.
- Sarukhán, J. 1968. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México. En: Pennington, T. y Sarukhan J. (Eds) Manual para la identificación de los árboles tropicales de México. Inst. Nal. De Inv. Forestales–FAO. México D.F.
- Seghier, J., C. Floret, R. Pontainer. 1995. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. *J. Tropical Ecology* 11: 237-254.
- SEMARNAT, 2001. Resultado de los incendios forestales en el contexto del desarrollo rural. México D.F.
- SEMARNAT/CONAFOR. 2011. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2011. México.
- Siemens, A. 1983. Wetland agriculture in Prehispanic Mesoamericana. *Geographical Review* 73 (2): 166-181.
- Tarrés, M. L. 2008. Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Porrúa, FLACSO y El Colegio de México.
- Teutli, C. H. 2008. Regeneración de zonas de manglar bajo diferentes regímenes hidrológicos en sistemas carsticos-carbonatados. Tesis de Maestría en Ciencias. CINVESTAV – IPN- Unidad Mérida. Mérida, Yucatán.
- TNC, 2001. Iniciativa de Manejo del Fuego. Resultados del taller sobre manejo ecológico del fuego. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Documento interno.
- TNC, 2004- El Fuego, los Ecosistemas y la Gente, Una Evaluación preliminar del Fuego como un tema global de conservación.
- TNC, 2010. Perspectiva general de asuntos relacionados con el manejo de las cuencas costeras de Chiapas. TNC, USAID, Forest Service Department of Agriculture. Chiapas, México.
- Toledo, V. M. y V. Argueta. 1993. Naturaleza, producción y cultura en una región indígena de México: las lecciones de Pátzcuaro. En Leff E. y J. Carabias (Eds). *Cultura y*

- Manejo Sustentable de los Recursos Naturales. UNAM – CIIH Porrúa. México D.F. 786 pp.
- Tovilla, H. C., V. Roman, M. Simuta y M. Linares. 2004. Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán en la costa de Chiapas. *Maderas y Bosques*. Instituto de Ecología A. C. 2:77-91.
- Tovilla H. C. y D. E. Orihuela. 2004. Impacto del huracán Rosa sobre los bosques de manglar de la costa norte de Nayarit, México. *Maderas y Bosques*. Instituto de Ecología A.C. 2:63-75.
- Tovilla, H. C., 2007. Estudio diagnóstico situación actual de los manglares en la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, y su área de influencia Chiapas, México: transferencia y socialización del conocimiento. Informe PROCODES. Documento Interno de la Reserva de la Biosfera la Encrucijada.
- Tun Dzul, F. J., H. Vester, G. Duran, B. Schmook. 2008. Estructura arbórea y variabilidad temporal del NDIV en los “Bajos Inundables” de la Pénínsula de Yucatán. *Polibotánica*. Instituto Politécnico Nacional. 25: 69-90.
- Urrego, L. E. y J. Del Valle. 2001. Relación fenológica- clima de algunas especies de los humedales forestales (Guandales) del Pacífico Sur Colombiano. *Interciencia* 26(4):150-156.
- Van Schaik, C. P., J.W. Terbough y S. J. Wright. 1993. The phenology of tropical forest adaptive significance and consequences for primary consumer. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24:353 -377.
- Varona, C. F. 2011. Influencia de las condiciones físico-químicas sobre el Fitoplancton y su respuesta al enriquecimiento de nutrientes En mesocosmos en lagunas costeras mexicanas. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México D.F.
- Vela, F. 2008. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: Tarres M. L. (Coord.) *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. Porrúa, FLACSO y El Colegio de México. 63 pp.
- Velázquez, M. J., 2004 .Programa de Manejo Integral del Fuego, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Documento Interno.
- Vepraskas, M. J., y S. P. Faulkner. 2001. Redox chemistry of hydric soils, in: Richardson, J.L., Vepraskas, M. J. (Eds.), *Wetland Soils. Genesis, hydrology, landscapes, and classification*. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, pp. 85–106.

