



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Estructura vegetal e impacto antrópico en los
manglares del Sistema Lagunar de Alvarado
Veracruz, México**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A
ALMA DELIA VÁZQUEZ LULE



DIRECTOR DE TESIS: M. en C. JOSE PEDRO RAMÍREZ GARCÍA ARMORA

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

Los Reyes Iztacala, Tlalneantla, Edo. Mex.

Septiembre 2008



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.

A mi Madre Maria del Refugio Lule

Por darme todo su amor y comprensión, por estar siempre a mi lado y compartir todos mis triunfos y decepciones. Por enseñarme a disfrutar mis éxitos y a aprender de los fracasos. Todo mi amor y todos mis sueños son para Ella.

A mi Padre Daniel Vázquez

No solo por darme la vida, si no por permitirme ser parte de su vida. También porque me permita demostrarle día a día el inmenso amor y agradecimiento que le tengo. Mis bendiciones siempre son para Él.

A D.

Agradecimientos

Mi mayor agradecimiento es para la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme conocer, estudiar y aprender dentro de sus aulas, con gente que le tiene un profundo amor y respeto a lo que hace. También muchas gracias a la UNAM y a muchos mexicanos, por permitirme ampliar mi visión y conocer un mundo al que varias personas en México no tienen acceso por falta de recursos económicos.

Gracias por cambiar mi vida.

Para la realización del presente trabajo los agradecimientos van a ser insuficientes, ya que no lo hubiera podido realizar sin el apoyo de muchas personas. Por principio uno de los agradecimientos más especiales es para mi director de tesis y amigo Pedro Ramírez, en primera por aceptar el asesoramiento del trabajo, por su objetividad en muchos comentarios y por el presupuesto para su realización, también por estarme impulsando siempre hacia adelante. También un agradecimiento al Dr. Antonio Lot por darme un espacio en el Laboratorio de Vegetación Acuática del Instituto de Biología.

Otro de los agradecimientos es para toda la gente de la Coordinación de percepción remota de la CONABIO, especialmente a las M. en C. Tere Rodríguez y Joanna Acosta, a la Geog. Isabel Cruz y el Dr. Rainer Ressler, por darme la oportunidad y la confianza de realizar una parte de mi tesis en el marco del proyecto “Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo”. También muchas gracias a Tere, Joanna, Isabel, Margarita y Aby, por instruirme y tenerme paciencia en el manejo de imágenes de satélite y otros tópicos extraños de la percepción remota, los cuales en algunos momentos era muy complicados para mi, Gracias.

También le agradezco al M. en C. Enrique Portilla Ochoa y a todo su equipo de trabajo de la Universidad Veracruzana, por asesorarme para la realización de los cuestionarios sobre los usos de los árboles de manglar, al igual que por presentarme como parte de su equipo ante las comunidades de pobladores de Alvarado Veracruz, y así darme la oportunidad de poder interactuar con ellos. Muchas gracias a la Biol. Blanquita Cortina

de la Universidad Veracruzana, por brindarme su amistad y darme alojamiento todas las veces que anduve entre Jalapa y Alvarado.

Un agradecimiento muy especial a todos los pobladores del Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, por brindarnos su confianza y por participar amablemente en las entrevistas. También le agradezco a la Biol. Yesica Avendaño Flores por su apoyo en el levantamiento de las entrevistas. Gracias también a nuestro guía y motorista Beto Arias, que nos apoyo continuamente para que la gente participara. A la Señora Guadalupe Javier Ortiz, por brindarnos alojamiento en su casa y proporcionarnos lo que estaba en sus posibilidades, además de apoyarnos con la participación de los pobladores de la Comunidad de Cala Larga.

Un agradecimiento al comité de sinodales de la FES-Iztacala revisores de la tesis, que con sus cometarios y observaciones mejoraron éste trabajo. Gracias también a mis revisores extraoficiales: los Drs. Manuel Guzmán, Gabriel Gutiérrez, Rainer Ressler y a la Geog. Isabel Cruz.

Por último y no así menos importante, muchas gracias a mis padres por quererme tanto y apoyarme en todas mis decisiones, a mi tía Gloria y a la familia Lule por brindarme siempre su apoyo, a mis amigas: Yesica, Erandi, Guaipy y Nadia, por dejarme compartir grandes momentos con ellas y demostrarme su cariño continuamente. A todos ellos Gracias, los quiero mucho y de alguna forma siempre los llevo en mi corazón y pensamientos.

Creo que aun así me faltaría mencionar a varias personas, por lo que les pido una disculpa a los que no aparezcan en este momento, de cualquier forma, Gracias.

Índice

	Pag.
Índice de tablas y figuras	ii
Resumen	1
1. Introducción	2
2. Antecedentes	5
3. Objetivos	10
4. Marco teórico	11
4.1 Manglares	11
4.2 Técnicas de percepción remota	19
5. Área de estudio	28
6. Materiales y métodos	32
6.1 Estructura vegetal de la comunidad de manglar	32
6.2 Cobertura de la comunidad de manglar y cambio de uso de suelo	35
6.3 Usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV sobre las especies de manglar	41
7. Resultados	42
7.1 Estructura vegetal de la comunidad de manglar	42
7.2 Cobertura de la comunidad de manglar y cambio de uso de suelo	49
7.3 Usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV sobre las especies de manglar	55
8. Discusión	68
8.1 Estructura vegetal de la comunidad de manglar	68
8.2 Cobertura de la comunidad de manglar y cambio de uso de suelo	72
8.3 Usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV sobre las especies de manglar	77
9. Conclusiones	83
9.1 Sugerencias	84
10. Referencias citadas	86
11. Anexo	97

Índice de tablas y figuras

	Pag.
Tabla 1. Tipos de usos de los manglares	18
Tabla 2. Características de los sensores Landsat	25
Tabla 3. Características de los sensores SPOT	26
Figura 1. Área de estudio	A*
Tabla 4. Condiciones mareales	29
Tabla 5. Datos de las imágenes de satélite	36
Tabla 6. Estructura de la comunidad de manglar	43
Figura. 2. Intervalos de altura	44
Figura 3. Intervalos de diámetro a la altura del pecho (DAP)	44
Figura 4. Categorías de altura	45
Figura 5. Categorías diamétricas	45
Tabla 7. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo	46
Figura 6. Altura por sitio de muestreo	46
Figura 7. Diámetro a la altura del pecho de los árboles por sitio de muestreo	47
Figura 8. Densidad de especies por sitio	48
Figura 9. Área basal de especies por sitio	48
Tabla 8. Evaluación de la exactitud de la clasificación del mosaico de imágenes SPOT 2006	50
Figura 10. Imagen Landsat 1973	B*
Figura 11. Mosaico SPOT 2006	C*
Tabla 9. Cobertura total y porcentajes de cobertura en 1973 y 2006	51
Figura 12. Coberturas del suelo de 1973 y 2006	51
Figura 13. Coberturas del suelo de 1973	D*
Figura 14. Coberturas del suelo de 2006	E*

Tabla 10. Análisis de Detección de cambio en el SLAV (1973-2006)	52
Figura 15. Cambio de uso de suelo del manglar	F*
Tabla 11. Coberturas del suelo	54
Figura 16. Ventanas de cambio de uso de suelo de la cobertura manglar	G*
Figura 17. Categorías de identificación del término “Manglar”	55
Fig. 18. Usos de los árboles de manglar en el SLAV	58
Figura 19. Encierros de organismos acuáticos realizados con troncos de <i>L. racemosa</i>	59
Figura 20. Obtención del “corazón” de <i>A. germinans</i>	59
Figura 21. Poblador con cabo de herramienta realizado con raíces de <i>R. mangle</i>	60
Figura 22. Horno de carbón de mangle en el SLAV	60
Figura 23. Usos y estructura de <i>R. mangle</i>	62
Figura 24. Usos y estructuras de <i>A. germinans</i>	64
Figura 25. Usos y estructuras de <i>L. racemosa</i>	65
Figura 26. Causas que favorecen el uso de manglar	66
Tabla. 12. Características estructurales de diferentes sitios con manglar	70

* Se refieren a los mapas que se realizaron durante el estudio y que se manejan como figuras

Resumen

Los manglares son comunidades que brindan una gran variedad de bienes y servicios, sin embargo en últimas décadas han sido impactados por el crecimiento demográfico, la presión para la producción de alimentos y el desarrollo industrial y urbano. El objetivo del presente estudio fue estimar la estructura de la comunidad de manglar y el impacto antrópico en los manglares del Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, a partir de evaluar los cambios en las coberturas del suelo de 1973 al 2006, e identificar los usos que los pobladores locales le dan a las especies de manglar. La especie dominante de la comunidad de manglar fue *Avicennia germinans*, seguida por *Laguncularia racemosa*, esta última especie presentó a los individuos con las alturas y los diámetros más bajos. Por otra parte la cobertura de manglar para el año 2006 fue de 13,807 ha, 5,700 ha menos que para el año de 1973. De las 19,507 ha de manglar en 1973, el 24.2 % fueron convertidas a pastizal para el 2006. La tasa de deforestación para la cobertura de manglar durante éste periodo de estudio fue de 1.04 % anual. En lo que respecta a los usos del manglar por parte de los pobladores locales, las especies más utilizadas fueron *A. germinans* y *L. racemosa*, la primera es empleada en la construcción de casas, muebles, combustible (principalmente carbón) y alimento para ganado, mientras que *L. racemosa* para la construcción de cercas, muelles, guía de lanchas y combustible (leña). Los cambios en las coberturas del suelo principalmente el aumento de pastizales, afectan la estructura y la extensión de los manglares en el SLAV. Posiblemente también la extracción local de árboles esté afectando la estructura de la comunidad de manglar.

1. Introducción

Los manglares son plantas halófilas facultativas que pueden crecer en medios sujetos a constantes intrusiones de agua salada y terrenos poco estables (Font-Quer, 1985; Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983; Tomlinson, 1986; Lacerda, 2002). Este tipo de vegetación se establece en zonas de transición entre el mar y la tierra, sobre la línea de costa de países tropicales y subtropicales (Tomlinson, 1986; Lacerda, 2002).

Los manglares son importantes porque brindan una gran variedad de bienes y servicios ambientales, como control de inundaciones, protección contra huracanes y tormentas, control de contaminación y refugio y hábitat para especies migratorias (Constanza *et al.*, 1997). También influyen considerablemente en la producción de alimentos, principalmente los obtenidos con la actividad pesquera (Rönnbäck, 1999; Lal, 2003).

A pesar de la importancia que a nivel local y regional presentan los manglares, en últimas décadas a nivel mundial éstos han sido impactados por el crecimiento demográfico, la presión para la producción de alimentos, y el desarrollo industrial, urbano y turístico (Cox *et al.*, 2002; Field, 1998; Gunderson, 2001).

En 1980 a nivel mundial se tenían registradas 18.8 millones de hectáreas (ha) de manglar, cifra que disminuyó a 15.2 millones de ha para el 2005 (FAO, 2006). México junto con Indonesia, Australia, Brasil y Nigeria albergan el 48 % de la cobertura total de manglares a nivel mundial. Mientras que sólo para la región América del Norte y América Central, los manglares mexicanos representan alrededor de un 37 %, es decir 882,032 ha, según reportes de la FAO (2007).

La cifra más reciente y preliminar de la cobertura de manglares a nivel nacional, fue publicada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2008), y equivale a 655,667 ha (escala 1:50,000). Esta cifra fue obtenida con técnicas de percepción remota, utilizando imágenes multiespectrales del satélite SPOT de fechas recientes (2005-2006), por lo que puede considerarse uno de los estudios más completos y precisos al momento.

En general los manglares pueden estar sujetos a impactos naturales y antrópicos, dentro de los impactos naturales se encuentran los huracanes, inundaciones y tsunamis (Kathiresan and Rajendran, 2005), mientras que dentro de los de origen humano están los cambios de usos de suelo (Ramírez-García *et al.*, 1998; Berlanga-Robles and Ruiz-

Luna, 2002; Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2006), el establecimiento de granjas camaronícolas (Dewalt *et al.*, 1996) y la extracción maderera local (Walters, 2005).

El cambio de uso de suelo puede afectar la estructura de las comunidades de manglar, e incluso provocar pérdidas en su cobertura. Los principales cambios en las coberturas de la vegetación de manglar son para la implementación de granjas camaronícolas (Dewalt *et al.*, 1996), zonas de agricultura y/o pastoreo (Ramírez-García *et al.*, 1998; Rodríguez-Zúñiga, 2002; Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2006) y desarrollo urbano y turístico (Benfield *et al.*, 2005).

Para México el cambio en las coberturas de manglares se ha identificado con técnicas de percepción remota y análisis de imágenes de satélite, principalmente en estados como Sinaloa y Nayarit. En estas áreas los manglares y algunas coberturas como selvas secas, se han visto afectadas por el desarrollo de la agricultura, asentamientos humanos y el aumento de zonas para ganadería (Ramírez-García *et al.*, 1998; Ruiz-Luna and Berlanga-Robles, 1999; Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2002; Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2006).

Por otra parte, la extracción local de los árboles de manglar es una práctica común en diferentes partes del mundo (Smith and Berkes, 1993; Walters, 2003; Pinzón *et al.*, 2003; Kovacs, 1999), sin embargo se ha comprobado que es una actividad que provoca modificaciones en la estructura de las comunidades de manglar, afectando las alturas, diámetros y densidades de los individuos (Walters, 2005). Un punto de partida para evaluar los efectos de la extracción local en manglares, han sido los estudios enfocados a evaluar los usos de las especies manglar (Kovacs, 1999; Hernández-Cornejo *et al.*, 2005).

Los usos de las especies de manglar son muy variados, y van desde utilizarse en la construcción de casas, cercas, y encierros para organismos acuáticos (Kovacs, 1999; Hernández-Cornejo *et al.*, 2005), hasta la producción de carbón de mangle (Bandaranayake, 1998; Aubé and Caron, 2001). También algunas partes de los árboles son utilizados en remedios medicinales (Kovacs, 1999; Hernández-Cornejo *et al.*, 2005; Dahdouh-Guebas *et al.*, 2006) y como colorantes (Kovacs, 1999). En nuestro país los usos de los manglares por parte de los pobladores locales, principalmente se han reportado para las costas del Pacífico Norte, en sistemas como Teacapan-Agua Brava, Nayarit (Kovacs, 1999) y Navachiste-San Ignacio-Macapule, Sinaloa (Hernández-Cornejo *et al.*, 2005).

Debido a la relevancia que presentan los manglares a nivel mundial y nacional, es importante identificar los factores que provocan modificaciones en su estructura y pérdidas en su extensión. El objetivo del presente estudio fue estimar la estructura vegetal de la comunidad de manglar, así como el impacto antrópico en los manglares del Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz (SLAV), a partir de evaluar la cobertura de la comunidad de manglar y los cambios en las coberturas del suelo de 1973 al 2006, e identificar los usos que los pobladores locales le dan a las especies de manglar.

2. Antecedentes

Estructura de la comunidad de manglar

Dentro de los trabajos que se han realizado sobre distribución y estructura de manglares se encuentra el de Pool *et al.*, (1977), en el que analizaron los manglares de Florida, Puerto Rico, México y Costa Rica, a partir del valor de importancia e índice de complejidad de Holdridge. Los mayores índices de complejidad se presentaron en Puerto Rico y Costa Rica, con 97.5 y 84.5 respectivamente. Para México en Marismas Nacionales el índice de complejidad fue de 73.2 a 41.3, en bosques ribereños donde *Laguncularia racemosa* presentó el mayor valor de importancia (60.4).

Dawes *et al.*, (1999), analizaron la estructura del manglar y la productividad macroalgal y de hojarasca en la costa oeste de Florida. En lo que respecta a la estructura reportaron la presencia de bosques de tipo borde dominados por *Rhizophora mangle*, con una densidad de 5,040 árboles/ha y un área basal de 16.8 m²/ha, con alturas promedio de 5.8 a 7.0 m.

Para nuestro país Flores-Verdugo *et al.* (1992), relacionaron la estructura (área basal, densidad, especies y altura), productividad y distribución de manglares, con el origen morfotectónico de diferentes cuerpos lagunares de la costa del Pacífico Mexicano, enfocándose principalmente a los sistemas de Chantuto-Teculapa-Panzacola, Chiapas y Teacapan-Agua Brava-Marismas Nacionales, Nayarit. Para el primer sistema lagunar se reportó la presencia de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, con una densidad de 1,722 árboles/ha, donde la especie dominante fue *R. mangle*. Para el caso de Teacapan-Agua Brava-Marismas Nacionales, los bosques estaban dominados por *L. racemosa* con un área basal de 1.64 m²/tronco, seguido de *A. germinans* con 0.77 m²/tronco.

Al sur de Marismas Nacionales en la boca del Río Santiago, Ramírez-García *et al.*, (1998), evaluaron la estructura y cobertura de manglar, además del cambio de coberturas del suelo de 1970 a 1993. Respecto a la estructura reportaron que era dominada por *L. racemosa*, con un valor de importancia de 138.5. Las especies con mayor área basal fueron *A. germinans* con 34.1 m²/ha y *L. racemosa* con 33.3 m²/ha.

Para el caso del Sistema Lagunar de Alvarado de Veracruz, en el 2002 Rodríguez-Zúñiga estimó la estructura de la comunidad de manglar y la composición de plántulas. Respecto a la estructura reportó una densidad de 956 árboles/ha, un área basal

de 30.42 m²/ha y una altura promedio de 7.2 m. La especie con mayor valor de importancia fue *A. germinans* con 129.5, seguida de *L. racemosa* con 90.

De nuevo en el SLAV, Domínguez-Machín (2005), realizó una comparación estructural de dos fragmentos de manglar en la Isla Pajarillos, Alvarado Veracruz. Para ambos fragmentos obtuvo que *A. germinans* fue la especie con mayor valor de importancia, 160 y 256, seguida de *L. racemosa* con 97 y 54.

Técnicas de percepción remota en estudios de comunidades de manglar

En lo que respecta a estudios sobre estructura y distribución de manglares evaluados con técnicas de percepción remota, se encuentra el trabajo de Green *et al.*, 1998b, donde evaluaron áreas de manglar en las islas Filipinas de Turks y Caicos, empleando imágenes de aerotransbordadores de alta resolución multiespectral. A partir de procesos de clasificación supervisada obtuvieron 9 categorías de hábitat, donde 6 correspondían a tipos de manglar.

En 1998, Gao evaluó la cobertura de manglar y otros usos del suelo en Waitemata Harbour, Nueva Zelanda, a partir de clasificaciones supervisadas con el algoritmo de máxima verosimilitud en imágenes SPOT 3. En lo que se refería a la cobertura de manglar ésta fue dividida en dos categorías basándose en la densidad de árboles y la apertura del dosel.

En el Golfo de Fonseca Honduras, Dewalt *et al.*, 1996, evaluaron el desarrollo de la camaronicultura y su impacto en la degradación ambiental y conflictos sociales. Para la evaluación del impacto ambiental realizaron un análisis de detección de cambio de uso de suelo con fotografías aéreas de diferentes años. Las categorías que definieron fueron: agricultura/pastizal, marismas, manglar, granjas camaronícolas, producción de sal y centros poblacionales. De la categoría manglar obtuvieron que de las 30,697 ha con las que se contaba en el año de 1973, para 1992 solo se mantenía el 78%, el 7% había sido modificado a granjas camaronícolas y el restante se destinaba a otros usos.

En Louisiana Estados Unidos, Ramsey *et al.*, (2001), realizaron un análisis de detección de cambio costero a partir de clasificaciones supervisadas. Las imágenes empleadas fueron Landsat Mapeador Temático (TM por sus siglas en inglés), de 1990, 1993 y 1996; se consideraron 16 clases que incluían humedales, bosques, pastizales, cultivos, etc. La exactitud total de las clasificaciones se agrupó de 78.0 % a 80.0 %. En este mismo estudio se incluye una metodología para análisis pos-clasificatorios, con la

que es posible evaluar el porcentaje y las hectáreas de una cobertura que se mantienen constantes en un periodo de estudio, o por el contrario evaluar su desplazamiento.

Para México en la boca del Río Santiago, Ramírez-García *et al.*, (1998), realizaron un análisis espacio-temporal de la vegetación de manglar de 1970 a 1993, a partir de clasificaciones supervisadas en imágenes Landsat TM, fotointerpretación y video. En este trabajo se definieron 10 clases, dentro de las que se encontraban las de *A. germinans* y *L. racemosa*, además de pastizales, bosque bajo deciduo, vegetación secundaria y marismas. La exactitud total de las clasificaciones fue del 85 %. Del periodo de estudio se obtuvo una tasa de deforestación de manglar de 1.4 % anual.

En la misma costa del Pacífico Mexicano, Berlanga-Robles y Ruiz-Luna en el 2002, realizaron un análisis multitemporal pos-clasificadorio de cambios de uso de suelo en el sistema costero de Majahual, Sinaloa, seleccionando seis coberturas del terreno como indicadores directos del paisaje (manglar, marisma, bosque caducifolio, sucesión secundaria y agricultura). La clasificación se realizó a partir de imágenes Landsat Multi-Espectral Escáner (MSS, por sus siglas en inglés) y Landsat TM de 1973, 1986, 1990 y 1997, obteniendo en esta última fecha una exactitud total del 70 %. En lo que respecta a la cobertura de manglar en 1973 había 17,361 ha, mientras que en 1997 se contaba con 17,332 ha, por lo que la tasa de deforestación fue de 0.2 %.

En la zona costera del Golfo de México, Moreno-Casasola *et al.*, (2002), realizaron un diagnóstico de los manglares del estado de Veracruz, donde se incluía su distribución, problemática y vínculo con los recursos pesqueros. De dicho análisis se determinó una superficie total de manglar de 43,811 ha, siendo la cuenca hidrológica del Papaloapan la que cubría alrededor del 41.1 % del total de la superficie estatal de manglares.

Para el SLAV, Rodríguez-Zúñiga (2002), realizó un análisis de detección de cambio en coberturas del suelo de 1973 al 2000, con imágenes Landsat MSS y TM respectivamente, identificando una cobertura inicial de manglar de 19,991 ha, mientras que para el año 2000 está había disminuido a 13,045 ha, de manera que la tasa de deforestación anual para los manglares fue de 1.6 %, siendo la principal causa el incremento de áreas para ganadería.

Usos del manglar

Dentro de las investigaciones sobre manejo comunitario y aprovechamiento de recursos maderables y no maderables de manglares, se encuentran los trabajos de Walters realizados en las Islas Filipinas. Los trabajos son enfocados a ecología humana, cambio de uso de suelo y análisis histórico-bibliográficos sobre el aprovechamiento de algunas especies de manglar, principalmente para combustible y construcción (Walters, 1997, 2003). También reporta los efectos que provocan los cortes a pequeña escala sobre las comunidades de manglar (Walters, 2005) y las alternativas para silvicultura llevadas a cabo por comunidades locales (Walters *et al.*, 2005).

Para México son pocos los trabajos reportados en este tema. Valdez-Hernández en el 2002, reporta el aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit por comunidades ejidales. En éste trabajo evaluó las diferencias estructurales que se presentaron en rodales cosechados y no cosechados de *A. germinans* y *L. racemosa*. Encontró que con excepción de la densidad y área basal de *L. racemosa* en la categoría diamétrica de 18 cm, no hay diferencias significativas entre rodales cosechados y no cosechados, incluso se presentó una mayor y más continua repoblación en rodales cosechados de *L. racemosa*.

Kovacs en 1999 evaluó el uso de los manglares a escala local, a partir de entrevistas a pobladores de Teacapan-Agua Brava, Nayarit, reportando que *L. racemosa* es la especie más comúnmente usada para galerías de tabaco, estacas, postes, cercas y muros, mientras que *R. mangle* es empleado como recurso medicinal y en extracción de taninos. En esta zona no se ha documentado la extracción de árboles de manglar para la producción de carbón.

En San Ignacio Navachiste Sinaloa, Hernández-Cornejo *et al.*, (2005), a partir de entrevistas registraron los usos de los manglares y las percepciones sobre el estado y desarrollo de los bosques, obteniendo que *L. racemosa* es la especie más frecuentemente usada como leña y material para construcción, seguida por *A. germinans* en infusiones para té y *R. mangle* para la extracción de taninos.

En el Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, Portilla-Ochoa y colaboradores del laboratorio de Biología de la Conservación de la Universidad Veracruzana, han realizado trabajos sobre ecología humana, educación ambiental y manejo comunitario de manglares y recursos pesqueros, además del desarrollo de programas para la conservación del humedal y manatí (Portilla-Ochoa, 2004; Portilla-Ochoa *et al.*, 2005). Dentro de estos programas de conservación está el de “Herederos del Humedal”, donde

se incluyen actividades de educación ambiental para los hijos de los pobladores que viven dentro del SLAV, y tiene como finalidad fomentar en los niños el cuidado y el aprecio a los recursos naturales con los que conviven (Comn. pers. E. Portilla-Ochoa, 2006).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Estimar la estructura vegetal de la comunidad de manglar, así como el impacto antrópico en los manglares del Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz.

3.2 Objetivos particulares

- Estimar la estructura vegetal de la comunidad de manglar.
 - Determinar la cobertura espacial de la comunidad de manglar.
 - Evaluar el cambio temporal en las coberturas del suelo entre 1973 y 2006.
 - Identificar los usos y conocimientos que tienen los pobladores locales respecto a las especies de manglar.
-
-

4. Marco teórico

4.1 Manglares

4.1.1 Definición

La comunidad de manglar está constituida por grupos de especies vegetales que colonizan terrenos anegados de agua, poco estables y sujetos a constantes intrusiones de agua salada (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983; Tomlinson, 1986; Lacerda, 2002). Éste tipo de vegetación frecuentemente se establece en zonas de transición entre el mar y la tierra (Tomlinson, 1986; Lacerda, 2002).

Los manglares son plantas halófilas facultativas que pueden crecer en medios característicamente salinos (Font-Quer, 1985). Los manglares se clasifican en dos grupos de acuerdo a la ocurrencia con la que se presentan y su tipo de desarrollo. Se consideran como verdaderos o estrictos a especies que exclusivamente se encuentran en el manglar, mientras que como asociaciones a las especies que frecuentemente ocurren en él, pero que también se presentan en otras comunidades vegetales (Tomlinson, 1986; Hogarth, 1999; Lacerda, 2002).