- Westhoff, V. y Van der Maarel, E., 1978. The Braun-Blanquet Approach. In: Whittaker, R. (Ed.), *Classification of Plant Communities*. Kluwer Academic Publishers, The Hague.
- Wheeler, B. D., R.P. Money, S.C. Shaw. M.R. Perrow y A.J. Davy (Eds). 2002. *Freshwater Wetlands*. Perrow, M.R. and Davy, A.J., 2002. *Handbook of Ecological Restoration*. Vol. 2. *Restoration in Practice*. Cambridge University Press. Londres.

ANEXO I

Construcción de piezómetros. Tomado del Breviario para describir, observar y manejar Humedales, 2009.



Construcción e instalación de piezómetros. A) tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada; B) tornillos inoxidables de $\frac{5}{8}$ "; C) tela Nytex. Los siguientes esquemas muestran detalles de la construcción del tubo. 1) tubo ranurado en la parte inferior; 2, 3 y 4) instalación de la tela nytex forrando el tubo y colocación del tornillo en la parte inferior para ayudar a introducir y mantener los extremos de la tela en el interior del tubo; 5) perforación del pozo con nucleador, donde la numeración indica el orden en que se extrajeron las capas de suelo; 6) instalación del piezómetro en el pozo donde se irá regresando el suelo en el orden en que fue excavado.

ANEXO 2

CONSTRUCCIÓN DE ELECTRODOS DE PLATINO. Modificado de López Rosas y Tolome (2009).

Sustancias:

- Ácido nítrico 34 %
- Ácido clorhídrico 84%
- Agua desionizada.
- Agua destilada

Material:

- Pipetas de 5 ml con perilla (utilizamos esta pipeta)
- Alambre de cobre aislado del # 10, se puede utilizar alambre de cobre del #8 y aislarlo con manguera de silicón (de acuario).
- Alambre de platino del # 18 con 99% de pureza
- Pinzas de corte
- Piedra afiladora o esmeril
- Soldadura en alambre del #18 (estaño)
- Resina epóxica (resina + endurecedor), puede ser en pasta o líquida.
- Vaso de precipitados de 50 ml
- Estuche de disección (pinzas de punta plana y tijeras)
- Pinzas de punta
- Taladro con broca de 3/64 (1.19 mm) y 1/16
- Cautín tipo lápiz (punta previamente removida)
 - Soporte universal
- Navajas desechables
- Pinzas para bureta

Procedimiento:

1. Se corta el alambre de platino en segmentos de 1.3 cm utilizando las pinzas y tijeras de disección. El material para manipular el platino no se debe usar para manipular otros metales porque se corre el riesgo de contaminación y pérdida de la pureza del platino. Recomendamos que las pinzas de disección sean cubiertas con una película de barniz para uñas, de buena calidad para evitar que se desprenda, para reducir el riesgo de contaminación del platino ó cubrir las puntas de las pinzas con resina epóxica para mayor seguridad.
2. Se limpian los segmentos de platino sumergiéndolos en una solución 1:1 de ácido nítrico y ácido clorhídrico por lo menos 4 horas.
3. Se desecha el ácido y se enjuaga el platino con agua destilada, y posteriormente con agua desionizada.
4. Se deja el platino en agua desionizada toda la noche.
5. Se desecha el agua desionizada y se deja secar el platino.
6. Se corta el alambre de cobre con las pinzas de corte. La longitud dependerá de los objetivos de trabajo y de los sitios donde se hará la medición. Por ejemplo, si se quiere medir el potencial redox de suelo a una profundidad de 20 cm y el sitio se llega a inundar 50 cm, entonces la longitud mínima del alambre debe ser de 90 cm para evitar que se moje el extremo superior de cobre.
7. Se quitan 5 cm del aislante de cada uno de los extremos del alambre.