4.1.2 Generalidades biológicas

Los manglares presentan diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas debido a las condiciones del hábitat donde se desarrollan. Morfológicamente la adaptación más característica de estas plantas son las raíces aéreas o pneumatóforos, que tienen como función el soporte, el intercambio de gases y la eliminación de sales. Dentro de las adaptaciones fisiológicas más importantes se encuentra la viviparidad como estrategia reproductiva, y los mecanismos de exclusión de sal (Tomlinson, 1986).

Raíces aéreas

Las raíces aéreas en los manglares son una adaptación morfológica que se relaciona con la oxigenación, exclusión de sal y soporte de los individuos. Dentro de los sistemas de raíces que se presentan en los manglares las formas más características son de “zanco”, “rodilla” y pneumatóforos.

Las raíces con forma de “zanco” son comunes en las especies de *Rhizophora*, se desarrollan a partir del tronco y ramas, con lenticelas que les permiten el intercambio gaseoso. El sistema se ve más desarrollado en ejemplares adultos, donde también les proporciona estabilidad y soporte (Tomlinson, 1986). Por otra parte, las raíces de tipo

“rodilla” generalmente presentan un crecimiento horizontal alrededor del árbol, con formas de lóbulos pronunciados y unidos entre si, es característica de especies de *Bruguiera* y *Cerriops* (Tomlinson, 1986). Por último, los pneumatóforos son extensiones de raíz que se desarrollan sobre el suelo con geotrópismo negativo, en forma ascendente o como apéndices de raíces subterráneas (Font-Quer, 1985). Las especies con pneumatóforos son las de *Avicennia* y *Laguncularia*, y el intercambio de gases se da cuando baja la marea (Tomlinson, 1986).

Estrategias reproductivas

Los manglares son plantas con flor que presentan una reproducción sexual y un desarrollo embrionario de tipo vivíparo (manglares estrictos). La viviparidad se refiere a embriones que resultan de una reproducción sexual y que no presentan estados de dormitancia, estos embriones tienen un crecimiento fuera de la cubierta de la semilla y del fruto, y germinan aún y cuando éste todavía se mantiene prendido a la planta pariente (Tomlinson, 1986). Comúnmente el término adecuado para la definición de la semilla o embrión de los manglares, es propágulo (Odum *et al.*, 1982).

La estrategia reproductiva más importante del propágulo es la capacidad de dispersión, la cual está en función de su tamaño, peso y tiempo de flotación (Rabinowitz, 1978). Los propágulos de especies de *Rhizophora* (vivíparas), son de tipo plántula (Tomlinson, 1986), y permanecen en el árbol por once o doce meses (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). Cuando se desprenden son dispersados por las mareas y corrientes de agua, para después hundirse y exhibir un crecimiento debajo de ésta, incluso pueden recuperar su flotabilidad para establecerse en un lugar más propicio (Rabinowitz, 1978b).

Los propágulos de *Avicennia* son de tipo semilla-fruto, que al desprenderse de la planta pariente flotan por varias semanas antes de arraigarse (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). El establecimiento del propágulo está en función de la ausencia de mareas, ya que requiere de 5 o más días de baja marea (Rabinowitz, 1978b), además de la presencia de claros de vegetación por la dependencia directa a los rayos de luz (Rabinowitz, 1978).

Los propágulos de *Laguncularia* son de tipo semilla-fruto (Tomlinson, 1986). Se desprenden de la planta con facilidad y generalmente el embrión solo logra romper la testa antes de caer, lo que se considera como semiviviparidad, ya que el embrión se desarrolla rápidamente una vez que cae al suelo (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

Los propágulos de *Laguncularia* después de un tiempo de flotación se hunden y exhiben un crecimiento bajo el agua, sin embargo no pueden recuperar la flotación para migrar a otro sitio (Rabinowitz, 1978b), también requieren de áreas con abundante luz para su establecimiento (Rabinowitz, 1978).

Mecanismos de balance de sal

Los mecanismos de balance de sal en los manglares son de dos tipos: por exclusión o secreción. Dentro de las especies con mecanismos de exclusión se encuentran las de *Rhizophora*, que excluyen las sales a partir de procesos de transpiración cuticular de las hojas y por pérdida de órganos, principalmente follaje. En lo que respecta a las especies con mecanismos de secreción, se encuentran las de *Avicennia*, que tienen glándulas excretoras de sal en las superficies de las hojas (Odum *et al.*, 1982; Tomlinson, 1986). También las especies de *Laguncularia* y *Conocarpus* presentan estructuras epidérmicas y glándulas con la habilidad de secretar sales, sin embargo su función no ha sido completamente demostrada (Tomlinson, 1986).

Las variables en los mecanismos de balance de sal se relacionan con el potencial hidrostático (potencial osmótico de las células de la planta, más el potencial del ambiente), la transpiración y las adaptaciones morfológicas de cada especie (Tomlinson, 1986).

4.1.3 Determinantes de estructura y composición de los manglares

Dentro de los factores ambientales y fisicoquímicos importantes para el establecimiento y desarrollo de los manglares, se encuentran la temperatura climática y de las corrientes de agua, la precipitación, la descarga de agua continental, el flujo mareal, el aporte de sales y nutrientes, y las características fisicoquímicas y biológicas del suelo. Estos factores se encuentran interrelacionados y en conjunto son determinantes de la estructura y composición de los manglares.

a) Temperatura

La temperatura limita la distribución de los manglares a latitudes tropicales y subtropicales, principalmente donde las temperaturas invernales son mayores a 20 °C, con oscilaciones anuales menores a 5 °C (Walsh, 1974; Lugo and Snedaker, 1974). Tomando en cuenta la temperatura y la precipitación, Blasco (1984) reporta el establecimiento de manglares en cuatro tipos de áreas:

- a) Áreas cálidas húmedas donde el 90 % de los manglares se establecen: Sur de México a Colombia, el Caribe, Norte de Brasil, Sureste de Asia y al Norte de Queensland (Australia).
- b) Áreas subhúmedas donde ocasionalmente se establecen los manglares: Este de África, India, Sur de Queensland, México y Venezuela.
- c) Áreas semiáridas donde raramente los manglares se establecen, usualmente en las bocas de los ríos: Pakistán, India, Oeste y Norte de provincias Australianas y Ecuador.
- d) Áreas áridas donde los manglares prácticamente no se establecen, excepto cuando presentan lluvias invernales como: Etiopía, Egipto, Golfo Pérsico y Golfo de California.

Con base a la clasificación anterior, las zonas tropicales con lluvias en verano, presentan manglares altos, densos y con mayor diversidad florística, mientras que en regiones subtropicales-áridas, los manglares son bajos, dispersos y esporádicos (Duke *et al.*, 1998).

Temperatura superficial del agua de mar y temperatura del aire

La temperatura superficial del agua de mar restringe la distribución de los manglares a la isoterma de 20 °C en cada uno de los hemisferios (Duke *et al.*, 1998). El establecimiento se da en función de la ausencia de corrientes frías, por ejemplo el límite de manglar en el Oeste del Pacífico Sudamericano es de 3° 40' Latitud Sur en Perú, latitud que al sureste de Asia se encuentran alrededor de 30 especies, sin embargo en Perú el límite se condiciona por el paso de la corriente fría de Humbolt (Tomlinson, 1986; Duke *et al.*, 1998). También se ha reportado que temperaturas en el agua de mar entre 39 y 40 °C han provocado la muerte en semillas de *Avicennia*, en la costa central de Texas (McMillan, 1971).

En lo que respecta a la temperatura del aire, los manglares toleran muy poco o nada las heladas y temperaturas menores a 5 °C, ya que inhiben su desarrollo y crecimiento (Tomlinson, 1986). Para la zona de Florida se tiene reportado que temperaturas frías provocan decremento en la altura de los árboles, área foliar y tamaño de las hojas (Odum *et al.*, 1982).

De manera general la temperatura afecta la distribución y establecimiento de los manglares, debido a que tiene una influencia en procesos metabólicos como la oxigenación, transpiración, transporte y absorción de nutrientes, productividad primaria y reproducción (Tomlinson, 1986).

b) Hidrología

Flujo marea

A nivel regional la periodicidad del flujo marea e inundación en los manglares favorece un gradiente de distribución de especies. Es el mecanismo principal que causa la intrusión de agua salada, siendo un agente que propicia un sustrato adecuado para la colonización, y un factor de exclusión para aquellas especies que no presentan adaptaciones ni tolerancia a concentraciones salinas (Lacerda, 2002).

El flujo marea es dividido en tres categorías intermareales: Intermarea bajo, áreas inundadas por mareas altas y sumergidas mas de 45 veces al mes; intermarea medio, áreas inundadas normalmente por mareas altas y sumergidas entre 20 a 45 veces al mes; e intermarea alto, áreas sumergidas menos de 20 veces al mes. Los manglares pueden ser agrupados como mayores o menores especialistas al flujo marea e inundación, por ejemplo especies del genero *Rhizophora* ocupan una posición intermarea baja y media, mientras que las de *Avicennia* y *Laguncularia* son media y alta (Duke *et al.*, 1998).

Por otra parte la amplitud de marea determina el grado de flujo y renovación de las aguas superficiales e intersticiales, fomentando la formación de zonas ventiladas en el sustrato y evitando la acumulación de gases nocivos (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

Precipitación y aportes de agua continental

La precipitación junto con la temperatura se consideran los dos factores más importantes que influyen en la distribución regional de los manglares, así, áreas con alta precipitación costera tienden a soportar comunidades de manglar más diversas y estructuralmente complejas, con individuos más altos y densos (Duke *et al.*, 1998).

El efecto de la precipitación sobre el desarrollo de los manglares a nivel local, se relaciona con el incremento en el aporte de aguas fluviales y escorrentía terrestre, que favorecen el desarrollo de éstas comunidades vegetales (Duke *et al.*, 1998). Por ejemplo los bosques más desarrollados de manglar son los ribereños, que reciben la mayor

cantidad de aportes de aguas fluviales, mientras que otros como los de tipo borde pueden estar menos influenciados por la escorrentía terrestre, de manera que se desarrollan en menor grado (Lugo and Snedaker, 1974).

c) Condiciones del agua

Salinidad

La salinidad se define como la cantidad de gramos disueltos de sal en 1000 g de agua de mar, los valores son expresados en partes por mil (ppm). Bajo este concepto la salinidad del agua de mar es de 33 a 38 ppm (Tomlinson, 1986).

El crecimiento óptimo de los manglares muchas veces ocurre en salinidades inferiores a las que se observan en los suelos donde crecen, así las condiciones que son óptimas fisiológicamente para la especie, no necesariamente son en las que se desarrolla mejor (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). Esto es debido a la competencia interespecifica por rangos de salinidad, es decir, especies de manglar que se desarrollan en intervalos cercanos a su óptimo fisiológico, crecen más rápido y forman mayor área foliar, excluyendo a especies que presentan tolerancia a concentraciones mayores de sal y que se pueden desarrollar en otros sitios (Duke *et al.*, 1998). Los patrones de competencia por gradientes de salinidad también se encuentran relacionados con las adaptaciones morfológicas y los mecanismos de exclusión de sal (Tomlinson, 1986; Duke *et al.*, 1998).

No todas las especies de manglar son igualmente tolerantes a altos niveles de sal, por ejemplo las plántulas de *Rhizophora mangle* se desarrollan aproximadamente a una cuarta parte de la salinidad del mar (9 ppm), sin embargo esta misma especie también llega a formar bosques de árboles bajos en suelos con salinidades intersticiales de 50 y 55 ppm. *Avicennia germinans* llega a crecer en salinidades de 60 y 65 ppm, y forma bosques achaparrados a concentraciones de 90 ppm (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). En regiones áridas el manglar coloniza áreas con salinidades 3 veces mayores a la del mar (90 ppm), incursionando en las partes altas del suelo, incluso en zonas donde no hay afluencia mareal ni aportes de agua continental (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

Nutrientes

El aporte de nutrientes necesario para mantener el crecimiento y desarrollo de los manglares es regulado por la interacción de cinco procesos, que de acuerdo a la descripción de Saenger *et al.*, 1983, corresponden a:

- 1) Iones minerales inorgánicos transportados en solución a la zona de raíces por aportes de agua continental y mareal.
- 2) Iones minerales inorgánicos transportados en fracción de arcilla a los depósitos de sedimentos en la zona intermareal.
- 3) Iones minerales inorgánicos costeros transportados por el viento.
- 4) Inundaciones de agua continental y exportación de materia orgánica a cuerpos de agua adyacentes.
- 5) Descomposición microbial de materia orgánica asistido por la fauna bentónica, dando como resultado nutrientes inorgánicos solubles que participan en un ciclo de iones minerales internos.

d) Suelos

Los sedimentos donde se desarrollan los manglares pueden ser autóctonos (turbas) o alóctonos, éstos últimos se originan de la intemperización de rocas volcánicas o sedimentarias, mientras que los autóctonos están formados de materia biogénica *in situ* (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

En lo que respecta al tipo de suelo y las características estructurales de los manglares, se ha observado que suelos bien drenados con altos niveles de precipitación, escorrentía y aporte de sedimentos y nutrientes del exterior, contribuyen al desarrollo de manglares vigorosos, debido a la presencia de sedimentos alóctonos y autóctonos. De manera contraria en áreas de escasos aportes de nutrientes y sedimentos, el crecimiento del manglar es limitado (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). Especies como *R. mangle* presentan un mayor establecimiento en suelos autóctonos con altos contenidos de materia orgánica, mientras que *A. germinans* en sedimentos arenosos y gravosos con menores cantidades biogénicas (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

Los suelos de tipo hidromórficos son comunes en varias zonas donde se establecen los manglares, estos suelos se caracterizan por procesos de oxidación-reducción, que indican la presencia de elevados niveles freáticos o capas impermeables cercanas a la superficie, originándose como resultado de inundaciones naturales durante períodos

cortos o prolongados (Soil Survey Staff, 1999). Otra de las características principales de los suelos hidromórficos es la presencia de materia orgánica y microorganismos anaeróbios, los cuales favorecen la reducción y movilización de hierro y manganeso en el suelo (Gutiérrez y Zavala, 2001), siendo una de las consecuencias el olor fétido característico en las zonas de manglar.

4.1.4 Importancia biológica-ecológica y económica-social de los manglares

Los manglares son sistemas que proveen una gran variedad de bienes y servicios de forma directa o indirecta, extractivos y no extractivos (Tabla 1). Uno de los principales usos directos extractivos de los manglares con importancia económica a nivel mundial, es la pesca y su mantenimiento, en estudios realizados en varias zonas del planeta se ha encontrado una relación positiva entre la cobertura de manglar y la producción pesquera (Rönnbäck, 1999). La pesca se puede realizar como actividad comercial o para autoconsumo, sin embargo para ambos fines es económicamente relevante. Para organismos comerciales como moluscos, peces y crustáceos, el uso del manglar como hábitat tiene valores entre 750 a 11,280 dólares por hectárea (Rönnbäck, 1999).

Tabla 1. Tipos de usos de los manglares

Valores de Uso Directo Extractivo	Valores de Uso Directo No Extractivo	Valores de Uso Indirecto	Valores Sin Uso
Pesquerías: Organismos de aleta y sin aleta, para actividad comercial o subsistencia	Turismo	Soporte biológico	Existencia de valores
	Educación	Protección física	Procesos ecológicos
		Soporte global de la vida	Cultural
Silvicultura: Madera y combustible			
Tintes naturales			

* Fuente: Lal, 2003

Dentro de los usos directos no extractivos, se encuentran las actividades Turísticas y de Educación. Por ejemplo en la zona de “La Tobará” Nayarit, México, a partir de la evaluación en la demanda de paseo por lancha en 5 kilómetros de canales bordeados por manglares y carrizales, se obtuvo que el ingreso local que genera esta actividad es de 800 mil dólares anuales, a los cuales restando los costos de operación, la

actividad representa ganancias totales de 265 mil dólares anuales (Sanjurjo-Rivera y Welsh-Casas, 2005).

Dentro de algunos usos indirectos de los manglares se encuentra el soporte biológico de diferentes especies, que llegan a utilizar las áreas de manglar como zonas de refugio o hábitat; a nivel mundial se calcula que para éste uso las áreas de manglar/marisma presentan un valor de 169 dólares por hectárea al año (Constanza *et al.*, 1997). Constanza *et al.*, 1997, también menciona que las áreas de manglar/marisma participan en varios servicios ambientales como regulación de disturbios (protección de tormentas y control de inundación), tratamiento de agua (control de contaminación y destoxificación), producción de alimentos (pesca, cacería y recolección), materiales sin refinar (producción de madera, combustible y forraje) y recreación (ecoturismo, pesca deportiva y actividades recreativas). Estos servicios tienen un valor total de 9,900 dólares por hectárea de manglar/marisma al año (Constanza *et al.*, 1997). Cabe mencionar que los valores de costo que se mencionan son datos absolutos, y muy posiblemente varíen dependiendo de la zona, los usos y las poblaciones.

4.2 Técnicas de percepción remota

4.2.1 Fundamentos de percepción remota

La ciencia de la percepción remota comprende el análisis y la interpretación de unidades de radiación electromagnética, que son reflejadas o emitidas por objetos y coberturas de la superficie terrestre, éstas unidades son observadas y/o registradas por un observador o instrumento que no está en contacto directo con los objetos y coberturas (Mather, 2004).

La radiación electromagnética tiene dos componentes: el campo eléctrico y el campo magnético, ambos son paralelos y corren en una misma dirección (Mather, 2004). Las características de este flujo energético pueden describirse por la longitud de onda y la frecuencia, que son inversamente proporcionales. La primera hace referencia a la distancia entre dos picos sucesivos de una onda a otra, mientras que la segunda designa el número de ciclos pasados por un punto fijo en una unidad de tiempo, éste punto en el caso de la radiación electromagnética es el de convergencia entre ambos campos (Chuvioco, 2002).

Las diferentes unidades de radiación electromagnética que son reflejadas o emitidas por la superficie terrestre, son traducidas a imágenes por los instrumentos que

las registran (sensores), de manera que la percepción remota se fundamenta en la interacción energética de los objetos de la superficie terrestre y los sensores espaciales (Chuvieco, 2002).

Las formas de adquirir información de la superficie terrestre pueden ser por reflexión, que se fundamenta en la energía solar emitida hacia la superficie terrestre y la reflexión de ésta hacia un sensor, por emisión que se da de la energía directamente emitida de la superficie terrestre hacia un sensor, y emisión-reflexión que es a partir de la energía emitida por los sensores hacia la superficie terrestre, la cual es reflejada por la tierra y recogida por ellos mismos (Chuvieco 2002).

4.2.2 Respuesta espectral de la superficie terrestre

Los valores de radiación electromagnética emitidos por los objetos de la superficie terrestre, son agrupados dentro de una longitud de onda del espectro electromagnético. El espectro electromagnético se compone de todas las longitudes de onda, desde las muy cortas como los Rayos Gama y X (0.01 a 100 Amstroms), hasta las microondas que son las más largas (10 metros), pasando por el espectro ultravioleta, visible e infrarrojo (Chuvieco, 2002; Mather, 2004).

De las ondas del espectro electromagnético las de mayor interés para la percepción remota son las visibles (0.4 a 0.7 μm), las infrarrojas (0.7 μm a 1 mm) y las microondas (1 mm a 10 m), debido a que longitudes menores a 0.4 μm no pueden ser detectadas por sensores satelitales por la dispersión atmosférica, aunado a que la respuesta espectral de varias coberturas terrestres se agrupan dentro de los espectros ya mencionados (Mather, 2004).

La respuesta espectral de los objetos y superficies terrestres detectada por los sensores, está en función de las características del objeto y de factores externos. Dentro los factores externos se encuentran la incidencia de luz, la posición del satélite en el momento de la captura (altura e inclinación), condiciones atmosféricas, factores ambientales (temperatura y precipitación), topografía, etc. Por otra parte, dentro de la naturaleza del objeto se consideran sus características físicas, químicas y biológicas (Sabins, 1996).

Los objetos y las coberturas terrestres en base a su naturaleza y factores externos, presentan diferentes respuestas a la irradiancia energética de otros cuerpos (energía solar o artificial), descomponiendo la energía recibida en tres tipos de flujos: reflectancia, absortancia y transmitancia. La reflectancia es la radiación energética que

refleja la superficie terrestre y la cual es registrada por los sensores; la absorción es la parte de la irradiancia que absorbe la superficie u objeto incrementando su energía, y la transmitancia es la parte de la irradiancia que transmite la superficie receptora a otros cuerpos (CEAGI, Cooperativa de Enseñanza y Aprendizaje Geográfico e Integral, 2005).

De las coberturas terrestres que tienen mayor relevancia para la percepción remota, están el agua, el suelo y la vegetación. El agua tiene una reflectancia mayor en las longitudes azul y verde del espectro visible (0.4 a 0.5 μm y 0.5 a 0.6 μm), disminuyendo conforme la longitud de onda aumenta, no obstante la reflectancia de un cuerpo de agua también está en función de la profundidad y de la cantidad de materia en suspensión, ya que a mayor profundidad menor reflectancia y mayor absorción, y a mayores concentraciones de materia particulada, mayor reflectancia y mayor transmitancia (Mather, 2004; Chuvieco, 2002).

En lo que respecta a la reflectancia de los suelos, esta se caracteriza por ser plana y ascendente, comienza en las bandas azul y verde del espectro visible, y aumenta con el tamaño de la longitud de onda. La respuesta espectral de los suelos está en función de su composición química, su textura, estructura y contenido de humedad (Chuvieco, 2002).

La respuesta espectral de la vegetación al igual que las otras coberturas también está en función de factores externos, sin embargo su naturaleza es la que principalmente influye (Chuvieco, 2002). La cobertura vegetal presenta dos picos de reflectancia, el primero se da en la banda verde del espectro visible aproximadamente a 0.55 μm y se relaciona con la acción de pigmentos fotosintéticos como clorofilas, xantofilas y carotenos, que presentan una mayor absorción en las bandas azul y rojo (0.4 a 0.5 μm y 0.6 a 0.7 μm), siendo la banda verde en la que la absorción es menor, por lo que la reflectancia aumenta (CEAGI, 2005).

El segundo pico de reflectancia en la vegetación es mayor, y se presenta en las longitudes de 0.8 a 1.4 μm en el infrarrojo cercano y medio. Este pico se relaciona con la estructura interna de las hojas de la planta, principalmente con el tejido mesófilo, que debido a estar formado por continuas cavidades de aire dispersan la luz que incide sobre ellas, por lo que la reflectividad aumenta. En longitudes mayores a 1.4 μm el efecto de la absorción del agua en la planta es mayor, por lo que la reflectancia disminuye (Chuvieco, 2002).

Estas condiciones son validas para toda la vegetación sana, sin embargo en vegetación senescente o bajo condiciones de estrés, las respuestas varían, por ejemplo se presenta una menor absorptividad en las bandas azul y roja, por lo que la reflectividad en dichas longitudes aumenta, proporcionando un color amarillento y no verde; de la misma manera, la estructura interna de las hojas se modifica disminuyendo las cavidades aéreas, por lo que la reflectividad en el infrarrojo cercano disminuye y en el infrarrojo medio aumenta, debido a que las hojas se secan y pierden cavidades (Chuvieco, 2002).

A mayor contraste entre la banda roja del espectro visible y las longitudes de infrarrojo cercano, mayor presencia de vegetación sana y en buenas condiciones, sin embargo si el contraste en ambas bandas es mínimo, indica que la vegetación es senescente o se encuentra bajo algún tipo de estrés (Chuvieco, 2002).

La mayoría de los índices de vegetación se fundamentan en el contraste de las longitudes de la banda roja y del infrarrojo cercano. El índice de vegetación más aplicado es el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en ingles), donde los valores son agrupados de -1 a 1, entre más cercanos estén los valores a 1 la vegetación es más vigorosa, sana y densa, de manera contraria entre más cercanos estén a -1, la vegetación se encuentra bajo condiciones de estrés, senescencia o es otro tipo de cobertura (Chuvieco, 2002).

4.2.3 Satélites Landsat y SPOT

Los sensores que capturan la reflectancia de la superficie terrestre son transportados en plataformas que orbitan alrededor de la tierra, estas plataformas son comúnmente llamadas satélites (CEAGI, 2005).

Los sistemas satelitales pueden dividirse en dos tipos de acuerdo a su órbita, geoestacionarios y heliosincrónicos, los satélites geoestacionarios son aquellos que siempre registran la misma zona, están colocados en órbitas muy altas y se sincronizan al movimiento de rotación de la tierra, presentan un amplio campo de visión y pueden llegar a detectar gran parte del globo terráqueo. Los satélites heliosincrónicos son aquellos que se consideran móviles, debido a que observan sistemáticamente distintas zonas del planeta, presentan una órbita más baja que los geoestacionarios, y la mayoría giran alrededor de órbitas polares para aprovechar el movimiento de rotación de la tierra (el plano de la órbita es aprox. perpendicular al ecuador terrestre). Éstos últimos

satélites presentan mayor detalle de las coberturas, debido a que su campo de visión es menor que los geoestacionarios (Chuvieco, 2002).

Dentro de los sistemas satelitales que más comúnmente se emplean para el mapeo de recursos naturales están los Landsat y SPOT (Mather, 2004). Los instrumentos Landsat son operados por la agencia Norteamericana de Aeronáutica Nacional y Administración del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) (Chuvieco, 2002). Los sensores transportados por éstos satélites son considerados como de barrido, es decir que obtiene la información por oscilaciones perpendiculares a la trayectoria del satélite (Chuvieco, 2002),

El primer satélite Landsat fue lanzado en julio de 1972, seguido de los Landsat 2, 3, 4 y 5 en 1975, 1978, 1982 y 1984 respectivamente. Los primeros 3 Landsat transportaban el primer sensor de barrido llamado Multi-Espectral Escáner (MSS, por sus siglas en inglés), el cual tenía cuatro bandas de respuesta espectral, dos en el espectro visible y dos en el infrarrojo, con una resolución espacial de aprox. 79 metros en superficie real (Tabla 2) (Mather, 2004).

Los satélites Landsat 4 y 5 además de transportar el sensor MSS, también incluían el instrumento llamado Mapeador Temático (TM por sus siglas en inglés), con 7 canales de detección, tres en el espectro visible, una en el infrarrojo cercano (IC) y dos en el infrarrojo medio (IM), todas con una resolución espacial de 30 metros, mientras que la banda restante se ubicaba en el infrarrojo térmico (IT), con una resolución espacial de 120 metros (Tabla 2) (Mather, 2004).