8. Se pule la punta de uno de los extremos descubiertos usando piedra de afilar o esmeril hasta lograr una punta roma eliminando las rebabas.
9. Se fija el alambre en una posición vertical u horizontal, con la punta roma a una altura que permita ser manipulado con el taladro
10. Se hace una perforación de aproximadamente 5 mm de profundidad y 1.2 mm de diámetro en la punta roma del alambre en dirección de arriba a abajo. Se recomienda marcar con la punta de un clavo y martillo el punto de inicio, una vez que este la marca se utilizar la broca 3/64 para empezar la perforación, de uno a dos mm, y para el resto se utiliza la braca 1/16.
11. Se corta 6 mm de soldadura y se coloca dentro de la concavidad del alambre de cobre.
12. Se calienta la punta del alambre de cobre metiéndolo en el caudín. La temperatura alcanzada debe ser suficiente para fundir la soldadura y mantenerla fundida 30 segundos. No se debe calentar en exceso el alambre porque se puede derretir el aislante.
13. Se sumerge rápidamente un segmento de alambre de platino dentro de la concavidad con la soldadura fundida.
14. Se espera a que solidifique la soldadura (aproximadamente 1 minuto).
15. Se prepara la resina epóxica mezclando la resina con el endurecedor (seguir las instrucciones del producto).
16. Se coloca una película de resina epóxica cubriendo 2 mm del alambre de platino por encima de la soldadura, la soldadura y el alambre de cobre 1 cm por debajo de la soldadura.
17. Rápidamente, antes de que empiece a solidificar la resina, se desliza el aislante del alambre de cobre ó la manguera de silicón hasta cubrir la soldadura. En caso de haber utilizado esta última se recomienda limpiar con alcohol isopropílico el alambre de cobre para eliminar residuos de grasa u otras impurezas.
18. Se coloca una segunda película de resina epóxica cubriendo 2 mm del alambre de platino por encima del aislante y 1 ó 2 cm del aislante. Se procura que lo único que quede en contacto con el ambiente sean aproximadamente 7 mm de alambre de platino.
19. Se deja secar la resina colocando los alambres en posición vertical (con la punta de platino hacia arriba) en pinzas para bureta y soporte universal.
20. Una vez seca la resina ya se pueden calibrar los electrodos y usarlos en campo.
21. En caso de que las puntas de platino se hayan cubierto de un exceso de resina, se quita con navaja desechable.

Calibración

Sustancias:

- Quinhidrona (Quinhydrone, 97%; ALDRICH # 282960-100G o Sigma #Q- 1001.)
- Solución amortiguadora de fosfatos pH 4 ó 7 (J.T.Baker 5606-02 ó 5608-02)

Material:

- Medidor de pH/mV/ORP (BARNANT 20) o multímetro (voltímetro)
- Electrodo calomel de referencia (CORNING #476406)

- En caso de usar el medidor de pH/mV/ORP como voltímetro, usar un adaptador coaxial
- 1 par de cables aislados del # 16 con punta de caimán
- 2 probetas de 50 ml c/u
- 2 vasos de precipitados de 100 ml c/u
- Espátula

Procedimiento:

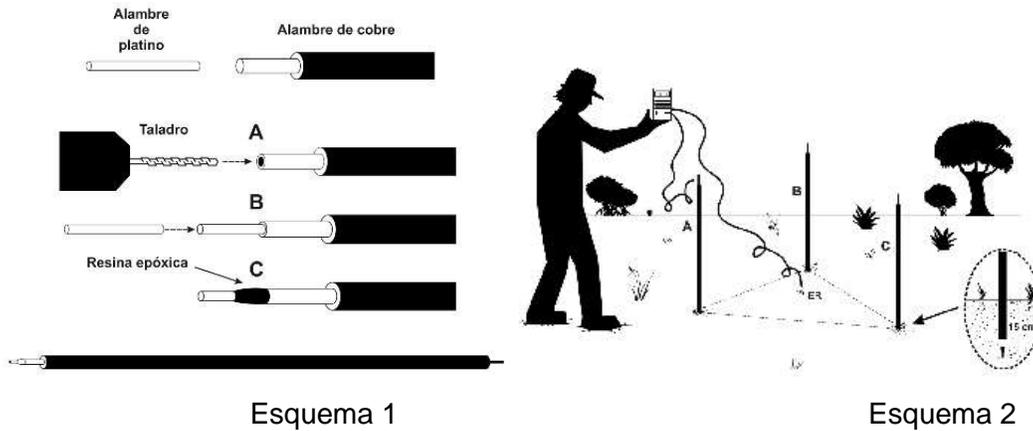
1. Se hace una solución añadiendo $\frac{1}{2}$ cucharadita (aproximadamente 5 mg) de quinhidrona a 100 ml de solución amortiguadora de pH 4 o pH 7.
2. Se coloca el electrodo calomel de referencia en la solución y se conecta a la salida negativa (generalmente negra) del voltímetro.
3. Se coloca en la misma solución el electrodo de platino (con la punta de platino inmersa en la solución) y se conecta a la salida positiva (generalmente roja) del voltímetro, usando el cable con punta de caimán.
4. Se coloca el medidor en modo mV y se utiliza una carga de 2000 mV.
5. Se anota la lectura.
6. Dependiendo de la temperatura ambiental y de la solución amortiguadora que se utilice, las lecturas esperadas aparecen en el siguiente cuadro. En el campo en zonas tropicales la temperatura más frecuente es de 25°C, por lo que se resalta en negritas.
7. Se anota la diferencia entre el valor obtenido y el valor esperado. Si la diferencia entre lo obtenido y lo esperado es mayor a 10 mV, se deberá limpiar la punta de platino con agua y navaja y volver a calibrar. Si después de una segunda calibración se siguen teniendo más de 10 mV de diferencia, se desecha el electrodo.

USO EN CAMPO

El valor del parámetro de potencial redox se obtiene utilizando 3 electrodos de platino y un electrodo calomel de referencia (Corning 476340) calibrado previamente a 218 mV en solución amortiguadora de pH 4 (J. T. Baker 5606-02) y Quinhidrona (Sigma Q- 1001).

1. Se conectan los electrodos al voltímetro (procedimientos 2 y 3).
2. Una vez calibrado, se entierra el electrodo de platino a la profundidad deseada. Si se entierra someramente (1 a 5 cm) y el alambre de cobre es muy largo, se requerirá de un soporte adicional para evitar inestabilidad.
3. Cada electrodo de platino se entierra en un punto diferente del cuadro a una profundidad de 15 cm para tener tres valores y obtener la media (Figura 3).
4. Se entierra el electrodo calomel de referencia en la superficie del suelo, cerca del electrodo de platino.
5. El suelo debe estar húmedo o inundado para cerrar el circuito y poder tomar la lectura. Si el suelo está seco, se debe humedecer la superficie con agua destilada.
6. Las medidas de E se obtienen con un medidor pH/ORP Barnant, sumando a cada una de estas lecturas la cantidad de 244.3 mV (Bohn 1971).
7. Se anotan las lecturas. El promedio de los tres valores de E se utiliza en el H análisis de los datos.

8. Para obtener el valor de E de cada lectura, se suman los mV que H corresponden de acuerdo con la tabla del procedimiento 6 de la sección Calibración. Por ejemplo, si la lectura en campo fue de -50 mV a una temperatura de 25 C, el valor de E será de $-50 + 244.3 = 194.3$ mV e indica que H ya comienza la aparición de Mn^{2+} en el suelo (ver la Introducción).