Uno de los instrumentos Landsat más recientes, es el ETM+ “Enhanced Thematic Mapper Plus”, el cual se transportó en los satélites Landsat 6 y 7. Éste instrumento contó con los mismos canales de respuesta espectral que el TM con la misma resolución, sin embargo en lo que respecta al canal del IT la resolución espacial aumentó a 60 metros, aunado a la presencia de una banda pancromática con una resolución espacial de 15 metros (Tabla 2) (Mather, 2004).

Los satélites Landsat se ubican sobre una órbita heliosincrónica polar, a una altitud de 705 km, con una inclinación de 98.2 °, con una cobertura de escena de 185 km², pasando por un mismo punto del planeta cada 16 días (Mather, 2004; (CEAGI, 2005). Actualmente se encuentran en órbita el satélite Landsat 5 con el instrumento TM y el Landsat 7 con los instrumentos TM y ETM+. Los satélites Landsat 1, 2, 3, 4 y 6 han dejado de estar en operación (Landsat Program, 2007).

Por otra parte los satélites SPOT (Sistemas Para la Observación de la Tierra), han sido desarrollados por el Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia en colaboración con Bélgica y Suecia (Mather, 2004). Los satélites SPOT se colocan sobre una órbita polar, circular, heliosincrónica y en fases con relación a la tierra, a una altitud de 832 km con una inclinación de 98 °, con observaciones oblicuas de hasta +/- 27 ° de la vertical del satélite. Sobrevuelan toda la tierra en un ciclo de 26 días y cada escena cubre alrededor de 60 km² (SPOT Image, 2006).

El proceso de captura de las escenas usa un arreglo lineal de varios detectores que cubren el campo visual del sensor, esta característica aumenta la resolución espacial y reduce los errores geométricos de los detectores de barrido, así los píxeles de una línea en una imagen son escaneados al mismo tiempo (CEAGI, 2005).

Desde 1986 hasta el año 2002 se han puesto en órbita 5 satélites SPOT, con diferentes instrumentos ópticos. Los satélites SPOT 1 a SPOT 4 incluían el Instrumento denominado Alta Resolución Visible (HRV, por sus siglas en ingles), el cual ha presentado modificaciones en las longitudes de onda y la resolución espacial (Mather, 2004). El satélite SPOT 4 además del instrumento HRV, incluía un instrumento denominado Alta Resolución Visible Infrarroja (HRVIR por sus siglas en ingles), mientras que el SPOT 5 que actualmente se encuentra en órbita incluye el HRV y un instrumento denominado Alta Resolución Geométrica (HRG, por sus siglas en ingles) (Tabla 3) (Mather, 2004).

Tabla 2. Características de los sensores Landsat *

Intrumentos Landsat	Bandas	Resolución Espacial (m)	Resolución Espectral
MSS	B1 Verde	79	0.5 - 0.6 μm
	B2 Roja	79	0.6 - 0.7 μm
	B3 Infrarrojo Cercano (IC)	79	0.7 - 0.8 μm
	B4 IC e Infrarrojo Medio (IM)	79	0.8 - 1.1 μm
TM	B1 Azul-Verde	30	0.45 - 0.52 μm
	B2 Verde	30	0.52 - 0.60 μm
	B3 Rojo	30	0.63 - 0.70 μm
	B4 IC	30	0.75 - 0.90 μm
	B5 IM	30	1.55 - 1.75 μm
	B6 Infrarrojo Térmico (IT)	120	10.4 - 12.5 μm
	B7 IM	30	2.08 - 2.35 μm
ETM+	B1 a B5 y B7 Iguales que en TM	30	B1 a B5 y B7 Iguales que en TM
	B6 IT	60	10.4 - 12.5 μm
	Banda Pancrómica	15	0.5 - 0.9 μm

* Fuente: Mather, 2004.

4.2.4 Técnicas de percepción remota en estudios de manglares

El estudio de comunidades de manglar a partir de sensores remotos es muy variado. El uso de estas tecnologías se facilita debido a la reflectancia de la vegetación, por lo que es posible detectarla, cuantificarla e incluso discriminar los componentes florísticos de una comunidad (Chuvieco, 2002).

Las imágenes de satélite son ampliamente utilizadas para determinar la cobertura de manglar. Las imágenes que principalmente se usan son las de los satélites Landsat y SPOT, la principal diferencia entre estas imágenes son los niveles de resolución espectral y espacial. Ambas características son importantes en la identificación de manglares, ya que con una mayor resolución espectral se puede discriminar tipos de vegetación e incluso asociaciones (Gao 1999; Green *et al.*, 1998), mientras que con una

mayor resolución espacial es posible evaluar con mayor precisión las características físicas de las coberturas (Gao 1999).

Tabla 3. Características de los sensores SPOT *

Intrumentos SPOT	Bandas	Resolución Espacial (m)	Resolución Espectral
	Pancromática	10	0,50 - 0,73 μm
SPOT 1, 2,3 (HRV)	B1 Verde	20	0,50 - 0,59 μm
	B2 Roja	20	0,61 - 0,68 μm
	B3 IC	20	0,78 - 0,89 μm
	Monoespectral	10	0,61 - 0,68 μm
SPOT 4 (HRV, HRVIR)	B1 Verde	20	0,50 - 0,59 μm
	B2 Roja	20	0,61 - 0,68 μm
	B3 IC	20	0,78 - 0,89 μm
	B4 IM	20	1,58 - 1,75 μm
SPOT 5 (HRV, HRG)	Pancromática	2.5 a 5	0,48 - 0,71 μm
	B1 Verde	10	0,50 - 0,59 μm
	B2 Roja	10	0,61 - 0,68 μm
	B3 IC	10	0,78 - 0,89 μm
	B4 IC	20	1,58 - 1,75 μm

* Fuente: Realizada de SPOT Image, 2006.

Dentro de los trabajos de identificación de comunidades florísticas de manglar con sensores remotos, se encuentra el trabajo de Everitt and Judd, que en 1989 monitorearon la distribución de *Avicenia germinans* y sus asociaciones vegetales en la costa del Golfo de Texas; el análisis se realizó a partir de fotografías aéreas en color infrarrojo capaces de detectar longitudes de onda tanto del espectro visible como del infrarrojo cercano.

Por otra parte, hay sensores que reúnen las características de las imágenes de satélite y las fotografías aéreas, como los aéreotransbordadores multispectrales de alta resolución. Con estos sistemas se puede obtener información específica respecto a la densidad, altura y cobertura de los manglares, debido a que cuentan con un gran número de bandas espectrales que pueden ser manipuladas de acuerdo a los requerimientos del operador, además de una alta resolución espacial (Green *et al.*, 1998).

Los diferentes datos de sensores remotos pueden ser combinados para el mapeo de las características de la vegetación de manglar, por ejemplo Green *et al.*, 1997 han realizado modelos para relacionar el Índice de Área Foliar (LAI, por sus siglas en ingles) con el NDVI obtenido de imágenes Landsat TM y SPOT 3. De la misma manera Kovacs *et al.*, 2004, probó la relación entre el NDVI de imágenes de alta resolución IKONOS (1m) y datos de campo del LAI, encontrando una relación significativamente positiva entre ambos Índices. Cabe mencionar que el LAI es una medida indirecta de la estructura de los manglares, que está ampliamente relacionado con el dosel y funciones ecofisiológicas, como las tasas fotosintéticas, transpiración, producción neta primaria e intercambio energético planta-atmósfera (Green *et al.*, 1997).

5. Área de estudio

5.1 Ubicación geográfica

El Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz (SLAV) se ubica al este del territorio mexicano, en la porción central del estado de Veracruz, entre los 95° 57'28.56" y 95° 38'16.23" longitud oeste, y 18° 53'03.32" y 18° 31'36.08" latitud norte. Tiene una extensión de 104,780 ha y abarca los municipios de Acula, Alvarado, Ignacio de la Llave, Ixmatlahuacan, Tlalixcoyan y Tlacotalpan (Fig. 1).

5.2 Condiciones meteorológicas

El SLAV presenta un clima Aw₂, cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor a 18 °C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm (García y CONABIO, 1998). El mes más frío es enero con una temperatura de 22 °C, mientras que el mes más calido es junio con 28.1 °C. La temporada de sequía se presenta en los meses de febrero a mayo, la de lluvias inicia en junio, y los nortes tienen lugar de noviembre a enero (García, 1970).

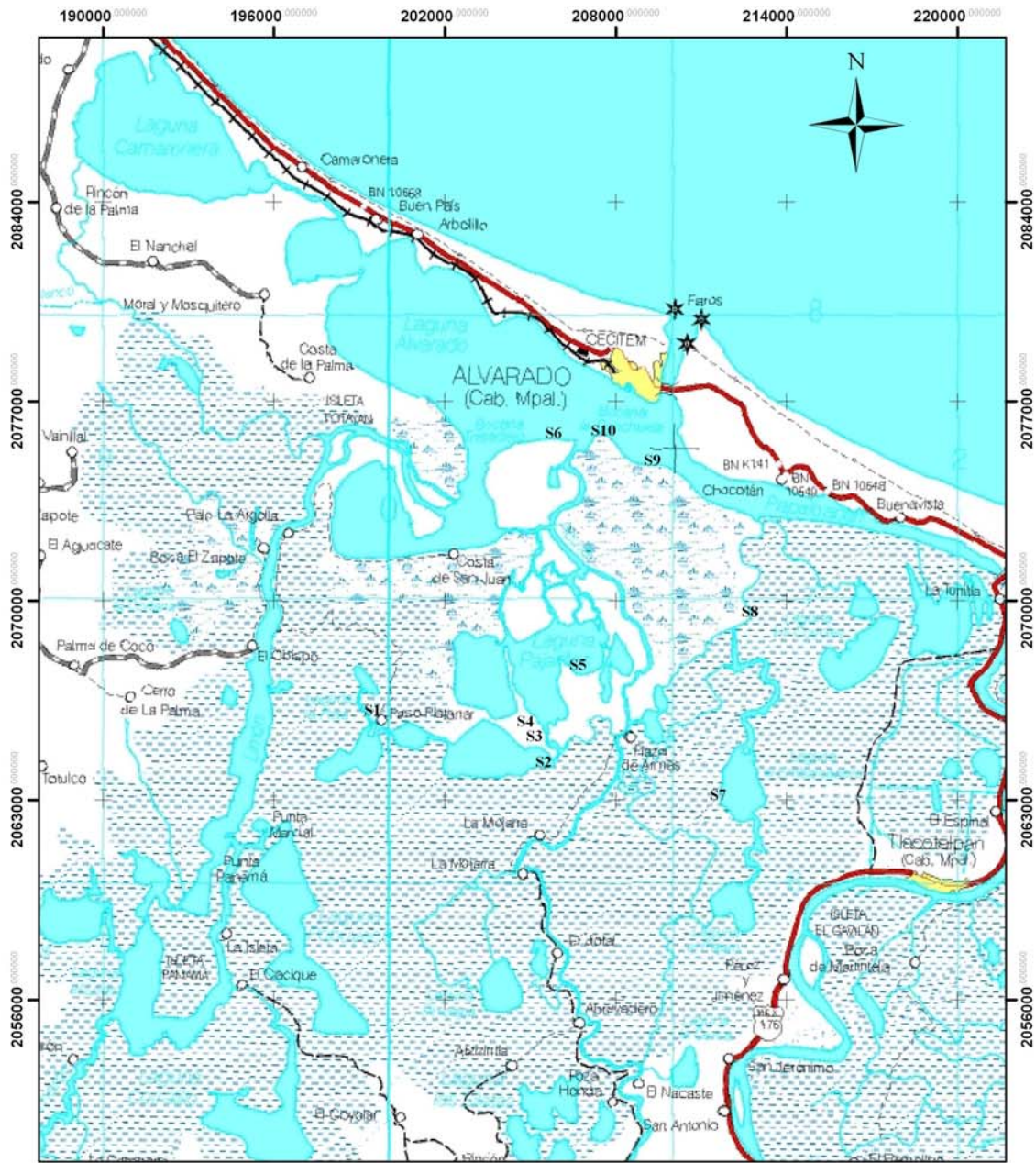
El tipo de marea que se presenta en el SLAV es diurna (Sistema Mareográfico Nacional, 2007). El tipo de marea diurna es la que se conforma de una pleamar (marea alta) y una bajamar (marea baja) en un periodo de 24 horas. Los datos promedios de pleamar y bajamar se presentan en la Tabla 4.

5.3 Geomorfología y suelo

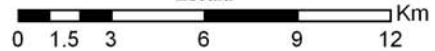
El SLAV se ubica al sur de la planicie costera del Golfo de México, en la subprovincia de la planicie costera de Veracruz. La zona es considerada como una planicie baja de acumulación fluvio-lacustre modificada por la acción eólica-marina, que llega a formar acumulaciones de arena (dunas), en la zona colindante a la línea de costa (Geissert-Kientz, 1999).

Según la clasificación de Lankford 1977, el SLAV es de tipo I-D, de erosión diferencial con boca de valle inundado con barrera, siendo una depresión formada por procesos no marinos durante el descenso del nivel del mar. Presenta una barrera física formada por dunas, con escurrimiento continuo y batimetría modificada por deltas

Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz Área de Estudio



Escala



Fuente:
INEGI. 1998. Carta Topográfica Escala 1:250,000

UTM Zona 15 Norte
Datum WGS84

S: Sitios de muestreo

Fig. 1. Área de estudio



lagunares y sub-lagunas. También se considera dentro del tipo II-B, de sedimentación terrígena diferencial con depresión marginal de origen tectónico.

Tabla 4. Condiciones mareales

Condiciones de marea	Metros
Pleamar máxima registrada	0.831
Nivel de pleamar media	0.161
Nivel medio del mar	0
Nivel de media marea	-0.036
Nivel de bajamar media	-0.234
Bajamar mínima registrada	-0.754

* Fuente: Sistema Mareográfico Nacional, 2007

El fondo del SLAV esta dominado por arenas y limos, además de fragmentos de concha de ostión y de almeja (vestigios de antiguas bancos) (Contreras-Espinosa, 1993). El suelo presente en general en el área de estudio es de tipo gleysol, que es un tipo de suelo hidromórfico que se desarrolla bajo condiciones de humedad y drenaje pobre, resultando en la reducción de fierro y otros elementos de forma permanente o periódica. Éste suelo se caracteriza por la presencia de colores grises o azules en los horizontes superficiales (Foth, 1958; Gregorich *et al.*, 2002).

5.4 Hidrografía

El SLAV es de forma alargada y corre paralelamente a la línea de costa, con una dirección este-oeste, tiene una longitud de 26 km por 5 km de ancho. La profundidad media del sistema es de 2 a 5 m principalmente en zonas arenosas, alcanzando un máximo de 9 a 13 m en la boca de comunicación con el mar y algunas áreas del río Papaloapan (De la Lanza-Espino y Lozano-Montes, 1999).

El SLAV se conforma de más de 100 lagunas internas entre permanentes y temporales, siendo Alvarado, Camaronera y Tlalixcoyan las más representativas (Fig. 1) (Torres-Hernández y Smith-Portilla, 1998). La laguna de Alvarado tiene una superficie de 6,200 ha, se introduce a tierra hasta 5 km adentro y presenta un ancho de 4.5 km (Contreras-Espinosa, 1993). La laguna tiene una boca de comunicación natural con el mar de 400 m de ancho, y se conecta con los ríos Acula y Papaloapan (Contreras-Espinosa, 1993). Está laguna es un área de gradiente hidrológico con una mezcla de

agua dulce y marina, presentando estratificaciones la mayor parte del año (Vargas-Maldonado, 1986).

Laguna Camaronera se localiza al norte del sistema con una superficie de 3,900 ha, tiene profundidades medias de 1 m y una boca de comunicación artificial con el mar (Contreras-Espinosa, 1993). La laguna es influenciada por descargas de agua dulce, pero principalmente marinas (Vargas-Maldonado, 1986).

La laguna de Tlalixcoyan tiene una superficie de 1,733 ha, desemboca en la laguna de Alvarado y se comunica previamente con el río Acula, en ella desemboca el río Limón (Contreras-Espinosa, 1993). La laguna es un área de influencia dulceacuícola (Vargas-Maldonado, 1986).

5.5 Diversidad vegetal y faunística

La vegetación del SLAV se conforma de comunidades de tular, popal, manglar, selva baja inundable, palmar, selva mediana subperenifolia con vegetación secundaria, selva baja caducifolia y vegetación de dunas (Portilla-Ochoa *et al.*, 2005). Los primeros 5 tipos de vegetación se encuentran en sitios inundables, islotes o islas y en la cercanía de los ríos, mientras que los restantes circundan áreas drenadas u ocasionalmente expuestas a inundaciones (Vázquez-Torres, 1998b).

La vegetación del SLAV está constituida de 820 especies documentadas, de las cuales 650 son de suelos firmes, el resto hidrófitas (Vázquez-Torres, 1998b). Para mayor información ver el listado florístico del capítulo “Humedal de Alvarado: Diversidad Vegetal”, en Vázquez-Torres, 1998.

En lo que respecta a la diversidad faunística, el grupo de invertebrados se encuentra representado por 26 familias de crustáceos, 45 géneros de fitoplancton, 9 especies de zooplancton y 38 especies de moluscos (Portilla-Ochoa *et al.*, 2005). Del grupo de los vertebrados se presentan 54 familias de aves, 26 de mamíferos, 18 de reptiles y 9 de anfibios, al igual que 44 especies de peces (Ver listado del capítulo “Humedal de Alvarado: Biodiversidad” En Vázquez-Torres, 1998).

5.6 Actividades socioeconómicas

Las principales actividades económicas que se realizan en el SLAV y áreas aledañas son: agricultura, ganadería, industria azucarera y pesca. Para la agricultura los productos que se cosechan son caña de azúcar, maíz, arroz y frijol, además de coco, mango, naranja, piña, plátano, chile y jitomate. La actividad ganadera se enfoca principalmente a la producción de ganado vacuno, ovino y porcino (Vázquez-Torres *et al.*, 1998).

En lo que respecta a la industria azucarera (producción de endulzante y alcohol), ésta se realiza en las partes altas del sistema, principalmente en el municipio de Cosamaloapan, sin embargo repercute económicamente en las áreas aledañas, ya que es una fuente de empleo importante (Vázquez-Torres *et al.*, 1998). Por otra parte esta industria también influye en los niveles de contaminación que se presentan en el SLAV (Concepción-Aguilar y Corbello-García, 2002).

La pesca es la actividad económica con mayor relevancia en la región. Los organismos que se obtienen son peces, crustáceos y moluscos. La actividad es de dos tipos: ribereña y de altura (mar adentro). El tipo de pesca que se realiza dentro del SLAV es la ribereña, y se caracteriza por el uso de artes rústicas como anzuelos, trampas, atarrayas y chinchorros de tendal o arrastre, se realiza a pie desde la orilla o en sitios poco profundos, y a bordo de lanchas con y/o sin motor (Vázquez-Torres *et al.*, 1998).

La pesca ribereña en ésta zona actualmente está pasando por una fuerte disminución, consecuencia de la sobreexplotación del recurso, el uso de artes de pesca prohibidas, el incremento de pobladores dedicados a esta actividad sin una buena organización de trabajo, e incluso los cambios en la hidrología de los cuerpos de agua (Portilla-Ochoa *et al.*, 2005). Aunado a la pérdida de hábitat para especies comerciales, por la conversión de manglar a potreros (Moreno-Casasola *et al.*, 2002).

6. Materiales y métodos

6.1 Estructura vegetal de la comunidad de manglar

La estructura de la comunidad de manglar se estimó con datos obtenidos de una visita al SLAV en octubre del 2006, a partir de un muestreo dirigido. Se realizaron 10 transectos con el método de punto centrado en un cuadrante (PCC) de Cotamm y Curtis (1956), con 100 metros de longitud y 10 puntos de muestreo cada uno. Las variables registradas fueron: especie, distancia del individuo al punto de muestreo, altura y diámetro a la altura del pecho de los árboles (DAP) (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Schaeffer-Novelli y Cintrón, 1986). La distancia de los individuos al punto de muestreo se obtuvo con una cinta métrica de 50 m, la altura de cada individuo con un estadal de 10 m con precisión de +/- 1cm, y el DAP a 1.3 m de altura con una forcípula de precisión de +/- 1 mm. Se muestrearon individuos adultos con un DAP ≥ 2.00 cm.

Con el método de distancia de PCC se obtienen densidades y áreas basales en base a la distribución y distancia de los individuos. El método se fundamenta en el establecimiento de puntos sobre una línea compás, en cada punto se atraviesa una línea perpendicular que forma cuatro cuadrantes, de los cuales se toma la distancia del individuo más cercano al punto de muestreo (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Dahdouh-Guebas and Koedam, 2006).

Los transectos y su longitud fueron definidos por la accesibilidad del área, un trabajo previamente realizado en esta zona (Rodríguez-Zúñiga 2002) y condiciones de presupuesto. Todos los transectos se establecieron de 10 a 15 metros atrás de la línea de costa, y se referenciaron con un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en ingles) en la proyección UTM, zona 15 norte, con elipsoide y datum WGS84 (Fig. 1).

6.1.1 Variables estructurales: densidad, área basal, frecuencia y valor de importancia

Las variables fueron trabajadas por transecto y de manera general. Para calcularlas con el método de PCC, se obtuvo una densidad media total de individuos por m², a partir del inverso del promedio al cuadrado de las distancias de los individuos al punto de muestreo sobre cada transecto:

$$D_{mT}(m^2) = 1/(p^2)$$

$D_{mT}(m^2)$ = Densidad media total en m^2

p^2 = Promedio al cuadrado de las distancias de los individuos al punto de muestreo sobre el transecto

El resultado fue interpolado a 1 ha.

- Densidad

La densidad es el número de árboles por unidad de área y se expresa en términos de individuos por hectárea (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974). Para obtener la densidad de cada especie se calculó su presencia por cuadrante en cada transecto, y posteriormente su densidad, considerando la densidad media total en 1 ha:

P_{spi} = Número de cuadrantes en los que se presenta una especie / # Total de cuadrantes

$$D_{(1\text{ ha})} = D_{mT} * P_{spi}$$

P_{spi} = Presencia de cada especie en # de cuadrantes por transecto

$D_{(1\text{ ha})}$ = Densidad de cada especie

D_{mT} = Densidad media total

También se obtuvo la densidad relativa (DR) de cada especie, con la siguiente fórmula:

$$DR = (D_{(1\text{ ha})} / D_{mT}) * 100$$

- Área basal

El área basal (AB) es un valor que define el espacio que cubre el tronco de un árbol. Se expresa en m^2 por unidad de área y se estima a partir del DAP de los individuos (Snedaker y Snedaker, 1984; Schaeffer-Novelli y Cintrón, 1986). El AB fue calculada por especie con la siguiente fórmula:

$$AB_{(m^2/1\text{ ha})} = (DAP/2)^2 \cdot (3.1416^*)$$

* *Constante de π*

La contribución del AB es igual a la dominancia:

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{AB de una especie}}{\text{AB de todas las especies}}$$

También se obtuvo la dominancia relativa (DoR), multiplicando el resultado de la formula anterior por 100.

- Frecuencia

La frecuencia es el número de veces que individuos de una especie se presentan por una unidad de área (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974). La frecuencia fue calculada con la siguiente formula:

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de puntos de muestreo en los que ocurre una especie}}{\text{Número total de ocurrencia de todas las especies por puntos de muestreo}}$$

La frecuencia relativa (FR) se obtuvo multiplicando el resultado de la formula anterior por 100.

- Valor de importancia

El valor de importancia (VI) es la suma de la densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa. El valor de importancia llega a alcanzar un valor máximo de 300, de manera que es una medida asignada por la contribución de todas las especies y sus valores absolutos (Snedaker and Snedaker, 1984). El valor de importancia fue calculado para cada especie con la siguiente formula:

$$\text{VI} = \text{DR} + \text{DoR} + \text{FR}$$

También para una mejor apreciación de éste resultado, los valores de importancia de las especies fueron relativizados a porcentajes.

Los resultados de las variables estructurales de la comunidad de manglar se presentan de manera general, mientras que las variables de altura y diámetro a la altura del pecho fueron trabajadas por especies de manglar y sitios de muestreo.

Dado que los datos presentaron una distribución normal se utilizó un ANOVA para identificar diferencias significativas entre las alturas y los diámetros a la altura del pecho de las especies de manglar. Posteriormente se les aplicó una prueba de Tukey para identificar entre que especies se presentaban las diferencias. El nivel de significancia utilizado fue de $P \leq 0.05$.

Por otra parte en función del número de árboles muestreados y la regla de Sturges (Daniel, 2002), se establecieron categorías de altura y diamétricas por especie, con la finalidad de realizar un análisis más detallado sobre éstas dos variables.

Para identificar diferencias significativas entre las alturas y los diámetros a la altura del pecho por sitios de muestreo, también se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey. También por sitios de muestreo se presentan gráficas de densidad y área basal.

6.2 Cobertura de la comunidad de manglar y cambio en las coberturas del suelo

La cobertura de la comunidad de manglar se determinó con un mosaico de imágenes SPOT 5 de los años 2004, 2005 y 2006. El cambio en las coberturas del suelo fue evaluado a partir de la comparación de una imagen Landsat MSS de 1973, y el mosaico de imágenes SPOT. Del mosaico de imágenes SPOT, la imagen que cubría una mayor parte del SLAV era la del año 2006, por lo que la cobertura de manglar se maneja como de ese año, mientras que el análisis de cambio en las coberturas del suelo se refiere de 1973 al 2006.

6.2.1 Procesamiento de las imágenes de satélite

a) Selección de imágenes

Las imágenes SPOT que se emplearon fueron facilitadas por la Secretaria de Marina (ERMEX) de México (CNES 2004, 2005 y 2006). Se seleccionó imágenes

multiespectrales del satélite SPOT 5, considerando la fecha de captura, el ángulo de incidencia solar y la ausencia de nubosidad. La imagen Landsat MSS de 1973 fue proporcionada por la CONABIO (Tabla 5).

Tabla 5. Datos de las imágenes de satélite

Satélite	K/J y/o Path/Row (columna/renglón)	Escena	Fecha de toma	Resolución espacial (m)	Tipo de análisis
SPOT 5	595/313	E060607202231510	21 Dic. 2004	10	- Cobertura actual de manglar - Cambio en coberturas del suelo
SPOT 5	595/312	E060105020746467	5 Jun. 2005	10	- Cobertura actual de manglar - Cambio en coberturas del suelo
SPOT 5	596/313	E060607211905880	8 Abril 2006	10	- Cobertura actual de manglar - Cambio en coberturas del suelo
Landsat MSS	24/47		5 de Feb. 1973	60	- Cambio en coberturas del suelo

b) Corrección geográfica y geométrica

La corrección geográfica consiste en relacionar el sistema de coordenadas de un mapa, ortófoto o imagen referenciada, con las columnas y renglones de una imagen no referenciada. La corrección geométrica es el proceso que incluye cualquier cambio en la posición de los píxeles de una imagen, respecto a una proyección y posición cartográfica (Chuvieco, 2002).

Las correcciones geográficas y geométricas fueron realizadas en el programa ER Mapper 7.1. Para las correcciones se emplearon ortofotos digitales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de 1995 al 2001, con una escala 1:20,000 y con resolución espacial de 1.5 a 2 metros. La georeferenciación se realizó con 30 puntos de control por imagen ($\sigma \leq 0.3$), mediante la relación polinomial de 3er grado entre las coordenadas del mosaico de ortofotos, y las columnas y renglones de las imágenes de satélite. Para la corrección geométrica se aplicó un remuestreo por el método del vecino más cercano.

Todas las imágenes de satélite fueron referidas a la proyección UTM zona 15 Norte, con elipsoide y datum WGS84, entre las coordenadas extremas de 188,353 m y 221,513 metros longitud oeste, y 2,090,626 y 2,050,496 latitud norte.

c) Corrección radiométrica

La corrección radiométrica es una técnica con la que se modifican los valores digitales de los píxeles de una imagen, con el fin de acercarlos a los que habría presentes en el caso de una recepción ideal. En esta técnica se consideran los efectos provocados por la recepción del satélite y las condiciones de luz en el momento de capturar la escena (Chuvieco, 2002).

La corrección radiométrica se realizó en el programa Erdas Imagine 9.0 con un modelo de reflectividad aparente, previamente establecido, donde se consideraba la siguiente fórmula:

$$p = \pi L d^2 / E_s \cos \theta_s$$

p: Reflectividad aparente

L: Radiancia espectral detectada por el sensor

*d*²: Es la distancia relativa del sol a la tierra para el día de la adquisición de la imagen

E_s: Irradiancia solar exoatmosférica (luminiscencias de equivalencia solar)

θ_s: Ángulo cenital solar incidente

La corrección radiométrica por modelos de reflectividad aparente, es un proceso fundamentado en la energía incidente (radiancia solar), y la energía irradiada de la superficie terrestre detectada por el sensor (sin considerar el efecto atmosférico). La reflectividad se obtiene a partir de la conversión de los niveles digitales de los píxeles a valores de radiancia, y de éstos a valores de reflectancia, es decir a valores físicos (Chuvieco, 2002).

6.2.2 Clasificación supervisada

La cobertura de manglar y los cambios en las coberturas del suelo fueron obtenidos a partir de clasificaciones supervisadas en las imágenes de satélite. Cada una de las imágenes SPOT se clasificó de forma independiente.

La clasificación supervisada se realizó con el algoritmo de máxima verosimilitud, a partir de campos de entrenamiento identificados con datos de campo e interpretación visual de imágenes compuestas en RGB (Landsat 321 y SPOT 342). El algoritmo de máxima verosimilitud considera que los niveles digitales se ajustan a una distribución normal, por lo que asemeja una distribución de cada uno de los píxeles en determinada clase, categorizándolos en aquella en la que exista mayor probabilidad de pertenencia normalizada (Chuvieco, 2002).

Para la clasificación supervisada se establecieron 7 tipos de coberturas del terreno. La elección de las clases se hizo en base a observaciones de campo y el trabajo de Rodríguez-Zúñiga (2002) previamente realizado en la zona. El esquema de clasificación fue el siguiente:

- a) Superficies acuáticas (lagunas y ríos, excluyendo el Golfo de México)
- b) Sin vegetación (suelos desnudos y zonas urbanas)
- c) Pastizal
- d) Otro tipo de vegetación (selvas bajas inundables y vegetación secundaria)
- e) Manglar (comunidad vegetal de manglar)
- f) Zona inundable (zona sujeta a constantes inundaciones, la mayoría de las áreas con hidrófitas. La vegetación de hidrófitas se compone por plantas herbáceas con adaptaciones para desarrollarse en medios acuáticos e inundados)
- g) Otros (ésta categoría solo fue considerada para la clasificación de la imagen Landsat de 1973. La clase se compuso de nubes y sombra de nubes)

De las imágenes SPOT clasificadas se realizó un mosaico para obtener un solo mapa temático. Sólo de este mosaico se evaluó la exactitud de la clasificación, ya que se pudo verificar en campo con datos de referencia. Los datos de referencia fueron tomados en

octubre del 2006 y febrero del 2007, con un GPS marca Garmin, modelo Etrex, con precisión de +/- 5 metros.

Con los 116 datos de referencia tomados en campo y el mosaico temático de imágenes SPOT, se realizó una matriz de error para evaluar la exactitud de la clasificación. Una matriz de error se conforma de columnas y renglones con las mismas categorías del terreno, las columnas son consideradas como datos de referencia y los renglones elementos obtenidos de la clasificación. Del arreglo de una matriz se obtienen datos en diagonal, que describen aquellos píxeles que tienen correspondencia con la realidad y proporcionan la exactitud total de la clasificación (Mather, 2004). También con la matriz es posible estimar el error de omisión, error de comisión, exactitud del productor y exactitud del usuario (Chuvieco, 2002).

El error de omisión se da cuando se excluyen píxeles de una clase a la que debiesen pertenecer. El error de omisión es inversamente proporcional a la exactitud del productor, es decir, entre mayor cantidad de píxeles se hayan omitido para cierta clase, menor exactitud tendrá el productor para la misma (Chuvieco, 2002; Mather, 2004). La fórmula para calcular el error de omisión es:

$$EO = \left(\left(\sum \text{Total de datos de referencia para una clase (columna)} - \text{Valor en diagonal para la clase} \right) / \sum \text{Total de datos de referencia (columna)} \right) * 100$$

El error de comisión es aquel donde se incluyen píxeles a una clase a la que no pertenecen, es calculado a partir de la sumatoria de los datos clasificados para cada una de las clases (renglones) y los valores en las diagonales. El error de comisión es inversamente proporcional a la exactitud del usuario (Chuvieco, 2002; Mather, 2004). La fórmula para calcular el error de comisión es:

$$EC = \left(\left(\sum \text{Total de datos de categorizados en una clase (renglones)} - \text{Valor en diagonal para la clase} \right) / \sum \text{Total de datos de categorizados en una clase (renglones)} \right) * 100$$

De la matriz de error se obtuvo la exactitud total y el coeficiente de Kappa (K^{\wedge}), que determinan el acuerdo que existe entre los datos clasificados y las coberturas en el terreno (Congalton and Green, 1999).

6.2.3. Detección de cambio en las coberturas del suelo y análisis multitemporal pos-clasificadorio

La detección de cambio en las coberturas del suelo se realizó a partir de un análisis multitemporal pos-clasificadorio. Para éste análisis fue necesario que la imagen Landsat y el mosaico de imágenes SPOT, tuvieran la misma resolución espacial y una corrección geográfica y geométrica aceptable ($\sigma < 0.02$) (Chuvieco, 2002). Para obtener la misma resolución espacial se realizó un remuestreo del mosaico temático de imágenes SPOT de 10 metros a 60 metros, que era la resolución de la imagen Landsat. Para la corrección geográfica y geométrica, se referenció la imagen Landsat a partir de las imágenes SPOT.

El análisis multitemporal pos-clasificadorio consistió en traslapar los mapas temáticos del periodo de estudio, para generar una matriz de detección de cambios que es similar a una matriz de error en forma pero no en contenido. En esta matriz de detección de cambios, los valores que se encuentra en la diagonal corresponden a las hectáreas de una clase que se mantienen sin cambio, mientras que los valores fuera de ella son las hectáreas de la misma clase que contribuyen a otra (Ramsey *et al.*, 2001). Con los datos de la matriz de detección de cambios se estimó la estabilidad de localización (EL) y la estabilidad de residencia (ER) para cada clase. La estabilidad de localización se refiere al porcentaje de una cobertura que se mantienen como la misma clase, en la misma localización al principio y al final del periodo de estudio (Ramsey *et al.*, 2001). La formula para calcular la estabilidad de localización es:

$$EL = [(cobertura \text{ año base} - pérdida \text{ de cobertura año base}) / cobertura \text{ año base}] * 100$$

La estabilidad de residencia se refiere al porcentaje de cambio de cada clase con respecto al área total durante el periodo de estudio. Toma valores negativos cuando hay pérdida de cobertura, valores positivos cuando la clase aumenta respecto al año inicial, y

es cero cuando la clase no presenta cambios (Ramsey *et al.*, 2001). La fórmula para la estabilidad de residencia es:

$$ER = [(cobertura \text{ año final} - cobertura \text{ año base}) / cobertura \text{ año base}] * 100$$

Por último, sólo para la clase manglar se presentan datos e imágenes con áreas puntuales que muestran las modificaciones por las que ha pasado ésta vegetación durante el periodo de estudio (1973-2006).

6.2.4. Tasa de deforestación de la cobertura de manglar

A partir de los cambios identificados en la cobertura de manglar durante el periodo de estudio, se evaluó su tasa de deforestación con la fórmula empleada por el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2005) y propuesta por la FAO en 1996. La fórmula empleada fue:

$$r = 1 - \left[1 - \frac{A_1 - A_2}{A_1} \right]^{1/t}$$

Donde:

r = Tasa de cambio (Para expresarla en % se multiplica por 100)

*A*₁ = Cobertura inicial

*A*₂ = Cobertura final

t = Número de años entre las dos fechas

6.3 Usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV sobre las especies de manglar

Para conocer los usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV hacia las especies de manglar, se realizó un cuestionario a 59 hombres mayores de 20 años que vivieran dentro del sistema lagunar. La elección de género fue en base a que los hombres en esta zona son los mayores proveedores del recurso alimenticio, económico y del

mantenimiento y/o construcción de casas (Vázquez-Torres, 1998b; Comn. pers. E. Portilla-Ochoa, 2006).

Para el diseño de los cuestionarios (anexo), se consideró los siguientes apartados:

- a) Conocimiento e identificación de cambio espacial y estructural de la comunidad de manglar
- b) Usos de los árboles de manglar (Los formatos para identificar los usos de los árboles de manglar en el SLAV, fueron realizados a partir de bibliografía donde se documentaba usos de los manglares en otros sitios (Hernández-Cornejo *et al.*, 2005; Kovacs, 1999); además de información obtenida de visitas anteriores al área de estudio y del asesoramiento de personal del laboratorio de biología de la conservación de la Universidad Veracruzana, dirigido por el M. en C. Enrique Portilla Ochoa, que lleva más de 15 años trabajando en el área de estudio con manejo comunitario y educación ambiental).
- c) Opinión personal de pobladores locales

Los resultados son presentados en gráficas y porcentajes de frecuencias.

7. Resultados

7.1 Estructura vegetal de la comunidad de manglar

La comunidad de manglar en el SLAV está compuesta de tres especies: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, también se encontraron individuos de *Conocarpus erectus*. Esta última especie no fue muestreada en los sitios de estudio, sin embargo por observaciones propias y comentarios de personas que habitan en el SLAV, la especie se encuentra presente. Por otra parte *Pachira aquatica* y *Lonchocarpus luteomaculatus* también se presentaron como vegetación acompañante del manglar.

La densidad total de la comunidad de manglar fue de 590.8 árboles/ha, con un área basal de 22.8 m²/ ha e individuos de una altura promedio de 10.1 m (coeficiente de variación= 40.1 %). En lo que respecta a la altura, en la Tabla 6 se observa que de las especies de manglar, *A. germinans* presentó en promedio a los individuos más altos, mientras que *L. racemosa* a los individuos con alturas menores.

A. germinans fue la especie con mayor densidad y área basal, y *L. racemosa* fue la segunda especie con mayor número de individuos por hectárea y menor área basal. El área basal ocupada por *A. germinans* fue 10 veces mayor que la de *L. racemosa*, y 6 veces mayor que la de *R. mangle*. La densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa, también fueron dominados por *A. germinans*; para el caso de la frecuencia relativa, *L. racemosa* presentó el segundo porcentaje más alto, mientras que para la dominancia relativa, *R. mangle* fue la especie con el segundo porcentaje mayor.

En general *A. germinans* fue la especie que dominó la comunidad de manglar en el SLAV, sin embargo *L. racemosa* presentó una condición particular, ya que a pesar de ser la segunda especie de manglar con mayor densidad y frecuencia, también fue la menos representativa en área basal, contrariamente a *R. mangle*, que a pesar de presentar pocos individuos y ser menos frecuente, ocupó un área basal mayor que la de *L. racemosa* (Tabla 6).

Tabla 6. Estructura de la comunidad de manglar

Variables	Altura (m)	Densidad (árboles/ha)	Área basal (m ² /ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia	Valor de importancia relativo %
Especies								
<i>Avicennia germinans</i>	11.27	326.71	18.31	55.30	80.32	46.5	182.12	60.70
<i>Laguncularia racemosa</i>	7.73	164.10	1.35	27.77	5.94	27.9	61.62	20.54
<i>Rhizophora mangle</i>	10.96	83.54	3.04	14.14	13.36	20.3	47.80	15.93
<i>Pachira aquatica</i>	5.07	10.44	0.07	1.76	0.32	2.9	4.99	1.66
<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	6.4	2.98	0.0065	0.50	0.028	1.2	1.73	0.57
Vegetación secundaria	3.48	2.98	0.0033	0.50	0.014	1.2	1.71	0.57

7.1.1 Categorías de altura y diamétricas por especie

A partir de un análisis de varianza (ANOVA), se observó que existen diferencias significativas entre las alturas de las especies de manglar ($F_{2, 382} = 35.06$, $P < 0.05$). *A. germinans* fue la especie con los individuos más altos, en promedio mayores a 11 metros, mientras que *L. racemosa* presentó a los individuos con las alturas más bajas, en promedio menores a 8 metros (Fig. 2). De acuerdo a la prueba de Tukey entre las alturas de *A. germinans* y *R. mangle* no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo entre las alturas de *A. germinans* y *L. racemosa* sí se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), y también entre las alturas de *R. mangle* y *L. racemosa* ($P < 0.05$).

Para el diámetro a la altura del pecho de los árboles (DAP), también se presentaron diferencias significativas entre las especies de manglar ($F_{2, 382} = 57.92$, $P < 0.05$). *A. germinans* en promedio presentó a individuos con diámetros mayores a 22 cm, mientras que *L. racemosa* presentó a individuos con diámetros menores a 10 cm (Fig. 3). De nuevo con la prueba de Tukey se mostró que entre los diámetros de *A. germinans* y *R. mangle* no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo entre los diámetros de *A. germinans* y *L. racemosa* sí se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), al igual que entre los diámetros de *R. mangle* y *L. racemosa* ($P < 0.05$).

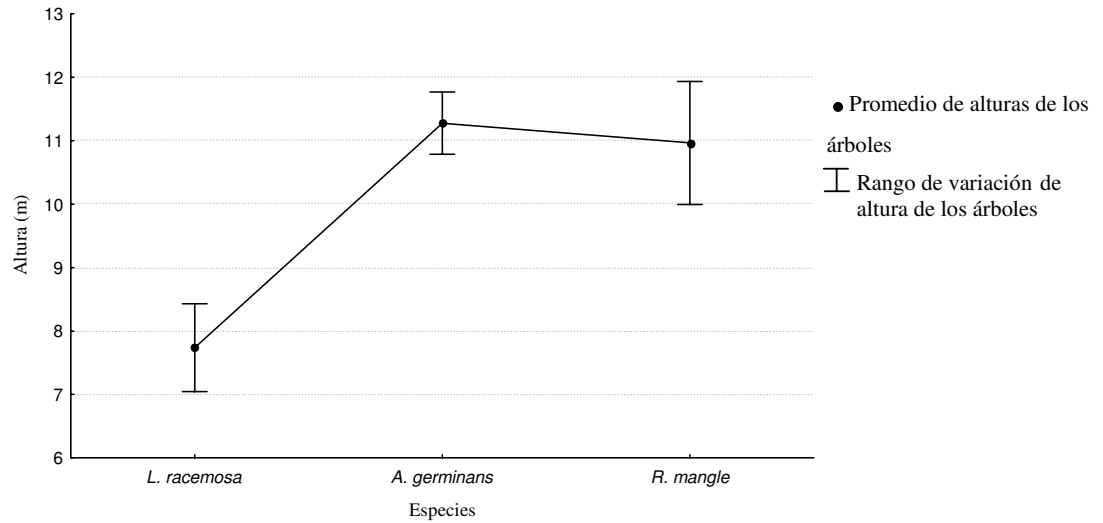


Figura 2. Intervalos de altura

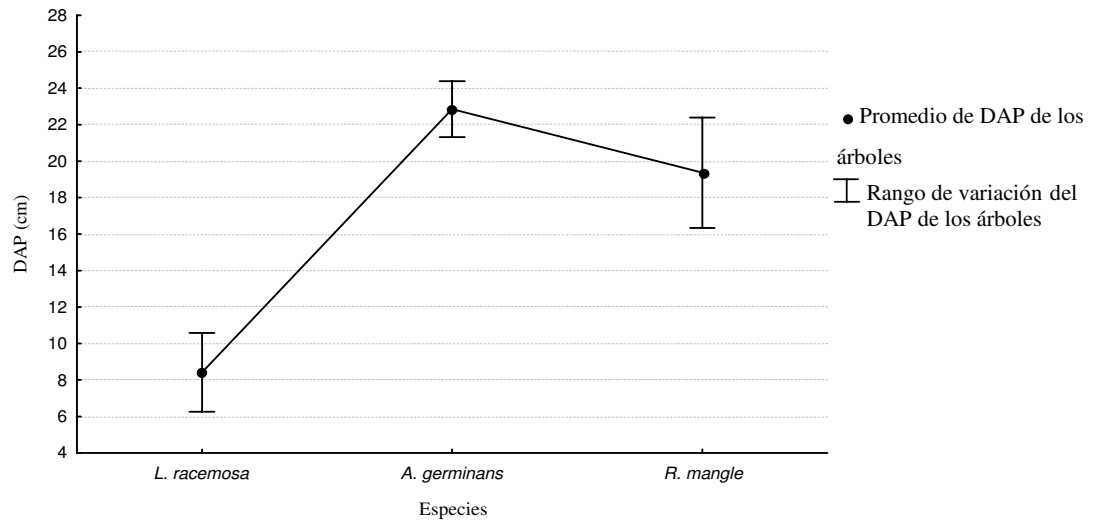


Figura 3. Intervalos de diámetro a la altura del pecho (DAP)

En lo que respecta a las categorías de altura, en la Figura 4 se observa que de 2.7 a 9 metros, se agruparon árboles de las tres especies de manglar, siendo *L. racemosa* la que presentó la mayor cantidad de individuos. De manera contraria, conforme la altura aumentó, el número de árboles de *L. racemosa* disminuyó, siendo *A. germinans* la especie dominante hasta la categoría de 15.1 a 17 m, donde a partir de ésta clase también el resto de los individuos comenzaron a disminuir. El número de árboles de *R. mangle* fue menor en casi todas las categorías de altura.

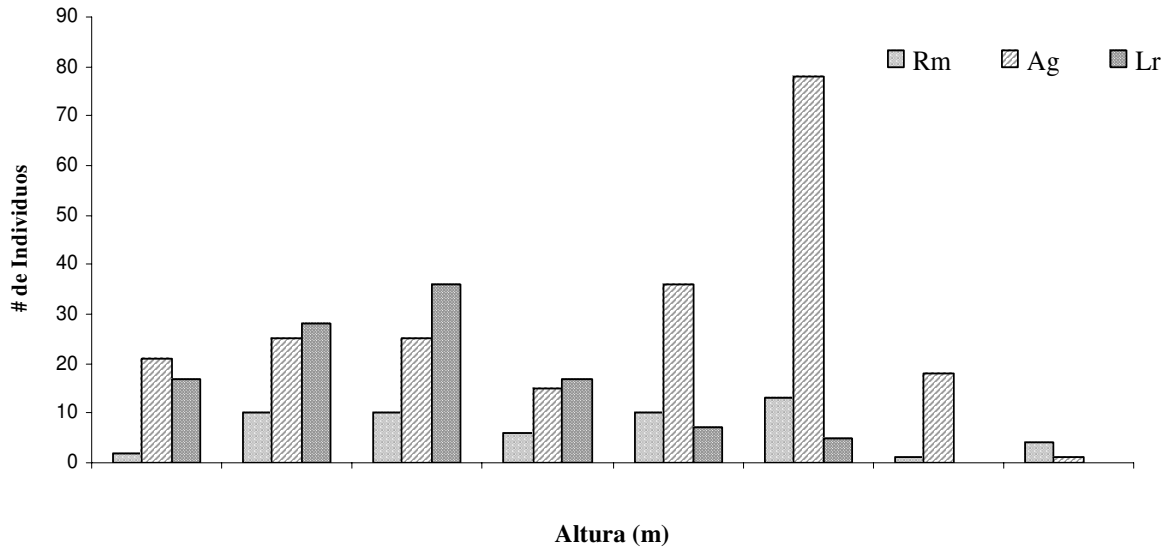


Figura 4. Categorías de altura

Dentro de las categorías diamétricas de los árboles (DAP), *L. racemosa* presentó la mayor cantidad de individuos con diámetros menores o iguales a 10 cm, disminuyendo en número conforme el DAP aumentaba. *A. germinans* presentó la mayor cantidad de árboles con diámetros superiores a 14.1 cm, siendo la categoría de 26.1 a 30 cm la que agrupó el mayor número de individuos. La especie *A. germinans* en general presentó individuos en todas las categorías diamétricas, mientras que *L. racemosa* presentó un decaimiento en el número de individuos conforme aumentaba el diámetro (Fig. 5).

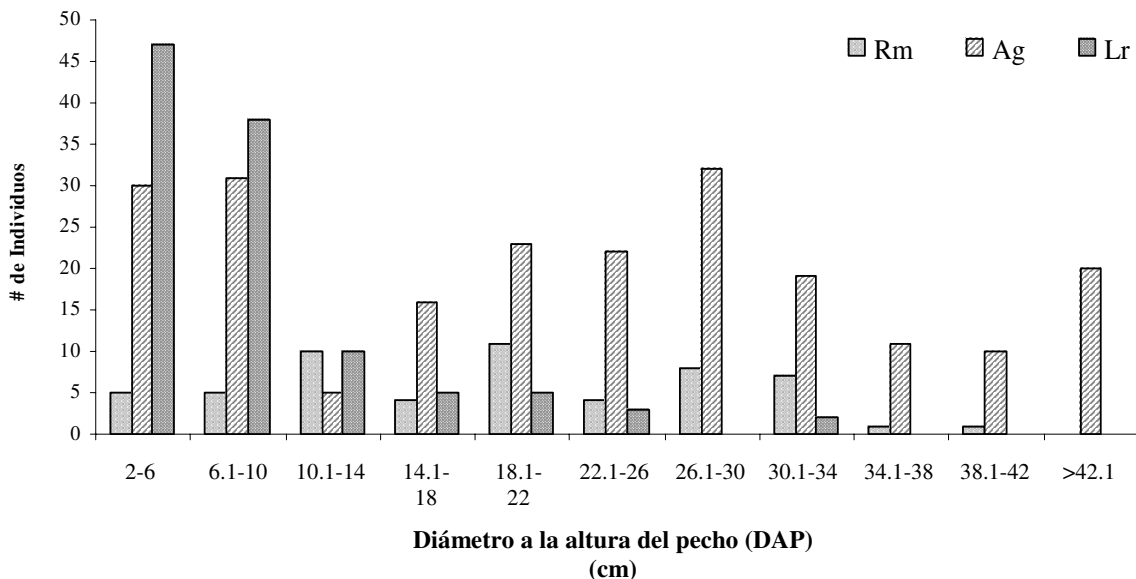


Figura 5. Categorías diamétricas

7.1.2. Comunidad de manglar por sitios de muestreo

La ubicación de los sitios de muestreo puede ser consultada en la Tabla 7 y Figuras 1 y 14, la primera figura es una carta topográfica escala 1:250,000, y la segunda es un mapa de coberturas del suelo, obtenido en éste trabajo con el proceso de clasificación supervisada de imágenes SPOT 2004, 2005 y 2006.

Tabla 7. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo

Sitios	Coordenadas UTM. Zona 15 N	
	X (m)	Y (m)
1	199 318	2 065 870
2	205 460	2 064 414
3	205 286	2 064 983
4	205 350	2 065 116
5	206 744	2 067 585
6	206 346	2 075 789
7	211 628	2 063 247
8	212 404	2 069 287
9	209 686	2 074 742
10	207 487	2 076 004

En lo que respecta a la altura, a partir de un análisis de varianza (ANOVA), se probó diferencias significativas entre los 10 sitios de muestreo ($F_{9, 386} = 8.81$, $P < 0.05$). Con los datos de la prueba de Tukey se obtuvo que los sitios con individuos más altos fueron el 9 y 10, con alturas mayores a 12 m ($P < 0.01$), seguidos del 7 y 4, con alturas promedio de 11 m ($P < 0.05$). Los sitios con los individuos más bajos fueron el 1, 2, 3 y 6, con alturas menores a 9 m ($P < 0.01$) (Fig. 6).