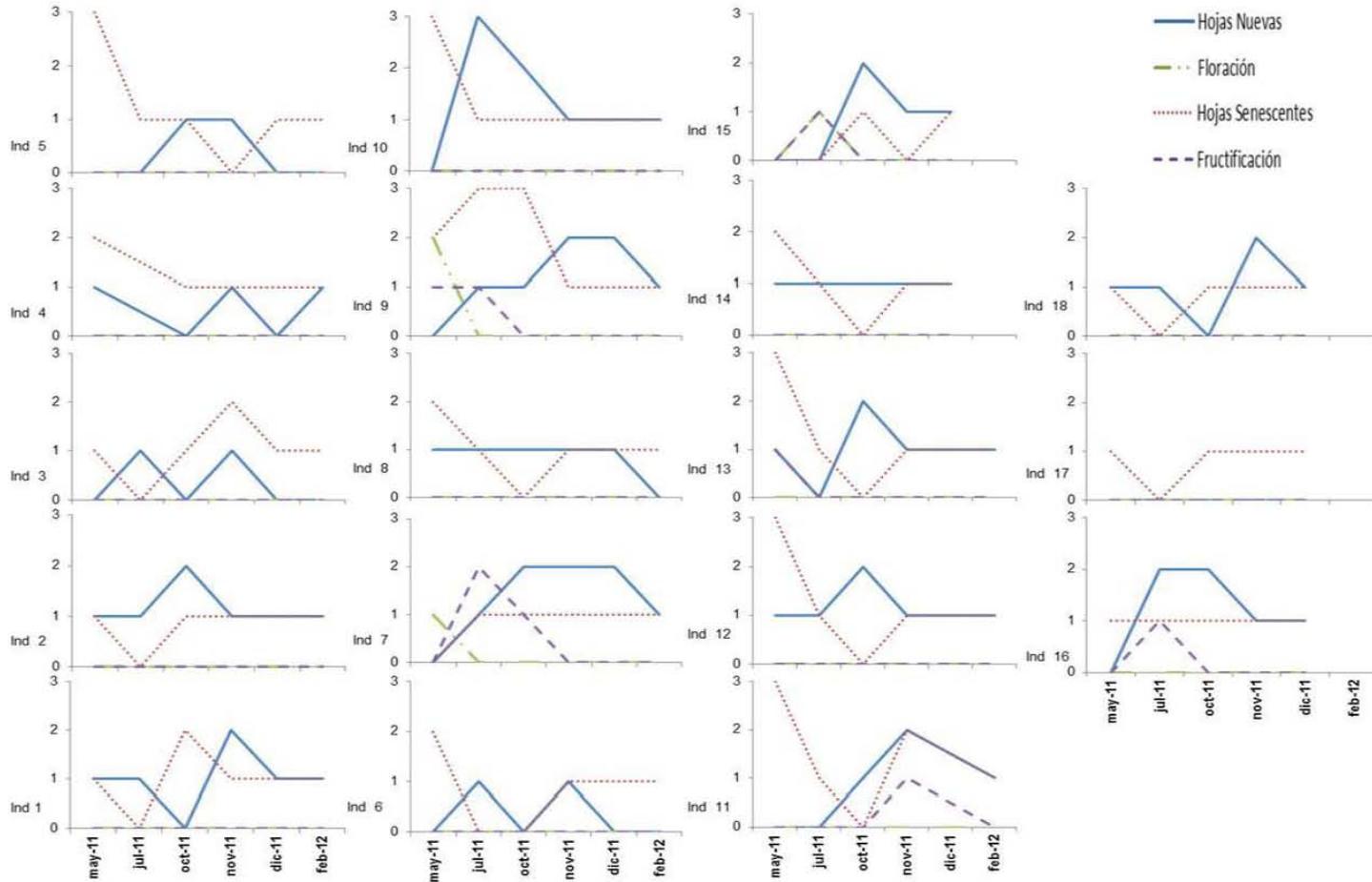


Esquema 1. Electrodo construido en el laboratorio con base en el procedimiento descrito. Puede apreciarse la punta de platino en un extremo. Esquema 2. Muestra la posición y enterramiento de los tres electrodos de platino (A, B y C) y del electrodo de referencia (ER) durante la medición del potencial redox. Tomado del Breviario para describir, observar y manejar Humedales, 2009