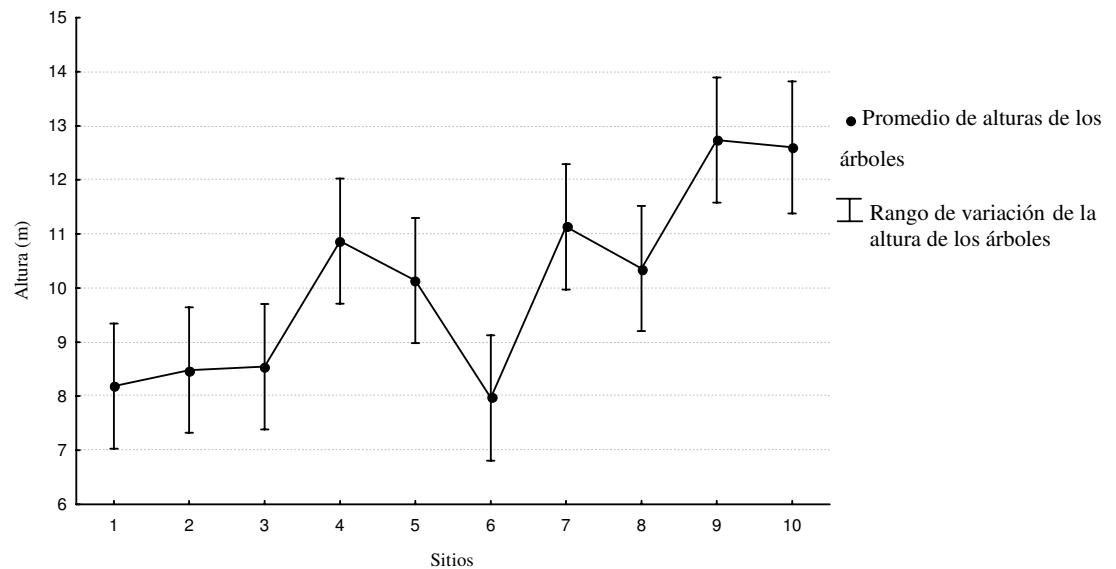


Figura 6. Altura por sitio de muestreo

El diámetro a la altura del pecho de los árboles también presentó diferencias significativas entre los sitios de muestreo ($F_{9, 386} = 12.97$, $P < 0.05$). De acuerdo a la prueba de Tukey en los sitios 9 y 10 se agruparon los árboles con diámetros mayores a 24 cm ($P < 0.01$), seguidos por los sitios 7 y 5 con diámetros de alrededor de 20 cm ($P < 0.01$). Los sitios con árboles de diámetros iguales o menores a 12 cm fueron 1, 3 y 6 ($P < 0.01$) (Fig. 7). Para el caso de los sitios 1, 3 y 6, en las figuras 6 y 7 se puede observar que tanto las alturas de sus árboles como sus diámetros, son significativamente menores al resto de los individuos en otros sitios.

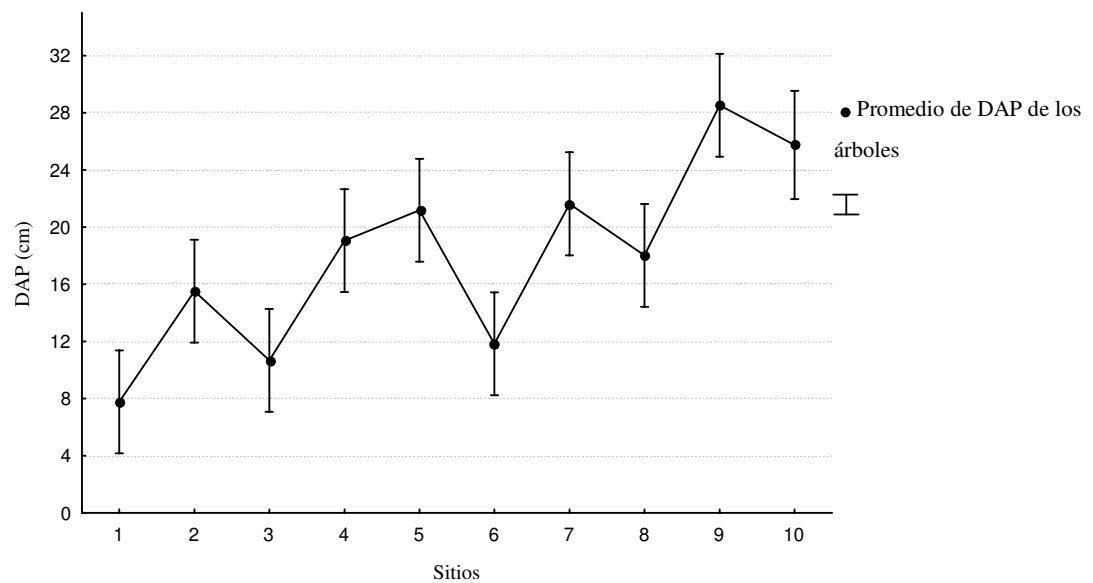


Figura 7. Diámetro a la altura del pecho de los árboles por sitio de muestreo

Respecto a la densidad en los primeros tres sitios dominó *L. racemosa*, mientras que los sitios del 4 al 9 fueron dominados por *A. germinans*. *R. mangle* solo fue representativo en el sitio 10. Los sitios con mayor número de individuos por hectárea fueron el 1, 4 y 6 (Fig. 8). Para el caso del área basal, la mayoría de los sitios fueron dominados por *A. germinans*, siendo el sitio 4 el que presentó un área basal mayor a 45 m²/ha. En los sitios 1 y 3 el área basal fue dominada por *L. racemosa*, sin embargo ésta no rebasó los 10 m²/ha (Figura 9).

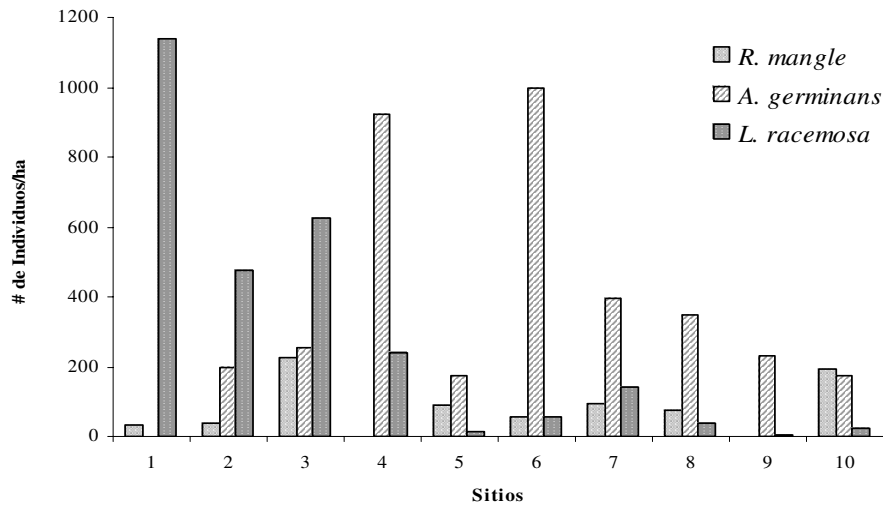


Figura 8. Densidad de especies por sitio

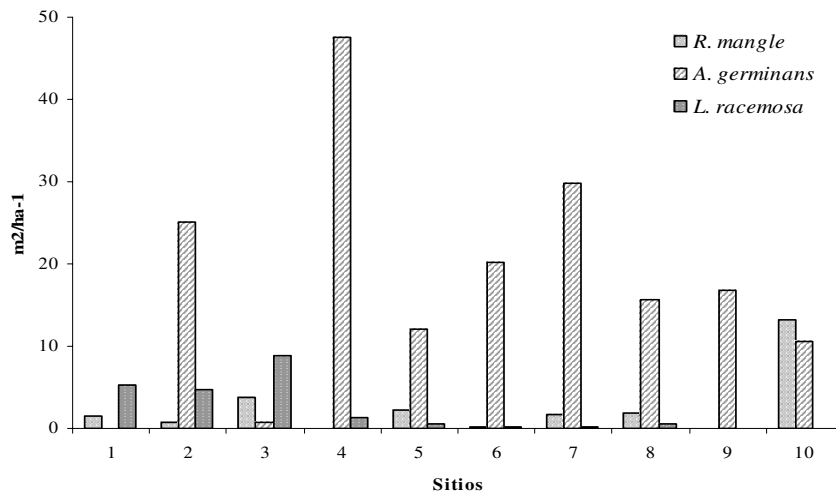


Figura 9. Área basal de especies por sitio

En general, en las últimas dos gráficas de ésta sección, se puede observar que del sitio 4 al 9 la especie dominante fue *A. germinans*, mientras que las especies restantes se presentaron en menores proporciones. Para el sitio 1 y 3 la especie dominante fue *L. racemosa*, ésta dominancia fue debido a la densidad de la especie, sin embargo el área basal que ocupó fue baja, en comparación con otros sitios y especies. Para el caso del sitio 2, a pesar de que en densidad dominó *L. racemosa*, en área basal dominó *A. germinans*. Por otra parte solo el sitio 10 ubicado frente al puerto de Alvarado, fue dominado en densidad y área basal por *R. mangle*.

7.2 Cobertura de la comunidad de manglar y cambios en las coberturas del suelo

7.2.1 Clasificación supervisada

La cobertura de manglar obtenida a partir del mosaico de imágenes SPOT y estimada con el proceso de clasificación supervisada fue de 13,807 ha para el año 2006.

Para realizar la clasificación supervisada se empleó como referencia el trabajo de campo en el SLAV, e imágenes compuestas en RGB, ya que con éstas es posible resaltar características de las coberturas del terreno y facilitan la interpretación visual. La composición RGB para la imagen Landsat MSS de 1973 fue 321 (Fig. 10), y la del mosaico de imágenes SPOT del 2006 fue 342 (Fig. 11).

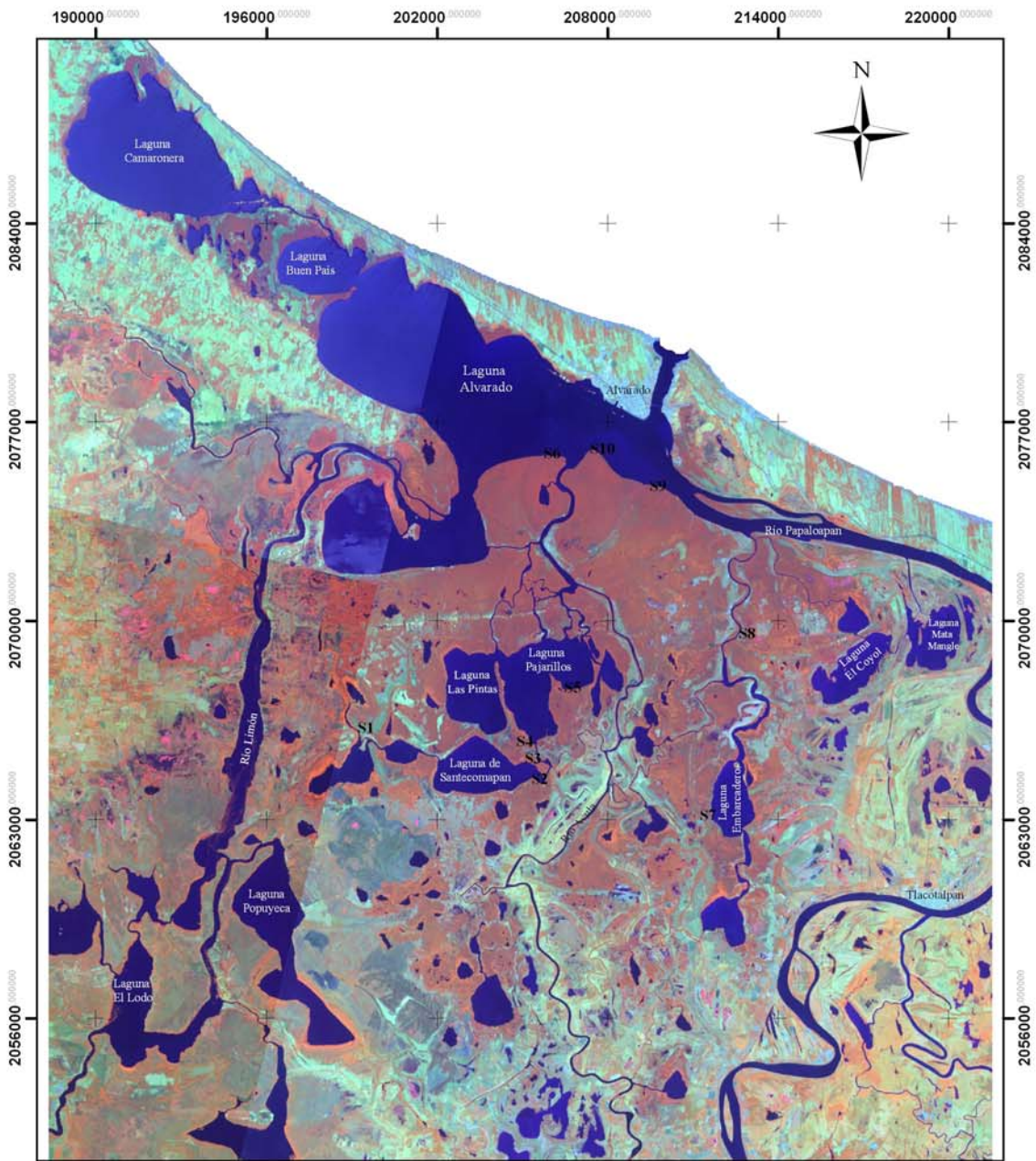
Los mapas temáticos resultantes de la clasificación supervisada son mostrados en las Figuras 13 y 14. En el mapa de coberturas de 1973 (Fig. 13), se observa en general un área más heterogénea que en el mapa de 2006, ya que en éste último dominó la presencia de pastizales en gran parte de la escena (Fig.14).

La validación de la clasificación sólo se realizó para el mapa temático del 2006, debido a que los datos de campo utilizados como referencia, eran más cercanos a la toma de ésta imagen que a la de 1973. Por lo tanto se asumió que la clasificación de esta última imagen fue aproximada a la obtenida en 2006, debido a que los procedimientos y el analista fueron iguales. Los 116 datos de referencia fueron obtenidos en el campo en octubre de 2006 y febrero de 2007. De la validación de la clasificación se obtuvo una exactitud total de 78.4 %, con un coeficiente de Kappa de 0.72, significativamente diferente de cero (Desviación estándar = 0.046, $Z_c = 15.57$, $P < 0.05$), de manera que la clasificación resultante fue mejor que una realizada al azar (Congalton and Green, 1999).

De los 116 datos de referencia, 91 fueron clasificados correctamente, las clases con mayor exactitud del productor (exceptuando agua), fueron pastizal y manglar, con 87.5 % y 83.3 %, la exactitud del usuario para éstas mismas clases fue del 60 % y 97.2% respectivamente, indicando en conjunto que la cobertura mejor clasificada fue la de manglar. La cobertura con un mayor error de omisión fue la de zona inundable, con 66.7 %, mientras que las superficies con mayores errores de comisión fueron las de pastizal con un 40 %, seguida por la de sin vegetación con un 30 % (Tabla 8).



Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz Mosaico de imágenes SPOT 2006 Composición RGB 342



Fuente:
CNES 2004, 2005 Y 2006. Imágenes SPOT 595-312,
595-313 y 596-313 producidas por ASERCA-CONABIO
bajo licencia de SPOT Image S. A.

Proyección UTM Zona 15 Norte.
Datum WGS84. S: Sitios de muestreo

Fig. 11. Mosaico SPOT 2006



Tabla 8. Evaluación de la exactitud de la clasificación del mosaico de imágenes SPOT 2006

Datos de referencia*									
Datos clasificados*	A	SV	P	OTV	M	ZI	Total	Error de comisión (%)**	Exactitud del usuario (%)**
A	9	0	0	0	0	1	10	10	90
SV	0	7	3	0	0	0	10	30	70
P	0	4	21	3	3	4	35	40	60
OTV	0	0	0	16	4	1	21	23.8	76.2
M	0	0	0	1	35	0	36	2.8	97.2
ZI	0	0	0	1	0	3	4	25	75
Total	9	11	24	21	42	9	116		
Error de omisión (%)**	0	36.4	12.5	23.8	16.7	66.7			
Exactitud del productor (%)**	100	63.6	87.5	76.2	83.3	33.3			

*A: Agua, SV: Sin vegetación, P: Pastizal, OTV: Otro tipo de vegetación, M: Manglar, ZI: Zona inundable

** Los valores fueron redondeados a números decimales cuando los centésimos eran ≥ 0.05

7.2.2 Detección de cambios en las coberturas del suelo

La cobertura de 1973 fue dominada en un 23.5 % por agua, seguida de pastizal con un 20.8 %, la vegetación como manglar y otro tipo de vegetación, en conjunto cubrieron poco más del 30 % (Tabla 9, Fig. 12 y 13). La cobertura del 2006 fue dominada por pastizales en un 38 %, seguida de la clase agua con un 19.4 %, la vegetación de manglar sólo representó el 13.2 % (Tabla 9, Fig. 12 y 14).

De manera general se presentó una disminución en la mayoría de las coberturas durante el periodo de estudio, siendo las de otro tipo de vegetación y manglar, las que presentaron una mayor pérdida con 6,177 ha y 5,700 ha, respectivamente. Por el contrario, la cobertura de pastizal aumento mas del 50% de su cobertura inicial, cubriendo al final del periodo de estudio un total de 39,838 ha (Tabla 9) (Figuras 12, 13 y 14).

Tabla 9. Cobertura total y porcentajes de cobertura en 1973 y 2006

	Landsat 1973		SPOT 2006		Cambio en hectáreas
	Cobertura en hectáreas*	%**	Cobertura en hectáreas*	%**	
Agua	24 648	23.5	20 313	19.4	- 4 335
Sin vegetación	9 425	9.0	13 250	12.6	+ 3 825
Pastizal	21 782	20.8	39 838	38.0	+ 18 056
Otro tipo de vegetación	15 138	14.4	8 961	8.6	- 6 177
Manglar	19 507	18.6	13 807	13.2	- 5 700
Zona inundable	13 338	12.7	8 611	8.2	- 4 727
Otros	941	0.9	0	0	- 941
Total	104 780	100	104 780	100	

Nota: En la columna "Cambio en hectáreas" el signo negativo indica pérdida, y el positivo ganancias

* Los valores de hectáreas fueron redondeados a números enteros cuando las decimales eran ≥ 0.5

** Los valores fueron redondeados a números decimales cuando los centésimos eran ≥ 0.05

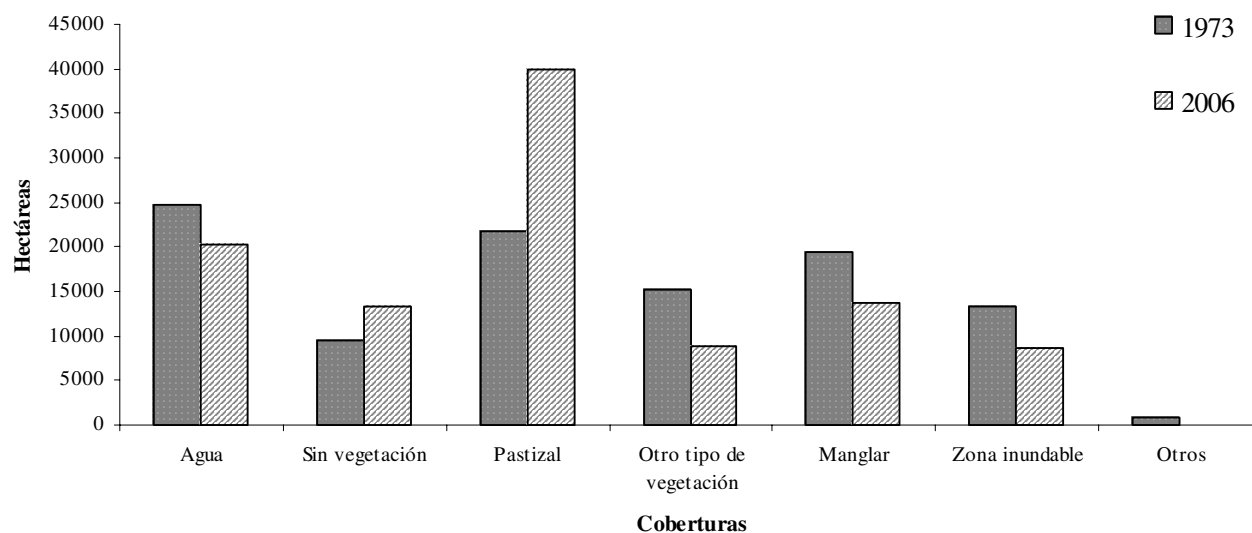
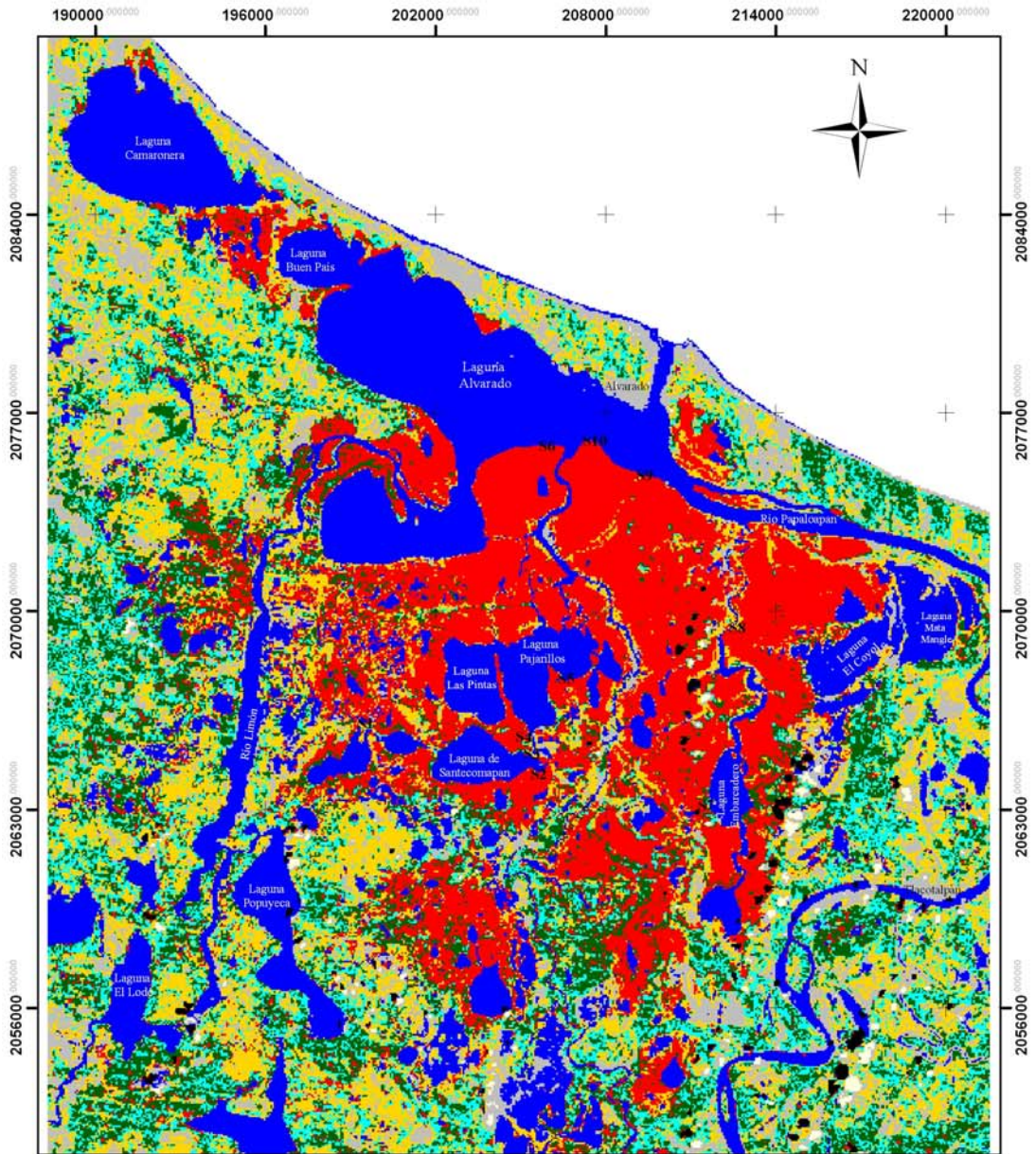


Figura 12. Coberturas del suelo de 1973 y 2006

7.2.3 Análisis multitemporal pos-clasificatorio

En lo que respecta a la estabilidad de localización de 1973 al 2006 por tipos de superficies, la clase agua presentó el mayor porcentaje, con 75.3 %, lo que indica que alrededor del 25 % del área que era cubierta por agua en 1973, paso a otra clase en el 2006, la pérdida de esta cobertura fue corroborada por el porcentaje obtenido en la estabilidad de residencia para la misma clase (Tabla 10). Por otra parte, la cobertura pastizal presentó una estabilidad de localización de alrededor del 60 %, lo que indica

Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz Coberturas del suelo de 1973



- AGUA
- MANGLAR
- NUBES
- OTRO TIPO DE VEGETACION
- PASTIZAL
- SIN VEGETACION
- SOMBRA DE NUBES
- ZONA INUNDABLE



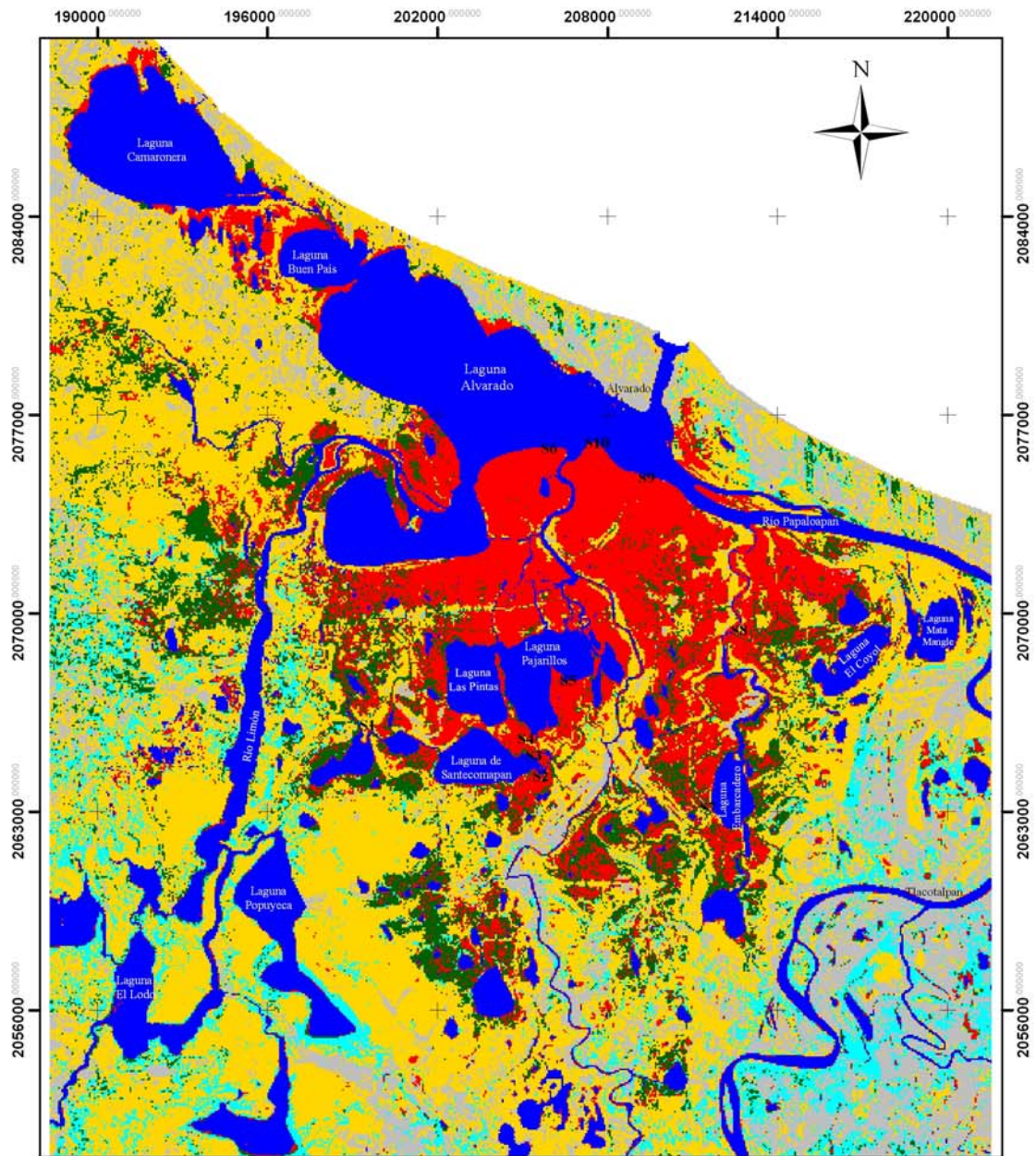
Fuente:
Imagen Landsat MSS 1973. Imagen proporcionada por CONABIO

Proyección UTM Zona 15 Norte
Datum WGS84

S: Sitios de muestreo

Fig. 13. Coberturas del suelo de 1973

Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz Coberturas del suelo de 2006



- AGUA
- MANGLAR
- OTRA TIPO DE VEGETACION
- PASTIZAL
- SIN VEGETACION
- ZONA INUNDABLE



Fuente:
CNES 2004, 2005 Y 2006. Imágenes SPOT 595-312, 595-313
y 596-313 producidas por ASERCA-CONABIO
bajo licencia de SPOT Image S. A.

Proyección UTM Zona 15 Norte.
Datum WGS84. S: Sitios de muestreo

Fig. 14. Coberturas del suelo de 2006

que aproximadamente un 40% de la cobertura inicial cambió a otra en el 2006, sin embargo esta pérdida fue compensada con la ganancia de un 82.9 % de cobertura a otras clases al final del periodo de estudio (Tabla 10).

Para las clases otro tipo de vegetación y zona inundable, los porcentajes de estabilidad de localización fueron menores al 20%, lo que indica que más del 80% del área cubierta en 1973 fue modificada a otras coberturas, esto es corroborado por los datos de estabilidad de residencia, los cuales presentan pérdidas de 40.8 % y 35.4 % respectivamente. La clase sin vegetación presentó una estabilidad de localización de 29.3 % y una estabilidad de residencia de 40.6 %, lo que indica que a pesar de haberse desplazado aproximadamente un 70 % de la cobertura inicial, está misma clase ganó cobertura a otras clases.

La clase manglar presentó una estabilidad de localización del 49.7 %, por lo que alrededor del 50 % del área de manglar cubierta en 1973 había sido modificada para el 2006. No obstante la pérdida en cobertura neta de manglar fue solo del 29.2 %, es decir que a pesar de que se presentó una pérdida del 50% de los espacios ocupados en 1973, esta vegetación ganó espacio a otras coberturas, por lo que la pérdida neta de cobertura durante el periodo de estudio fue menor (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de Detección de cambio en el SLAV (1973-2006)

Coberturas en hectáreas del 2006*	Coberturas en hectáreas de 1973*							Total
	A	SV	P	OTV	M	ZI	O	
A	18 558	399	411	234	487	157	66	20,313
SV	438	2 766	4 046	2 571	440	2 800	189	13,250
P	3 270	4 892	12 830	7 013	4 737	6 714	382	39,838
OTV	627	345	1 345	1 937	3 688	956	63	8,961
M	1 288	310	1 241	873	9 687	343	64	13,807
ZI	467	713	1 909	2 510	468	2 368	176	8,611
O	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	24,648	9,426	21,782	15,138	19,507	13,338	941	104,780
Estabilidad de Localización (%)**	75.3	29.3	58.9	12.8	49.7	17.8	0	
Estabilidad de Residencia (%)**	-17.6	40.6	82.9	-40.8	-29.2	-35.4	-100	

A: Agua, SV: Sin vegetación, P: Pastizal, OTV: Otro tipo de vegetación, M: Manglar, ZI: Zona inundable, O: Otros (nubes y sombra de nubes)

* Los valores de hectáreas fueron redondeados a números enteros cuando los decimales eran ≥ 0.5 .

** Los valores fueron redondeados a números decimales cuando los centésimos eran ≥ 0.05

7.2.4 Cobertura de manglar y tasa de deforestación

La cobertura de manglar obtenida para el año 2006 fue de 13,807 ha, de las cuales relacionando los datos de valor de importancia de cada una de las especies de manglar (Tabla 6), se estimaría que 8,380.8 ha fueron cubiertas por *A. germinans*, 2,836 ha por *L. racemosa* y 2,199.4 ha por *R. mangle*, las hectáreas restantes fueron cubiertas por otra vegetación.

En lo que respecta a la influencia del cambio en las coberturas del suelo sobre los sitios de muestreo, se observa que los sitios 1, 7 y 8, se encuentran presionados por el crecimiento de pastizales, en estos sitios el área de manglar solo es una franja de algunos metros, ya que hacia adentro dominan otras coberturas. Los sitios restantes se ubican en zonas donde predomina la cobertura de manglar, principalmente los sitios 6, 9 y 10, que se ubican frente al Puerto de Alvarado (Fig. 14).

Por otra parte, la cobertura de manglar del año 1973 fue de 19,507 ha, cifra que para el 2006 disminuyó a 13,807 ha. A pesar de que alrededor del 50 % de la cobertura categorizada como manglar en 1973 había sido modificada para el 2006, la pérdida de cobertura no fue en la misma proporción que su modificación, ya que así como se perdieron algunas áreas de manglar, también se ganó espacio a otras superficies.

En la Figura 15 se presenta la distribución del espacio que era ocupado por el manglar en 1973, en esta distribución se observa en color rojo la cobertura de manglar que se mantuvo constante durante el periodo de estudio, esta área principalmente fue la parte central del SLAV. Las áreas periféricas fueron las que sufrieron los mayores cambios, en dichas áreas es notorio que la conversión de manglar fue a pastizal y otro tipo de vegetación, en esta última cobertura se incluye la vegetación secundaria (Fig. 15).

En la Tabla 11 y Figura 16, se presentan datos puntuales que muestran cambios en la cobertura de manglar durante el periodo de estudio. En la Figura 16a, en 1973 se tenían 1,833 ha de manglar, mientras que al final del periodo de estudio tan solo se contaba con 1,252 ha. Una gran parte de las hectáreas de manglar perdidas, fueron convertidas a pastizal, incluso esta última superficie también le ganó espacio a los cuerpos de agua. En la Figura 16b se presenta otro sitio del SLAV donde en 1973 se contaba con 1,305 ha de manglar, cifra que para el 2006 había disminuido a 417 ha, así, más del 50 % de la cobertura de manglar al inicio del periodo de estudio para éste punto se había perdido.

Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz Cambio de Uso de Suelo del Manglar 1973-2006

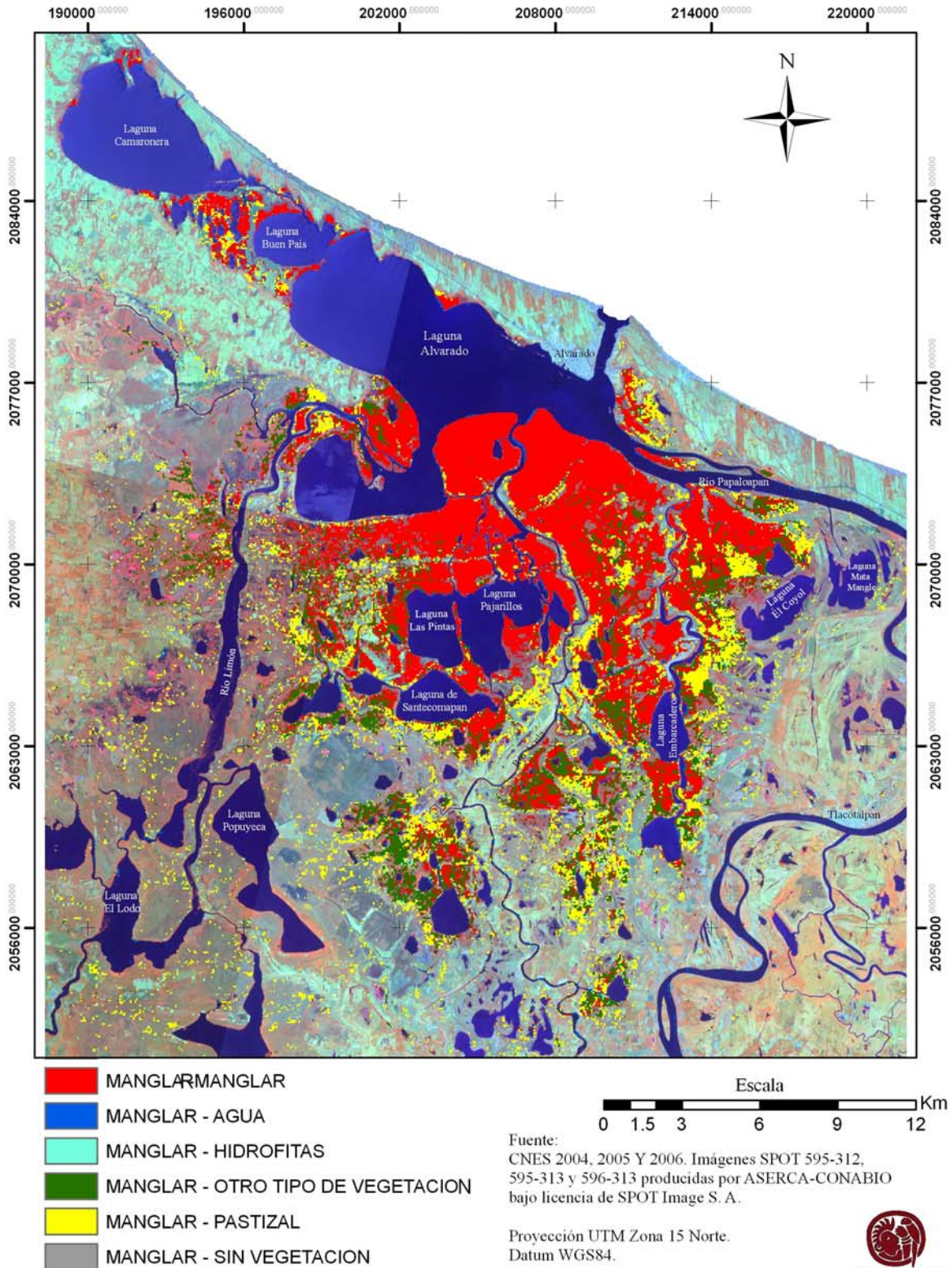


Fig. 15. Cambio de uso de suelo del manglar

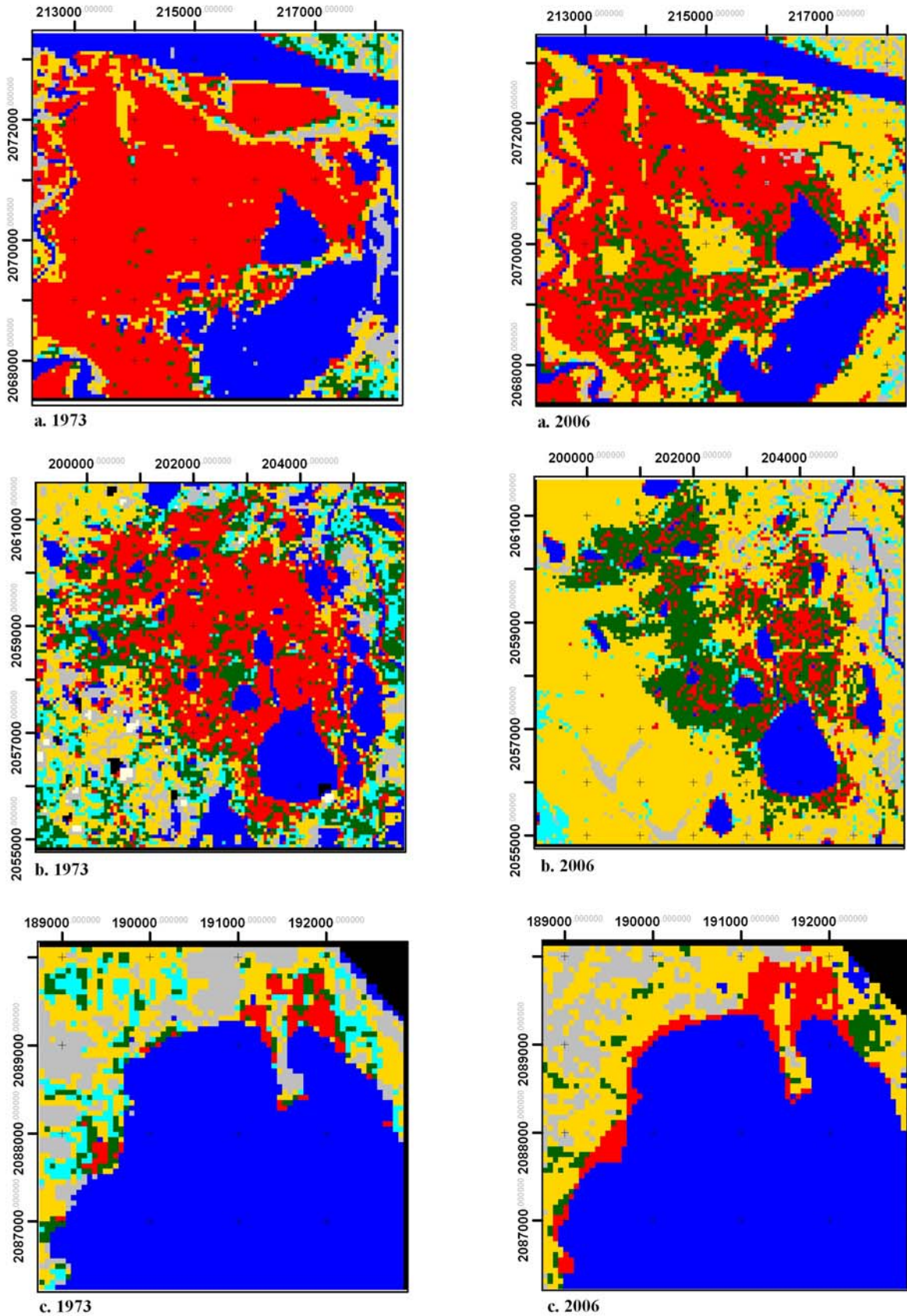


Fig. 16. Ventanas de cambio de uso de suelo de la cobertura manglar

Tabla 11. Coberturas del suelo

Usos de suelo	Figura 16a			Figura 16b			Figura 16c		
	1973 (ha)	2006 (ha)	Cambio* %	1973 (ha)	2006 (ha)	Cambio %	1973 (ha)	2006 (ha)	Cambio %
Agua	1042	724	- 30.5	792	429	- 45.8	954	984	+ 3.1
Sin vegetación	191	92	- 51.8	331	324	- 2.1	184	139	- 24.4
Pastizal	467	1097	+ 134.9	1008	2438	+ 141.9	233	306	+ 31.3
Otro tipo de vegetación	130	515	+ 296.1	788	900	+ 14.2	68	47	- 30.9
Manglar	1833	1252	- 31.7	1305	417	- 68.0	48	109	+ 127.0
Zona inundable	83	65	- 21.7	447	212	- 52.6	97	0	- 100

* El signo negativo indica pérdida y el positivo ganancia

No obstante de que en el periodo de estudio se presentó pérdida de cobertura de manglar, también en algunas áreas se presentaron ganancias, por ejemplo en la Figura 16c, en 1973 se contaba con 48 ha de manglar, mientras que para el 2006 había aumentado a 109 ha (Tabla 11). La mayoría de los aumentos en la superficie de manglar, fueron en diferentes áreas en contribuciones pequeñas, mientras que la pérdida de superficie de manglar fue principalmente en áreas puntuales con pérdidas considerables.

Por último con los datos obtenidos de la cobertura de manglar en 1973 y 2006, se estimó la tasa de deforestación para el SLAV, la cual fue de 1.04 % anual.

7.3 Usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV sobre las especies de manglar

El formato del cuestionario realizado en el Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz se muestra en el anexo. De acuerdo al conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el 2005, la población total que vive dentro del manglar del SLAV es de alrededor de 5,454 habitantes, de los cuales 2,740 son hombres y de estos el 64.7 % son mayores de 18 años (INEGI, 2005). De las 59 personas entrevistadas, el 43.1 % tenía edades entre 31 y 40 años, seguido por personas en edades mayores o iguales a 50 años (25.9 %). En lo que respecta al tiempo que tenían de habitar dentro del sistema lagunar, más del 50 % de los entrevistados se agrupó en un periodo de 20 a 40 años, solo un 6.8 % respondió tener menos de 10 años en la zona. La principal actividad laboral de los entrevistados fue la pesca, con un 89.8 %, mientras que dentro de las actividades alternativas la principal fue la ganadería con un 32 %.

7.3.1 Conocimiento e identificación de cambio espacial y estructural de la comunidad de manglar

La pregunta, ¿Qué entiende Usted por manglar?, causó confusión en los entrevistados. En la Figura 17 se observa que el 54.2 % de las personas lo identificó como “Monte”, refiriéndose a toda la comunidad vegetal de manglar y relacionándolo con la obtención de recursos maderables. Menos del 50 % de los entrevistados lo identificó con alguna otra categoría, por ejemplo la de “Hábitat” o la de “Área de trabajo”. Solo el 15.3 % lo definió en base a los árboles que lo componen.

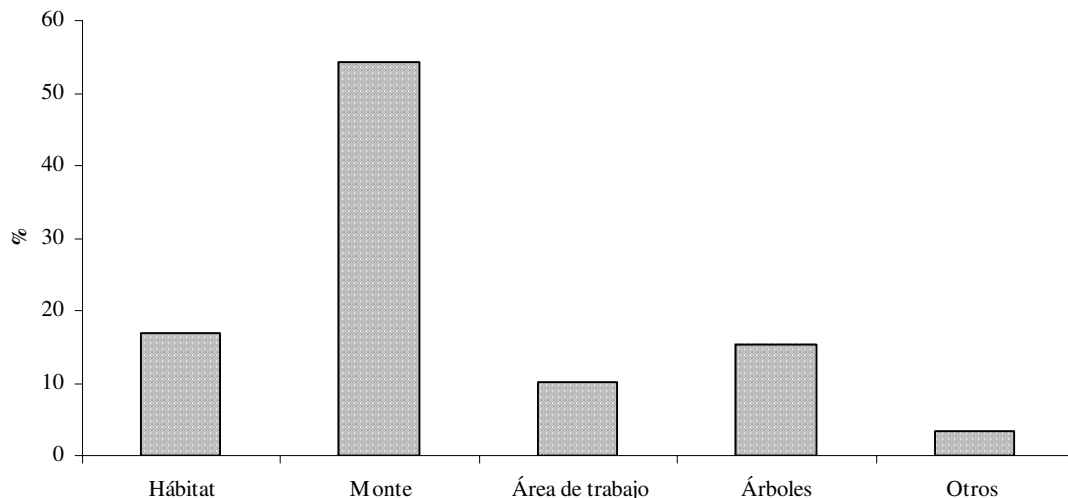


Figura 17. Categorías de identificación del término “Manglar”

El 100 % de los entrevistados identificó las especies de *Rhizophora mangle* (mangle colorado), *Avicennia germinans* (mangle prieto) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco). Solo el 5 % principalmente personas mayores de 50 años, identificó la presencia de *Conocarpus erectus* (roblecillo), refiriéndolo a la parte Noroeste del SLAV y mencionando que siempre ha habido pocos individuos.

Respecto a la percepción de cambio en la extensión de los manglares, el 40.7 % notó que han aumentado, mientras que el 35.6 % que han disminuido. El 23.7 % no notó cambios. De las personas que notaron que el manglar había aumentado, el 39.2 % se lo atribuyó a la capacidad de dispersión de la semilla, principalmente de *L. racemosa*, seguido de las respuestas de “Ya no lo cortan” y “Hay aumentos después de disturbios como huracanes”, con 21.4 % y 14.3 % respectivamente. De las personas que opinaron que la extensión de manglar había disminuido, el 40.9 % se lo atribuyó al corte de árboles, seguido de la quema de monte y limpieza de terrenos para la ganadería, con 27.3 % y 22.7 % respectivamente.

De los resultados de percepción de cambio en la composición de los manglares, el 44 % notó cambios, mientras que el porcentaje restante no. De las personas que notaron cambios se lo atribuían a varias condiciones, entre ellas a las características de colonización de las especies, con un 61.5 %. Dentro de algunos comentarios se mencionaba que: “Debajo del prieto nace mucho blanco”, “El rojo y prieto desaparece, domina el blanco”, “El blanco desplaza al prieto”, “Más blanco y colorado, prieto casi no”, “Crece más el blanco”, “Escasez del manglar prieto”.

Por otra parte, el 66.1 % de entrevistados conocían alguna zona ampliamente deforestada donde antes había manglar y al momento de la entrevista no. De la misma manera el 88.1 % de los entrevistados identificaron zonas donde antes no había manglar y al momento sí lo había. A éste último respecto, el 33.3 % de nuevo se lo atribuyeron a la capacidad de dispersión de la semilla, el 25.9 % al descuido de las vegas o zonas de ganadería, y el 16.7 % a que ya no había corte.

7.3.2 Usos de los árboles de manglar

El 98.3 % de las personas entrevistadas conoció los usos que se les da a los árboles de manglar, sin embargo solo el 88.1 % reconoció utilizarlos, el 8.5 % a veces y el 3.4 % no. Los usos de los árboles de manglar en el SLAV son variados, e incluyen desde ser empleados como materiales para la construcción, hasta usos industriales domésticos como colorantes y curtición de pieles.

En la Figura 18 se observa que en general las tres especies de manglar presentaron frecuencias de uso similares para la construcción de casas (alrededor de 30%), no obstante el uso de la especie varía, ya que la finalidad con la que se emplea dentro de la construcción es diferente. Por ejemplo de acuerdo a los comentarios de los pobladores locales, los troncos largos y rectos de *R. mangle* son preferidos para ocuparse como vigas, mientras que los troncos de *A. germinans* cortados con motosierra se ocupan como tablones.

Para la construcción de encierros de organismos acuáticos, cercas y muelles, en la Figura 18 se puede observar que las especies más utilizadas son *L. racemosa* y *A. germinans*, para el caso de la primera su empleo se debe a que los troncos no se pudren fácilmente con el agua, como es el caso de *R. mangle*, además de que los pobladores encuentran troncos de diámetros pequeños (alrededor de 10 cm) que pueden ser ocupados directamente para estos usos (Fig. 19).

Por otra parte, a pesar de que *A. germinans* presentó porcentajes de frecuencia parecidos a los de *L. racemosa* para los usos mencionados ($\approx 30\%$), su empleo no es tan común, ya que para que el tronco no se pudra con el agua, es necesario utilizar solo el “corazón” del árbol como lo llaman los pobladores, o el xilema. Para obtener el “corazón”, se necesita que el tronco se seque por alrededor de 6 meses, para eliminar la corteza y dejar el “corazón” (Fig. 20), el cual no se pudre con el agua, es muy resistente y duro (Comentarios de pobladores locales).

Para la fabricación de muebles, *A. germinans* fue la especie preferida con alrededor de un 41 %, de nuevo solo empleando el “corazón” del árbol, algunos pobladores comentaban que los muebles de esta especie eran muy pesados. Para guía de lanchas la especie más utilizada fue *L. racemosa* (58 %), debido a que es la más ligera y no se pudre con el agua.

Para cabos de herramienta la especie preferida fue *R. mangle* (43 %), debido a que es muy resistente; los cabos de herramienta que se realizan con *R. mangle* son para hachas y martillos, y las estructuras más utilizadas son el tronco y las raíces del árbol, ya que de acuerdo a los comentarios de los pobladores éstas últimas tienen la forma de cabo y solo necesitan pulirlas un poco (Fig. 21).