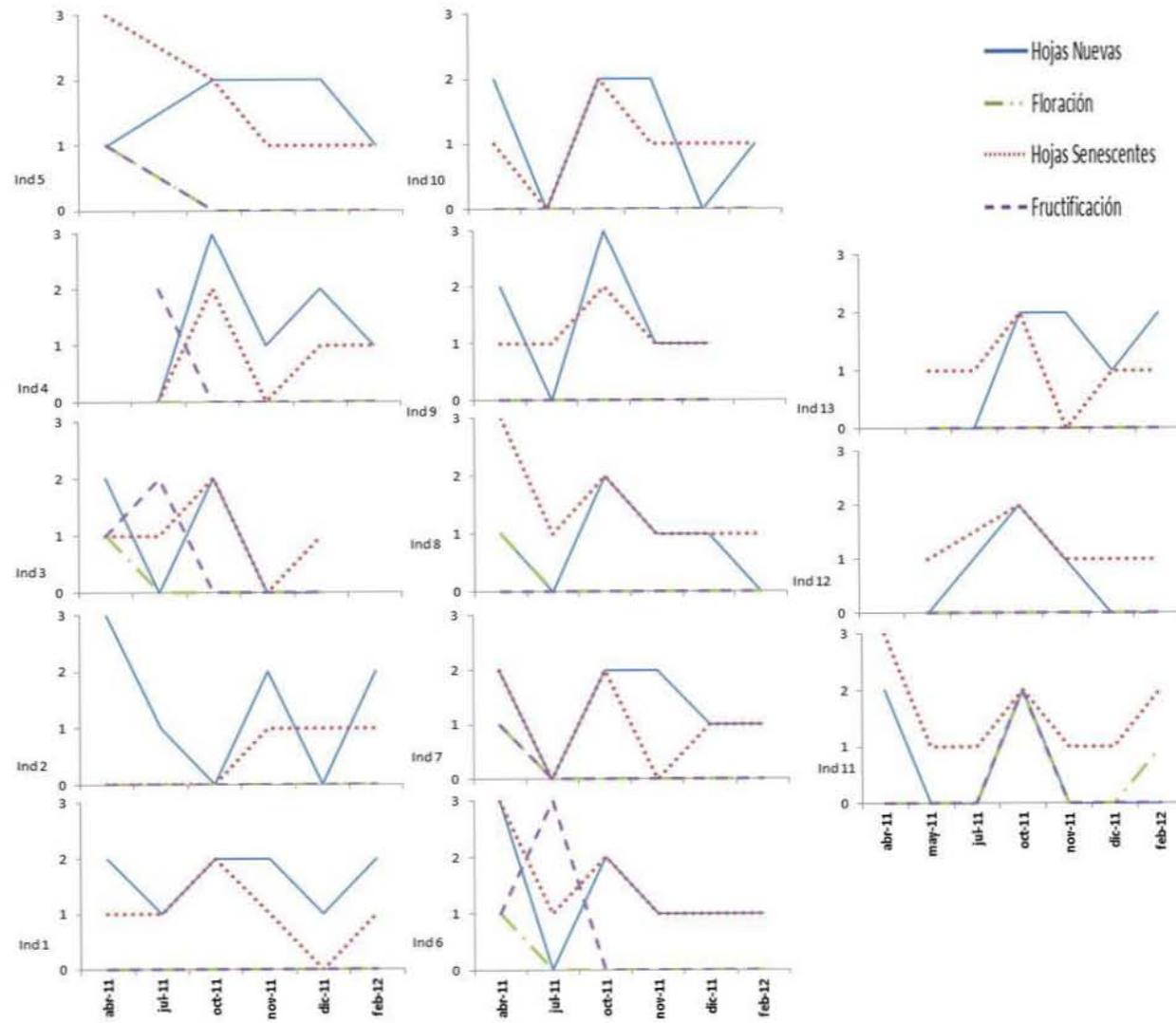
ANEXO 3

Cambios fenológicos de los individuos muestreados en las localidades de estudio. a) Nixtamal y b) Júcaro.

a



b



ANEXO 4

Temas y preguntas que guiaron las actividades para recabar información sobre los usos y costumbres del bosque de zapotón (*Pachira aquatica*) en comunidades de la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, Chiapas, México.