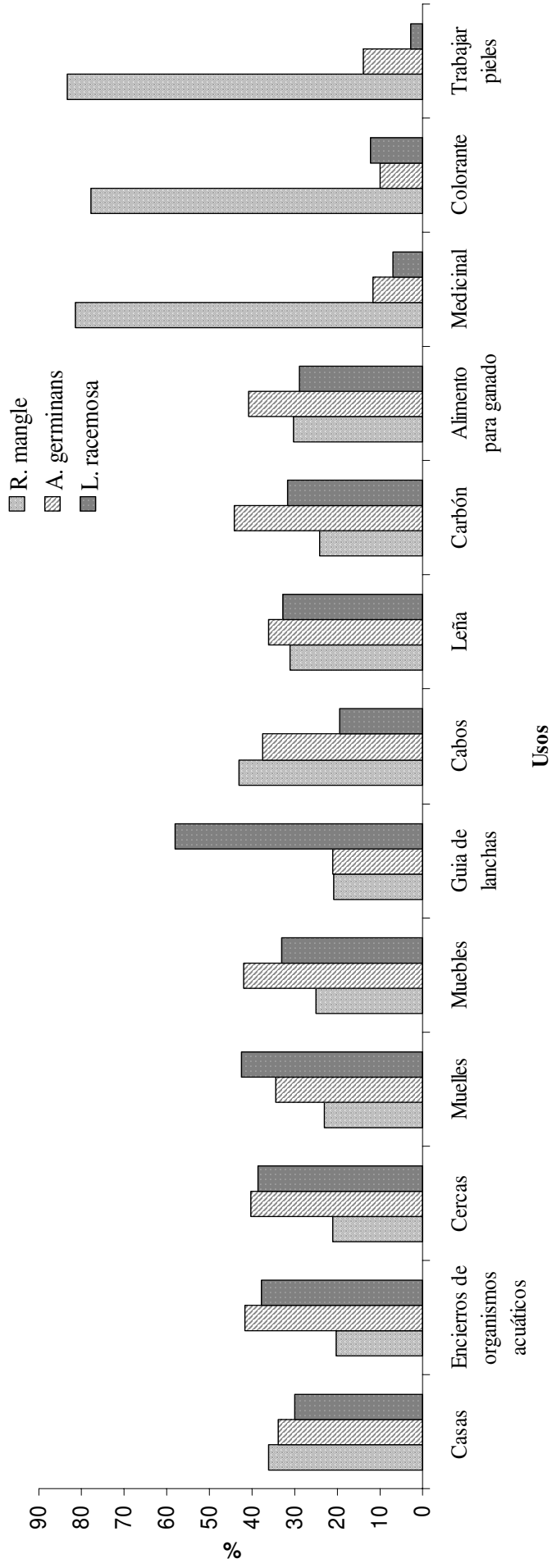


Figura 18. Usos de los árboles de manglar en el SLAV



Figura 19. Encierros de organismos acuáticos realizados con troncos de *L. racemosa*



Figura 20. Obtención del “corazón” de *A. germinans*

Por otra parte como combustible, en la Figura 18 se puede observar que la leña de las tres especies de manglar es empleada con frecuencias similares, sin embargo para la obtención de carbón *A. germinans* es la más utilizada (44.1 %). La leña principalmente es empleada en el hogar para cocinar los alimentos, ocupando las ramas de los árboles, mientras que el carbón es aquel que en algunas comunidades del SLAV se produce en mayores cantidades principalmente para comercializar.

En el Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz se localiza la comunidad de Cala Larga, en la cual algunos de sus habitantes se dedican a la producción de carbón de mangle, para el que emplean troncos de todas las especies de manglar (Fig. 22), pero principalmente de *A. germinans*, el cual consideran que es el que emite menos humo y rinde más, además de que es el tipo de carbón que más solicitan los compradores (Conn. pers. Pobladores locales, 2007).



Figura 21. Poblador con cabo de herramienta realizado con raíces de *R. mangle*



Figura 22. Horno de carbón de mangle en el SLAV

En la Figura 18 también se puede observar que las tres especies de manglar son utilizadas como alimento para ganado, sin embargo la preferida por los animales de acuerdo a los comentarios de los entrevistados, es *A. germinans*, principalmente las semillas y las hojas de las plántulas.

Por último para los usos medicinal, colorante y curtir pieles, la especie más utilizada es *R. mangle*, principalmente la corteza, que según comentarios de los entrevistados la utilizan en el tratamiento de dolor de garganta, diabetes y colesterol. Como colorante la corteza de *R. mangle* se cocee en agua para teñir en algunas ocasiones el camarón, haciéndolo más atractivo para la venta (Comentarios de pobladores) (Fig. 18).

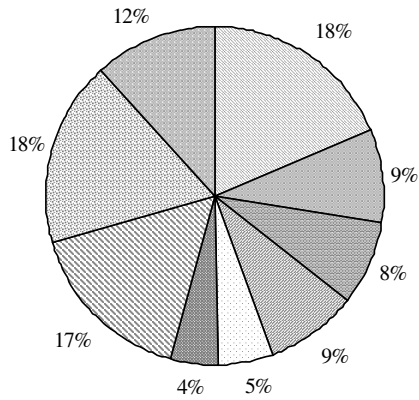
Por otra parte, para cada uso de las especies de manglar se identificó la parte de los árboles más utilizada. Así en las Figuras 23, 24 y 25, se presenta los usos que se les da a las partes de cada árbol por especie. Para cada especie de manglar solo se presentan las partes más utilizadas.

En el caso de los árboles de *R. mangle*, las partes más utilizadas son el tronco, las ramas, las raíces y la corteza. El tronco es utilizado en alrededor de un 18 % para la construcción de casas, cabos de herramientas y leña en los hogares. Los usos menos frecuentes del tronco de *R. mangle* son para guía de lanchas y muebles, con 4 % y 5 % respectivamente (Fig. 23a), para el resto de los usos el tronco de esta especie definitivamente no es utilizado.

Las ramas de *R. mangle* son utilizadas en un 40 % como leña en los hogares, seguido por los usos para la construcción de casas (17 %), cabos de herramientas (15 %) y carbón (15 %). Para el resto de los usos las ramas de *R. mangle* son utilizadas en menos de un 5 % (Fig. 23b). En lo que respecta a las raíces de *R. mangle*, éstas son principalmente utilizadas para la fabricación de cabos de herramientas con un 35 %, y como leña en un 33 %; las raíces de ésta especie también son importantes para la fabricación de carbón (20 %) (Fig. 23c).

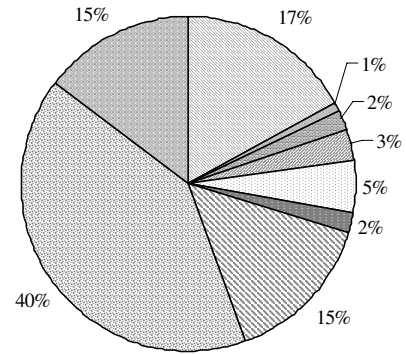
En la Figura 23d se observa que la corteza de *R. mangle* tan solo es empleada para 4 usos, entre los que destacan los remedios medicinales en más de un 40 %, y como colorante con alrededor de un 37 %. Por último, en lo que respecta a los usos de las semillas y hojas de *R. mangle*, en caso de ser utilizadas éstas se emplean en más de un 90 % como alimento para ganado.

R. mangle (Tronco)



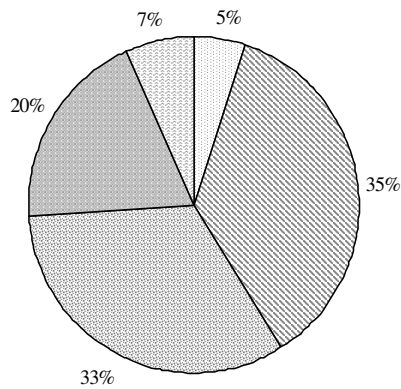
a

R. mangle (Ramas)



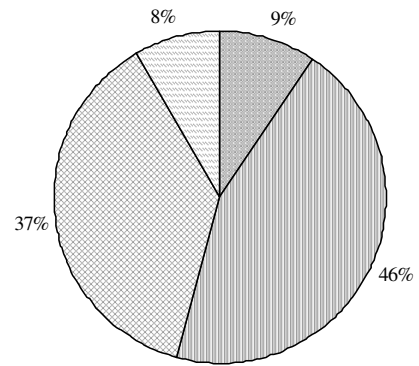
b

R. mangle (Raíces)



c

R. mangle (Corteza)



d

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| ■ Casas | ■ Leña |
| ■ Encierros de organismos acuáticos | ■ Carbón |
| ■ Cercas | ■ Medicinal |
| ■ Muelles | ■ Colorante |
| ■ Muebles | ■ Curtir pieles |
| ■ Guía de lanchas | ■ Alimento para ganado |
| ■ Cabos | |

Figura 23. Usos y estructura de *R. mangle*

En lo que respecta a *A. germinans*, las estructuras más utilizadas son el tronco, las ramas, las raíces y la corteza. Los usos del tronco de *A. germinans* son muy variados, en la Figura 24a se puede observar que los usos más representativos son para la construcción de cercas, casas, encierros de organismos acuáticos y como combustible (carbón y leña), todos ellos con un porcentaje de alrededor del 13 %. Para los usos restantes el tronco es utilizado en proporciones menores al 11 % (Fig. 24a).

Para el caso de las ramas de *A. germinans*, éstas son utilizadas en un 58 % como leña, seguidas con un 13 % como cabos de herramientas, y con un 12 % en la construcción de casas (Fig. 24b). Por otra parte, en caso de que las raíces de *A. germinans* sean utilizadas, éstas son empleadas principalmente para combustible, con un 41 % en la fabricación de carbón, y un 33 % para leña (Fig. 24c).

La corteza de *A. germinans* muy pocas veces es utilizada de forma independiente al tronco, sin embargo de acuerdo a los entrevistados en caso que ésta parte se utilice, el principal uso que se le da es como carbón (Fig. 24d). Otras estructuras de *A. germinans* como semillas, hojas y plántulas, son utilizadas en más de un 95 % como alimento para ganado.

Las estructuras de *L. racemosa* más utilizadas son el tronco, las ramas y la corteza. El tronco de esta especie no presenta un uso particularmente definido como puede observarse en la Figura 25a, ya que por ejemplo es utilizado para construcción de casas, encierros de organismos acuáticos, cercas, muelles, entre otros, todos con porcentajes mayores al 11 %. Cabe destacar que para los usos de cabos de herramientas y muebles, el tronco de esta especie es poco empleado.

Las ramas de *L. racemosa* también son empleadas para diferentes usos; no obstante la utilidad predominante es como leña con un 38 %, seguida con un 21 % para la fabricación de carbón. En conjunto puede observarse en la Figura 25b, que las ramas de *L. racemosa* son empleadas en más de un 50 % como combustible.

Para el caso de la corteza de *L. racemosa*, ésta muy pocas veces es utilizada, sin embargo al considerarse como parte del tronco el principal uso que se le da es para carbón (Fig. 25c). Partes como semillas y hojas de *L. racemosa*, son utilizadas en un 100 % como alimento para ganado, al igual que las plántulas de la especie.

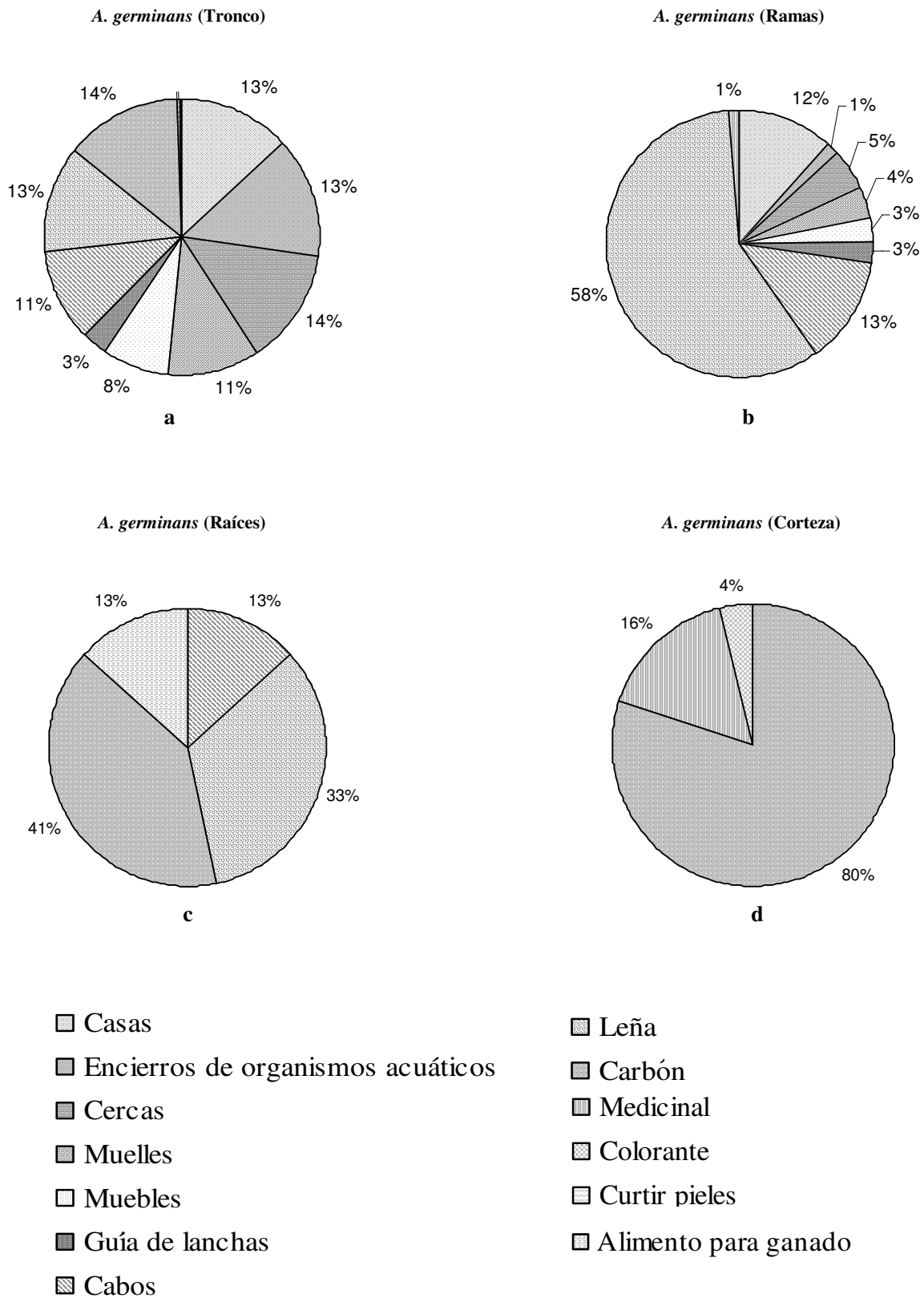


Figura 24. Usos y estructuras de *A. germinans*

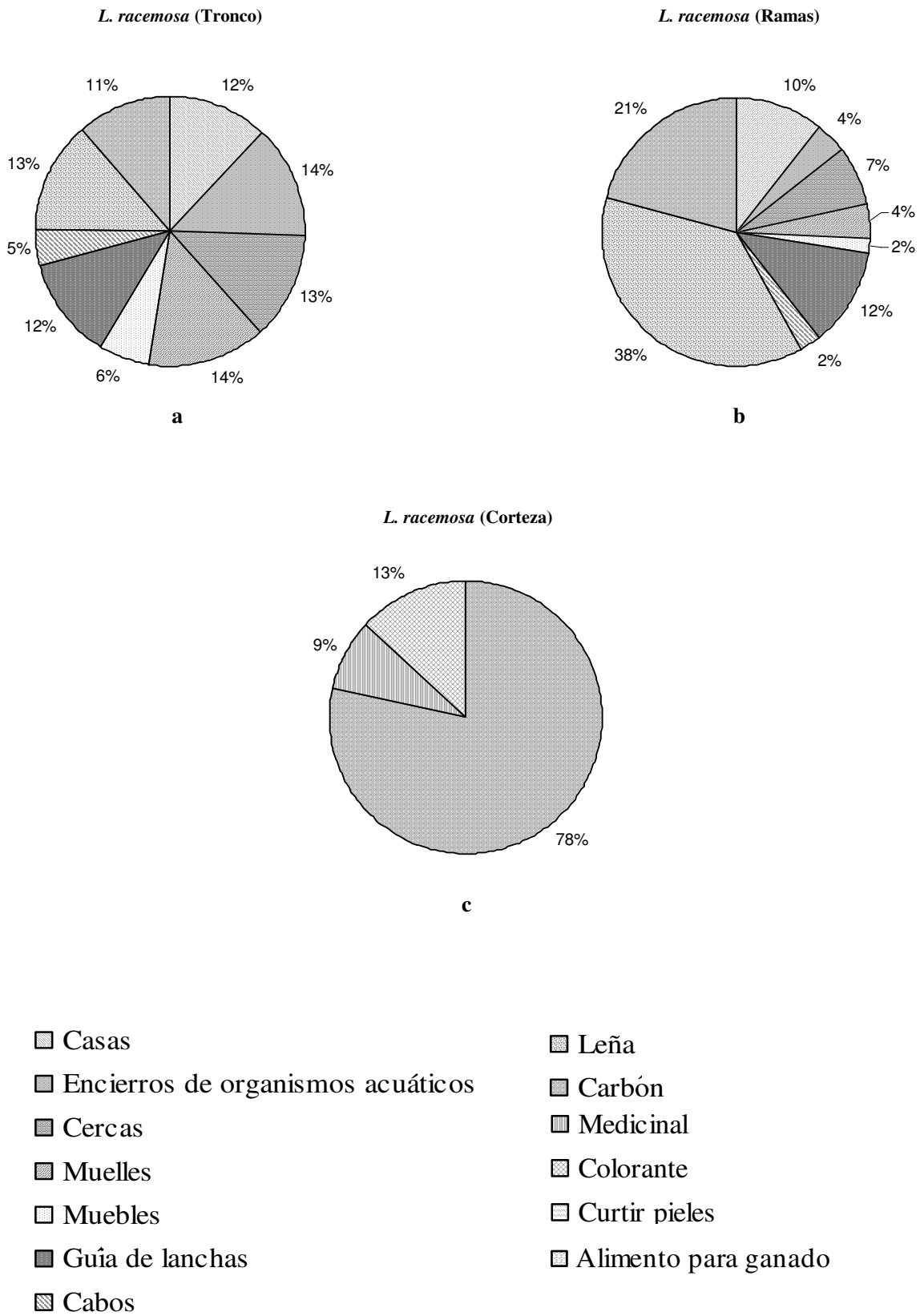


Figura 25. Usos y estructuras de *L. racemosa*

7.3.3 Opinión personal de los pobladores locales

De acuerdo a la opinión de los entrevistados, las causas principales por la que los habitantes utilizan el manglar como fuente de recursos económicos es por la poca pesca y el rápido acceso que tiene al recurso, mientras que dentro de las causas menores según los entrevistados es por la baja presencia de ganado. Hay un porcentaje de personas que opinaron que la utilización del manglar es por tradición (Fig. 26).

Por otra parte, para el 94.9 % de los entrevistados, los manglares son *Muy Importantes e Importantes*, debido a que les brindan recursos como leña, carbón, material para construcción, etc., al igual que servicios como oxigenación, hábitat para los organismos que capturan, sombra y belleza. El 86.4 % de los entrevistados respondieron obtener beneficios de los manglares relacionados con estos servicios, mientras que las desventajas que mencionaron era la presencia de moscos y víboras. El 96.6 % opinó que era importante mantener los manglares.

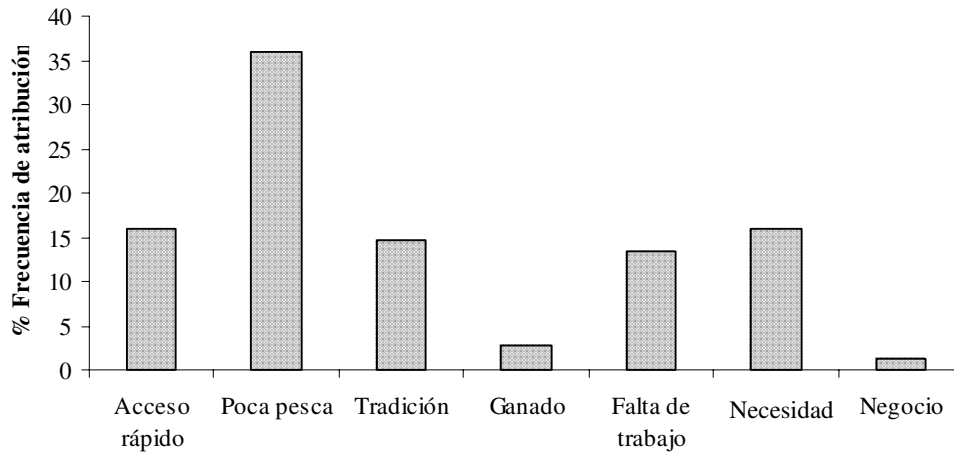


Figura 26. Causas que favorecen el uso de manglar

Por último, el 56.6 % de los entrevistados conocían o sabían de apoyos gubernamentales para la protección o aprovechamiento de los manglares, sin embargo muchos de ellos comentaron no ser propietarios de las tierras, ya que en algunas ocasiones tan solo se dedicaban a cuidar terrenos de propietarios que radicaban en otras zonas de Veracruz, como Jalapa o el Puerto. De las personas que conocían algún tipo de apoyo se referían principalmente al establecimiento de viveros, ejemplificando a partir de un vivero que se encuentra sobre el Río Acula. Cabe mencionar que en una visita que

realizamos a dicho vivero sin previo aviso, no hubo quien nos atendiera, además de que las instalaciones no se encontraban en las mejores condiciones.

8. Discusión

8.1 Estructura vegetal de la comunidad de manglar

La estructura de la comunidad de manglar en el SLAV fue dominada por *A. germinans*, posiblemente debido a que el tipo fisonómico de bosque de manglar que más se presentó en el área de estudio fue de cuenca. En otros estudios se ha documentado que puede existir una relación entre el tipo fisonómico de bosque de manglar y las especies que se establecen. Por ejemplo Thom (1967), identificó que algunas áreas de tipo cuenca en la planicie deltaica de Tabasco eran dominadas por *A. germinans*, ya fuese como bosques monoespecíficos o mezclada con otras especies de manglar. Por otra parte Pool *et al.*, (1977), identificaron que para algunos sitios en Marismas Nacionales, México, los bosques de manglar de tipo cuenca eran dominados por *A. germinans*.

De la misma manera en Arroyo Seco, Jalisco México, Méndez-Linares *et al.*, (2007), identificaron bosques de manglar de tipo cuenca, en el que se establecían bosques monoespecíficos de *A. germinans*, al igual que bosques con *L. racemosa-R. mangle-A. germinans*.

Los bosques de tipo cuenca se desarrollan tierra adentro, detrás de los bosques ribereños o de borde, se caracterizan por ser áreas deprimidas o de poco relieve, donde la renovación de las aguas es más lenta, provocando a su vez que no haya una renovación constante de nutrientes, sales y gases (Lugo and Snedaker, 1974). *A. germinans* es una de las especies de manglar que puede desarrollarse en éstas condiciones, debido a la presencia de pneumatóforos que le permiten el intercambio gaseoso y de nutrientes con el medio (Tomlinson, 1986), además de su sistema de secreción de sales, con el que puede soportar concentraciones de salinidad superiores a 90 ppm (Cintrón y Shaeffer-Novelli, 1983).

Dentro de las características biológicas de *A. germinans*, se sabe que es una de las especies de manglar que para establecerse requiere de baja marea o de poca influencia mareal (Rabinowitz, 1978b), de manera que los bosques de tipo cuenca al estar sujetos a poca actividad mareal, son áreas idóneas para el establecimiento de sus semillas y plántulas (Cintrón y Shaeffer-Novelli, 1983).

L. racemosa fue la segunda especie de manglar dominante en el SLAV, posiblemente a que en los bosques de tipo cuenca esta especie también puede establecerse y desarrollarse porque cuenta con las adaptaciones fisiológicas necesarias (sistema de secreción de sales y pneumatóforos) (Tomlinson, 1986). Sin embargo

considerando que la especie presentó el segundo mayor número de individuos y la menor área basal de las especies de mangle, estas condiciones podrían deberse a las consecuencias del uso de la especie por parte de los pobladores locales (Ver más adelante presente estudio).

Por otra parte, *R. mangle* fue la especie que se presentó principalmente en el tipo fisonómico de manglar ribereño, es decir en las orillas de los canales, ríos y lagunas, en áreas sujetas a una mayor dinámica hidrológica (mareal o epícontinental), con constantes inundaciones, donde el suelo es más inestable (Lugo and Snedaker, 1974; Cintrón y Shaeffer-Novelli, 1983); sin embargo debido a que la especie presenta raíces aéreas que le permiten soporte e intercambio de gases, ésta puede desarrollarse en dichas áreas (Tomlinson, 1986).

En lo que respecta a las variables estructurales de la comunidad de manglar en el SLAV, la densidad total fue menor comparada con manglares de la Bahía de Tampa en Florida, Estados Unidos, y Barra de Navidad en Jalisco, México (Tabla 12). Por el contrario el área basal fue mayor que en sitios como El Verde Sinaloa, e incluso Barra de Navidad y Tampa, Florida (Tabla 12).

La estructura de la comunidad de manglar en el SLAV fue diferente a otros sitios, considerando que los tipos fisonómico de bosques de manglar fueron similares a los encontrados en Alvarado Veracruz (manglares de tipo cuenca y manglares ribereños) (Tabla 12). De manera que a pesar de presentarse tipos de bosques similares, se considera que puede haber una serie de factores ambientales, fisicoquímicos y antrópicos, que influyen en las variables estructurales de las comunidades de manglar (Pool *et al.*, 1977; Cintrón y Shaeffer-Novelli, 1983; Tomlinson, 1986).

Por ejemplo, dentro de los factores ambientales la temperatura y la precipitación tienen una influencia importante en la estructura de los manglares, ya que en zonas calido-húmedas o subhúmedas con abundantes lluvias en verano, se desarrollan los manglares más altos, densos y con mayor diversidad florística, mientras que en regiones subtropicales-áridas, los manglares llegan a ser bajos, dispersos y esporádicos (Duke *et al.*, 1998). La zona de manglares del SLAV de acuerdo a sus características climáticas (García y CONABIO, 1998), puede considerarse como cálido húmeda (Blasco, 1984).

Dentro de los factores de origen antrópico que pueden influir en la estructura de los manglares, se encuentra la extracción de recursos maderables para uso local. Walters (2005) ha demostrado que esta actividad influye en la estructura del manglar, afectando principalmente las densidades, áreas basales y alturas de los individuos. En el SLAV se

extraen recursos maderables y no maderables por las poblaciones locales, de manera que posiblemente esta actividad pueda estar influyendo en la estructura de los manglares, principalmente en la especie *L. racemosa*.