Los bosques de zapotón cercanos a su comunidad son únicos en nuestro país, sin embargo es poca la información que existe en cuanto su estructura y función, además del uso que les dan las comunidades cercanas. Al igual que otros ambientes en los últimos años se han perdido hectáreas debido a diferentes problemas ambientales.

La información que se obtenga en esta entrevista forman parte del trabajo de tesis de maestría de Matilde Rincón Pérez que está realizando en la UNAM cd. de México y el INECOL en Jalapa, Veracruz. Contar con estos datos nos permitirá caracterizar estos bosques y conocer la importancia que tienen para las comunidades cercanas a él y realizar recomendaciones para la conservación, manejo y restauración.

Datos del entrevistado

1. Localidad: _____
2. Nombre del entrevistado: _____
3. Actividad productiva a la que se dedica: _____
4. Años de vivir en la comunidad: _____
5. Lugar de nacimiento: _____
6. Edad: _____
7. Género _____

Utilidad de los bosques de zapotón (*Pachira aquatica*). (Anotar sus comentarios)

1. ¿Tiene alguna utilidad los bosques de zapotón para su comunidad? Sí No
Para que los utilizan

Extracción de Madera	
Colecta de plantas medicinales	
Sitio de caza	
Otros	

2. ¿Hay beneficio personal que le brinden? Sí No
¿Cuáles?

3. ¿Conoce usted que plantas viven en el bosque de zapotón? Sí No
¿Mencionar cuáles?

4. Las plantas que mencionó tienen algún uso? Sí No

Nombre	Uso	Frecuencia	Forma de vida

5. Me puede mencionar que animales sabe que viven en el zapotón?

6. Usted aprovecha los animales que viven en el zapotón? Sí No

Nombre	Uso	Frecuencia	Forma de captura

7. ¿Ha escuchado usted de los servicios ambientales ó beneficios que proporciona el ecosistema? Sí No (explicar brevemente)

¿Qué servicios ambientales conoce?

8. ¿Sabe de los pagos por servicios ambientales? Sí No (explicar brevemente)

Caracterización de la especie

1. ¿Me puede mencionar otros con que otros nombres conoce al zapotón?

2. ¿Tiene algún uso directo el árbol? Sí No

3. ¿Cuáles son las partes del árbol usa?

Partes del árbol	Uso	Frecuencia	Obtención

4. ¿Usted las vende ó compra? ¿En cuanto la vende o la compra?

5. ¿Saben en qué meses se ven flores y frutos?

Meses	Flor	Fruto	Meses	Flor	Fruto
Enero			Julio		
Febrero			Agosto		
Marzo			Septiembre		
Abril			Octubre		
Mayo			Noviembre		
Junio			Diciembre		

6. ¿Hace algunos años cómo era el bosque?
7. ¿Qué sitios conoce con zapotón? (que me dibujen un mapa con puntos de referencia)
8. ¿Sabe que problemas ambientales se han presentado en los zapotonales como incendios, deforestación, contaminación, saqueo de fauna)?

Problemática	Frecuencia	Importancia

9. ¿Sabe usted que pasa con los zapotonales después de lluvias fuertes?

Percepción del área natural protegida

1. ¿Sabe usted que su comunidad pertenece a una reserva o Área Natural Protegida? Sí No
 ¿Desde cuándo?
 Hace meses Hace 1 – 5 años Hace más de 5 años
2. ¿Conoce usted cual es la función de la reserva? Sí No
 Me puede mencionar alguna de ellas
3. ¿Usted ó su comunidad se ha beneficiado de las actividades que realiza la reserva? Sí No
4. ¿Usted ó su comunidad se ha perjudicado de las actividades que realiza la reserva? Sí No
 Mencione algunas
5. ¿Ha participado directamente en alguna actividad o proyecto de la reserva?
 Sí No
 Mencione cuales
6. ¿Conoce que tipo de apoyos puede recibir de la reserva? Sí No
 Mencione cuales