Comparando los resultados obtenidos en el presente estudio con otros realizados en el SLAV en años anteriores (Rodríguez-Zúñiga, 2002 y Domínguez-Machín, 2005), se puede notar que existen diferencias en las variables, obteniendo en el presente estudio los valores más bajos para la densidad y el área basal (Tabla 12).

Las diferencias en las variables pueden deberse a cambios en la estructura durante el transcurso del tiempo, debido a que las comunidades de manglar son muy dinámicas (Panapitukkul *et al.*, 1998; Duarte *et al.*, 1999), el tipo de muestreo y el sitio muestreado. Por ejemplo, el dato generado por Rodríguez-Zúñiga (2002), se obtuvo hace 6 años a partir de muestreos con transectos tipo Gentry modificados (500 m de largo por 1 m de ancho); mientras que el estudio realizado por Domínguez-Machín (2005), sólo se hizo en una porción de la Isla Pajarillos.

Para el caso de la altura de los árboles, los datos del presente estudio aproximadamente coinciden con uno de los datos generados por Domínguez-Machín en el 2005, mientras que con los datos de Rodríguez-Zúñiga (2002) se presenta una diferencia aproximada de más de 2.5 metros (Tabla 12). Esta diferencia puede deberse a los instrumentos empleados para obtener la medición y al grado de la precisión en la observación (Cintrón and Schaeffer-Novelli, 1984).

Tabla. 12. Características estructurales de diferentes sitios con manglar

Sitios (Tipo de bosque de manglar)	Densidad (árboles/ha)	Área basal (m ² /ha)	Altura (m)	Autor
Barra de Navidad (Cuenca y Borde)	2029	14	4.9	Flores-Verdugo <i>et al.</i> , 1992
El Verde, Sinaloa (Ribereño)	1430	11.9	7	Flores-Verdugo <i>et al.</i> , 1992
Florida (Ribereño)	4000	38.5	2.17	Pool <i>et al.</i> , 1977
Florida (Cuenca)	5900	20.3	6.5	Pool <i>et al.</i> , 1977
- Alvarado, Veracruz				
Alvarado	956	30.42	7.2	Rodríguez-Zúñiga, 2002
Alvarado F1*	1720	28.4	9.3	Domínguez-Machín, 2005
Alvarado F2*	1160	28.37	11.9	Domínguez-Machín, 2005
Alvarado (Cuenca y Ribereño)	590.8	22.8	10.1	Presente estudio (2008)

*En ese estudio se analizaron dos fragmentos de manglar presentes en la Isla Pajarillos

8.1.1 Categorías de altura y diamétricas por especie

La altura y el diámetro de los árboles son variables de crecimiento, para el caso de los manglares que son organismos donde después del proceso de lignificación es complicado calcular la edad de sus árboles (Duke and Pinzón, 1992; Duarte *et al.*, 1999), estas dos variables son útiles para tener una idea del estadio de desarrollo en el que se encuentra un árbol respecto a otro.

El hecho de que *A. germinans* fuera la especie con los individuos más altos y con mayores diámetros, se relaciona con la dominancia que presentó en la estructura de la comunidad. Sin embargo para *L. racemosa* que agrupó a los individuos con las alturas y con los diámetros más bajos, la situación pueda ser consecuencia de los usos locales que se le dan a esta especie en el SLAV.

Por ejemplo *L. racemosa* es una de las especies preferidas para la construcción de cercas, guías de lanchas y herramientas, los árboles preferidos de la especie son aquéllos que presentan diámetros aproximados a los 12 cm. La situación observada tanto en la categoría de 9.1 a 11 metros de altura y de 10.1 a 14 cm en los diámetros (Fig. 4 y 5), podría sugerir que los árboles de *L. racemosa* en el SLAV con estas características, son los más impactados por los cortes a pequeña escala.

En las Filipinas, Walters (2005) ha documentado que las especies sujetas a extracción local, agrupan a los individuos con las alturas más bajas y con diámetros más pequeños, en comparación con el resto de las especies que llegan a conformar las comunidades de manglar. Esta misma condición (alturas y diámetros menores para una especie), favorece que haya una mayor densidad y frecuencia de sus individuos que no lleguen a su máximo de desarrollo, y por lo tanto sus áreas basales sean menores que el resto de las especies.

8.1.2 Comunidad de manglar por sitios de muestreo

En lo que respecta al análisis de las variables de altura y diámetros a la altura del pecho por sitios de muestreo, la condición por sitio fue muy similar para ambas variables de crecimiento.

En la Figura 14 puede observarse que los sitios 9 y 10 donde se presentaron los individuos más altos con mayores diámetros, se ubican frente al puerto de Alvarado Veracruz y la bocana de comunicación con el mar. Esta área está completamente cubierta por vegetación de manglar, y la marea tiene mayor influencia que en otros

sitios, aunado a que es la parte final donde el Río Papaloapan descarga sus aguas. Por tal motivo, la presencia de árboles de manglar altos y con diámetros desarrollados, puede deberse a que el área presenta una afluencia constante de agua salina y epicontinental, lo que a su vez permite que haya un recambio constante de nutrientes y gases, condiciones que favorecen el desarrollo de los manglares (Tomlinson, 1986; Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). Por otra parte, éstos podrían ser algunos de los sitios que no se encuentran muy sujetos a la extracción de madera o al cambio en las coberturas del suelo, principalmente por dos factores a) no hay asentamientos humanos cerca, y b) es una de las áreas de manglar que más está expuesta a la observación de pobladores, turistas y autoridades.

Por el contrario los sitios 1, 2 y 3 donde se presentaron los individuos con alturas y diámetros menores, dominados en densidad por *L. racemosa*, se ubicaron cerca de la laguna de Santecomapan, entre los afluentes de los ríos Acula y Limón. Por su ubicación estos sitios pueden estar más influenciados por agua dulce, de manera que en estas áreas el factor excluyente de otras especies diferentes al mangle (la salinidad), debe de ser menor, lo que puede favorecer la competencia de otras especies por el espacio que ocupan los manglares, influyendo en el crecimiento de los árboles (Duke *et al.*, 1998).

Por otra parte, también en estos últimos tres sitios los asentamientos humanos son más frecuentes, lo que podría sugerir que dichas áreas pueden estar más sujetas a la extracción de árboles, y la estructura que se observó en el muestreo pudo ser consecuencia de una recuperación del bosque, por lo que los individuos aun no habían alcanzado su mayor crecimiento. El hecho de que estos sitios se ubicaran cerca de asentamientos humanos, también pudo favorecer que el acceso a los recursos maderables por parte de los pobladores fuese más rápido y eficiente, sin la necesidad de realizar gastos como en lancha, motores y gasolina, gastos que posiblemente se tendrían que realizar al ir a extraer árboles a zonas más alejadas.

8.2 Cobertura de la comunidad de manglar y cambios en las coberturas del suelo

8.2.1 Clasificación supervisada

La exactitud obtenida en la clasificación supervisada del mosaico de imágenes SPOT fue moderada, de acuerdo a lo sugerido por Landis and Koch (1977), ya que valores de Kappa mayores a 0.8 representan un gran acuerdo entre los datos de referencia y los datos obtenidos de un proceso de clasificación, valores entre 0.4 a 0.8

indican un acuerdo moderado entre ambos datos, y valores menores a 0.4 indican un acuerdo deficiente. También para el coeficiente de Kappa otros autores sugieren que valores mayores o iguales a 0.75, muestran de muy buen a excelente ejecución en la clasificación, mientras que valores menores a 0.4 muestran una ejecución pobre (Mather, 2004).

En comparación con otros trabajos realizados en el país, la exactitud total de la clasificación en el presente estudio (78.4 %, coeficiente de Kappa de 0.72), fue mayor que la obtenida por Berlanga-Robles and Ruiz-Luna en el 2002, en un trabajo similar realizado en el Sistema Majahual, Sinaloa, donde clasificaron 5 coberturas del terreno incluidas los manglares, las marismas, bosque seco, vegetación secundaria y agricultura. La exactitud total del análisis fue de 70 % con coeficiente de Kappa de 0.61 (Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2002).

Sin embargo también la exactitud total y el coeficiente de Kappa del presente estudio, fueron menores comparados con otros trabajos realizados en la zona Noroeste del país, donde los objetivos principales era la identificación de cambios en humedales costeros (Ruiz-Luna and Berlanga-Robles, 1999; Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2006). En los trabajos mencionados se obtuvo una exactitud mayor al 80 %.

Una de las diferencias entre los trabajos realizados en el Noroeste del país, y el actual realizado en el SLAV, fueron los esquemas de clasificación, en ambos estudios la cobertura constante fue la de manglar, sin embargo para la zona del pacífico se presentaron las coberturas de agricultura y granjas camaronícolas (Ruiz-Luna and Berlanga-Robles, 1999; Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2002; Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2006), ambas no registradas para la zona del SLAV. Por el contrario en el SLAV se presentó la cobertura de pastizal, no registrada para las áreas del Pacífico Mexicano.

Para la cobertura de manglar en el SLAV no fue posible discernir los tipos de asociaciones entre las especies de mangle, como en el estudio realizado por Ramírez-García *et al.*, (1998), donde emplearon imágenes Landsat TM para identificar zonas donde se sólo se encontraba *L. racemosa* o *A. germinans* como especies dominantes. El hecho de que en el presente estudio no se hayan identificado asociaciones en los manglares, se puede relacionar con el tipo de imágenes de satélite empleadas, ya que la resolución espectral de las imágenes SPOT es menor que la resolución espectral de las imágenes Landsat TM utilizadas en el estudio de Ramírez-García *et al.*, 1998, lo cual pudo complicar el discernimiento entre asociaciones vegetales (Gao, 1999).

En general la cobertura manglar fue una de las mejores clasificadas, debido a que se contó con un mayor número de datos de referencia en campo, además de que su respuesta espectral fue diferente al resto de las coberturas del terreno en el SLAV. Por el contrario la cobertura de zona inundable fue la más complicada para clasificar, ya que al estar compuesta por vegetación hidrófita, su respuesta espectral era muy similar a las coberturas de pastizal, provocando que algunas áreas de zona inundable fueran omitidas al ser confundidas por pastizales.

8.2.2 Cambio en coberturas del suelo y análisis multitemporal pos-clasificatorio

La ganadería es el conjunto de actividades relacionadas con la reproducción, alimentación, manejo y sanidad de los animales, para el aprovechamiento de su carne, leche, huevo, piel o para el trabajo (INEGI, 2006). En el Golfo de México ésta ha sido una de las actividades que más ha modificado el entorno de los humedales costeros, afectando principalmente coberturas naturales como los manglares (Moreno-Casasola *et al.*, 2002; Rodríguez-Zúñiga, 2002).

La ganadería afecta de diferentes formas la cobertura de manglar, desde un cambio directo de uso de suelo hasta el ramoneo o pastoreo que se realiza dentro de los manglares. Este ramoneo se ha identificado que para otras coberturas de bosques como mesófilo de montaña, provoca pérdidas en follaje y afecta la regeneración por pisoteo de plántulas y organismos juveniles, además de que hay incrementos en la compactación del suelo (Toledo-Aceves, 2008).

Para la zona del SLAV, datos obtenidos de INEGI entre 1995 a 2006, mencionan que no ha aumentado el número de cabezas de ganado y ni la superficie dedicada a la ganadería en el Municipio de Alvarado (Gobierno del Estado de Veracruz e INEGI, 1995 y 2006), sin embargo en el presente análisis de coberturas de 1973 a 2006, sí se presentaron incrementos de las áreas confinadas a pastizal. Por lo que sería recomendable analizar una fecha intermedia entre 1973 y 2006, para identificar el momento en que aumentaron estas áreas.

En la actualidad, los ganaderos del SLAV utilizan áreas de manglar y de otro tipo de vegetación para hacer un cambio de uso de suelo. Por ejemplo en áreas de manglar lo que realizan no es desmontar por completo toda una zona, sino que comienzan con aplicarles sustancias químicas al xilema de los árboles para que éstos vayan secándose, con la finalidad de que mientras el árbol muere, su sistema de raíces le proporcione soporte al suelo y el ganado no se hunda (Com. pers. Pobladores locales,

2007). La firma espectral de áreas con árboles de manglar bajo estas condiciones fue idéntica a la de pastizal.

A pesar de que la cobertura de manglar se vio afectada por el incremento de zonas de pastizal, también ésta ganó algunas hectáreas a otras coberturas, incluso a los propios pastizales, lo que muestra un claro proceso de dinámica de crecimiento de la comunidad vegetal. En particular, el hecho de que la vegetación de manglar haya ganado cobertura a los pastizales, pudo ser debido al abandono de las áreas y a la migración constante de semillas y plántulas, ya que por ejemplo se ha reportado que plántulas de *L. racemosa* se establecen en sitios con abundante luz (Rabinowitz, 1978 y 1978b), además de que también pueden ser organismos “pioneros” en áreas que han sido sometidas algún tipo de impacto (Bendfiel *et al.*, 2005).

La cobertura de manglar en el SLAV durante el periodo de estudio fue afectada principalmente por el crecimiento de las zonas de pastizal. En otras áreas como Golfo de Fonseca, Honduras, se ha reportado que la mayor afectación de coberturas naturales como manglares, ha sido por el desarrollo de granjas camaronícolas (Dewalt *et al.*, 1996). Dewalt *et al.*, (1996), reporta que la afectación de manglar no es por la construcción directa de las granjas sobre los manglares, si no principalmente por las modificaciones en el flujo hidrológico y por la eutrofización del agua.

En el SLAV no hay un desarrollo de granjas camaronícolas, a pesar de considerarse como una de las regiones pesqueras con mayor importancia en el estado (Moreno-Casasola *et al.*, 2002). Lo que es posible encontrar son encierros rústicos de organismos acuáticos como peces, crustáceos y moluscos (Portilla-Ochoa *et al.*, 2005), lo que puede identificarse según la FAO como acuicultura rural, donde se cultivan organismos acuáticos por familias o comunidades de cultivadores de pequeña escala, generalmente con tecnologías de producción de bajo costo, adecuada a los recursos de que disponen. A veces el término se usa como sinónimo de subsistencia (FAO, 2008).

En el Noroeste del país donde se han realizado estudios de cambios de coberturas del suelo, se ha detectado que el establecimiento de la agricultura y las modificaciones hidrológicas (variaciones en las entradas de agua epicontinental y aperturas temporales al mar), han favorecido la pérdida de manglares y selvas secas (Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2002; Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2006). También el crecimiento de comunidades rurales ha afectado áreas que eran cubiertas por selvas secas y manglares (Ruiz-Luna y Berlanga-Robles, 1999).

En la boca del Río Santiago Nayarit, Ramírez-García *et al.*, (1998), reportan pérdidas de más del 30% de cobertura de manglar por el incremento de zonas de pastizal, aunado al uso de troncos por la industria tabacalera. En esta zona del Pacífico mexicano se presentó una situación similar a la encontrada en Alvarado, ya que la pérdida de manglar en el SLAV durante el periodo de estudio fue de alrededor del 30 %, debido igualmente al crecimiento de pastizal.

En general en el Golfo de México la pérdida de cobertura de manglar principalmente se ha dado por el crecimiento de pastizales, según comentarios recabados del “2° Taller de consulta para el programa de monitoreo de los manglares de México”, realizado en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2007). El caso del SLAV corrobora ésta información.

Por otra parte, la tasa de deforestación evaluada en el presente estudio para la cobertura de manglar, es menor que la reportada por la FAO a nivel mundial, durante los periodos de 1980-1990 (2 %), y 1990-2000 (1.1%) (FAO, 2003). Esta misma organización informan que la tasa de deforestación de manglares en México durante el periodo de 1990 al 2000, en promedio fue de 2.4 % (FAO, 2003).

Según estimaciones del Instituto Nacional de Ecología, la tasa promedio de deforestación anual de manglares para México es de 1.1 % (INE, 2005). Comparando el dato obtenido en el presente estudio con el estimado por el INE en el 2005, la tasa de deforestación es muy similar, sin embargo cabe mencionar que la estimación del INE fue obtenida a partir de algunos trabajos de cambios en coberturas del suelo realizados principalmente en el Noroeste de México. Por lo que nos puede indicar que la dinámica de deforestación de la cobertura manglar a nivel nacional es diferente y puede depender de diferentes factores como aumento de la ganadería, zonas agrícolas o granjas camaronícolas.

La tasa de deforestación evaluada en el SLAV es mayor que en otras áreas del país, como el Sistema de Majahual Sinaloa con 0.2 % (Berlanga-Robles and Ruiz-Luna, 2002) y el Sistema Estuarino de San Blas con el mismo porcentaje (Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2006). Sin embargo en general es menor que la estimada para los manglares del estado de Veracruz, ya que ésta según datos obtenidos de análisis multitemporales a fotografías aéreas y cartografía del INEGI, puede fluctuar entre 1.12 % y 9.63 % (Moreno-Casasola *et al.*, 2002).

Por otra parte, la tasa de deforestación anual obtenida para los manglares del SLAV por Rodríguez-Zúñiga en el 2002, fue de 1.56 %, es decir 0.52 % mayor que la

reportada en este trabajo. Es posible que las diferencias en las estimaciones, se deban a los cambios en coberturas que se han presentado en los últimos años, ya que por ejemplo en el año 2000 fecha en la que fue evaluada la cobertura de manglar por Rodríguez-Zúñiga, la Isla Pajarillos estaba desmontada, mientras que para el año 2006 fecha de la presente evaluación, la isla de nuevo ya estaba cubierta por manglar (Fig. 14). También las diferencias pueden deberse a la escala de las fuentes utilizadas en ambos trabajos.

Otra cobertura que presentó pérdidas durante el periodo de estudio fue el agua. Las hectáreas perdidas de agua fueron ganadas por coberturas de pastizal y manglar, lo que habla de procesos de acreción de sedimentos y asolvamiento de los cuerpos de agua (Panapitukkul *et al.*, 1998; Thampanya *et al.*, 2002). A éste respecto en otras partes del mundo se ha documentado que la acreción de sedimentos de las partes altas hacia las áreas de manglar provoca la muerte de árboles (Blasco *et al.*, 1996), sin embargo también favorece el establecimiento de plántulas y semillas de manglar en dichos sitios (Panapitukkul *et al.*, 1998).

8.3 Usos y conocimientos de los pobladores locales del SLAV sobre las especies de manglar

La principal actividad laboral identificada fue la pesca, actividad que en el SLAV se ha visto afectada por el aumento de gente que se dedica a ella sin previa organización, utilizando algunas veces artes de pesca prohibidas (Portilla Ochoa *et al.*, 2005). Como principal actividad alternativa se identificó la ganadería. Varios pobladores comentaron que se dedicaban a actividades alternativas a la pesca, debido a que la cantidad de organismos que extraían de la laguna ya no eran suficientes para sustentar a sus familias.

El hecho de que la ganadería se identifique como la segunda actividad principal en el SLAV, pudiera estar relacionada con el incremento de áreas de pastizal identificado en el análisis de cambios en las coberturas del suelo (1973-2006) (Ver sección anterior).

8.3.1 Conocimiento e identificación de cambio espacial y estructural de la comunidad de manglar

Los pobladores del SLAV identificaron que la extensión de los manglares ha aumentado, al igual que la composición se ha ido modificando, principalmente en áreas

que han sufrido algún tipo de impacto. De acuerdo a las observaciones de los entrevistados, la especie que ha aumentado su extensión y que coloniza con mayor facilidad zonas impactadas (como áreas de pastizal) es *L. racemosa*, debido principalmente a la capacidad de dispersión de su semilla.

El hecho de que los pobladores perciban que *L. racemosa* tiene una mayor dispersión y capacidad de desarrollo que el resto de las especies de manglar, puede ser debido que cuando los pobladores van a realizar cortes al “Monte”, los troncos que obtienen pueden ser de cualquiera de las especies de manglar, sin embargo en las áreas cortadas quedan claros de vegetación, que son áreas despejadas y con incidencia de luz, donde puede volver a establecerse semillas y plántulas de manglar (Pinzón *et al.*, 2003; Rabinowitz, 1978b).

Se ha documentado que en áreas que han sufrido algún tipo de impacto, una de las especies de manglar que se establece con mayor frecuencia es *L. racemosa* (Benfield *et al.*, 2005). Su establecimiento se debe a que la semilla después de desprenderse y flotar durante algún tiempo, se puede hundir y exhibir un crecimiento bajo el agua, lo cual no sucede por ejemplo con especies como *A. germinans*, la cual requiere de alrededor de 5 días de baja marea para establecerse (Rabinowitz, 1978b). Ambas especies requieren de abundante luz para su establecimiento y desarrollo en estadios tempranos, sin embargo *L. racemosa* presenta la ventaja de poder desarrollarse en zonas inundadas (Rabinowitz, 1978b). Esta situación puede provocar que los pobladores observen que en las zonas donde se corta el manglar, éste se pueda recuperar y la especie dominante llegue a ser *L. racemosa*.

En la comunidad de manglar de Alvarado Veracruz se presenta una situación que ha logrado ser percibida por los mismos habitantes del SLAV, y que ya ha sido documentada para otras áreas de manglar en el mundo, como las Filipinas (Walters, 2005), Micronesia (Pinzón *et al.*, 2003), Panamá (Bendfield *et al.*, 2005) y Belice (Feller and McKee, 1999). Ya que el mismo impacto que realizan los pobladores al extraer leña o madera de los bosques, incluso al hacer modificaciones en las coberturas y después descuidar estas áreas, provoca la aparición de huecos o de claros en el dosel, lo que se ha documentado favorece la regeneración de algunas especies de manglar (Walters, 2005; Pinzón *et al.*, 2003; Bendfiel *et al.*, 2005; Feller and McKee, 1999). A nivel teórico esta situación ya fue identificada como la Hipótesis del disturbio (Sheil and Burslem, 2003), la cual se refiere a que después de un disturbio se favorece la regeneración de organismos y especies, debido principalmente a que no hay

competencia directa por los recursos, de manera que éstos pueden ser empleados por las especies que tengan la capacidad de colonizar estos sitios (Sheil and Burslem, 2003).

Para el caso de los entrevistados que opinaron que la extensión de manglar ha disminuido, se lo atribuyeron principalmente al corte de árboles y al desmonte de terrenos para introducción de ganado. Es notorio que en el SLAV existen dos posturas respecto a la extensión de los manglares, ya que mientras que alrededor del 40 % de los entrevistados opinaron que la cobertura va en aumento, el 35.6 % opinaron que la cobertura de manglar ha disminuido. Esta diferencia puede estar relacionada con las áreas que frecuentan las personas y las actividades que realicen.

8.3.2 Usos de los árboles de manglar

A pesar de que la mayoría de los entrevistados identificaron los usos de los árboles de manglar, solo el 88.1 % reconoció utilizarlos, posiblemente a que muchos de ellos sabían que esta prohibido la utilización de los manglares. Cuando se realizaron las encuestas, varios de los entrevistados se mostraron un poco renuentes, preguntándose si íbamos de alguna dependencia gubernamental. Es totalmente comprensible la postura de los pobladores, por lo cual este trabajo no se debe considerar como una denuncia de los usos de los manglares, si no debe ser considerado como un trabajo donde se expone la importancia de esta comunidad vegetal para pobladores locales, la importancia adquirida a nivel social y la importancia de plantear un uso sustentable del recurso.

Los usos de los manglares por pobladores locales no debe ser condenada, si no que por el contrario debe ser considerada como una herramienta que da la pauta para desarrollar programas de uso sustentable de estos recursos, en este tipo de comunidades, donde al no existir alternativas laborales es muy importante y necesario considerar dicho manejo.

En general las especies de manglar más utilizadas son *L. racemosa* y *A. germinans*, para algunos usos son utilizadas sin distinción, sin embargo para otros si existen preferencias. *L. racemosa* es principalmente utilizada para estacas, cercas, encierros de organismos acuáticos y guías de lanchas, debido a que no se pudre fácilmente con el agua y es posible encontrar troncos de diámetros pequeños, aproximados a los 12 cm, que pueden ser utilizados directamente para los usos mencionados. Kovacs en Teacapan-Agua Brava Nayarit, México, reporta que la especie más utilizada es *L. racemosa*, precisamente para usos como galerías de tabaco, estacas, postes, tapos, cercas y paredes, debido a que los troncos de ésta especie son mas

pequeños que el de otras, por lo que su manejo es más factible y rápido, además de que no se pudren con el agua (Kovacs, 1999). También Hernández-Cornejo *et al.*, 2005 coinciden con estos usos para la misma especie en el Noroeste del país.

Por otra parte, a pesar de que *A. germinans* puede ser utilizada para los mismos usos que *L. racemosa*, el empleo de esta especie es un poco limitada, debido a que para ser utilizada en áreas que están expuestas al agua, lo que deben obtener los pobladores es el corazón del árbol, lo cual hace que el proceso sea más tardado y laborioso. Sin embargo a pesar de que *A. germinans* no es el árbol preferido para ser utilizado en postes, cercas, encierros de organismos acuáticos, guías de lanchas y muelles, si es la especie preferida para la fabricación de carbón y sus semillas como alimento de ganado.

En el Noroeste del país, Hernández-Cornejo *et al.*, (2005), reportan que todas las especies de manglar (*R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*), son utilizadas sin distinción por los pobladores como leña. Esta situación también se presenta en el SLAV, ya que en general las tres especies que se presentan (*R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*), se utilizan como leña en los hogares. Sin embargo por el contrario, en el Noroeste del país no se reporta la fabricación de carbón de mangle (Kovacs, 1999; Hernández-Cornejo *et al.*, 2005), situación que si observa en el SLAV.

En otras zonas del planeta también se reporta la fabricación de carbón a partir de manglares, por ejemplo en la costa Noreste de Haití, todas las especies de manglar son empleadas de forma intensiva para dicho uso (Aubé and Caron, 2001). Mientras que en Indonesia se reporta que desde 1887 los manglares son empleados como carbón, y en las Filipinas el carbón de mangle es usado como sustituto del petróleo (Bandaranayake, 1998).

En lo que respecta a *R. mangle* sus raíces son las más utilizadas para la realización de cabos de herramientas, principalmente de hachas y martillos. La identificación del uso de las raíces de *R. mangle* para cabo, no se había reportado en otros sitios del país donde se han realizado estudios similares (Kovacs, 1999; Hernández-Cornejo *et al.*, 2005). La corteza de *R. mangle* es la más utilizada como remedio medicinal y colorante, igual que como ha sido reportado en otros sitios del país como Teacapan-Agua Brava (Kovacs, 1999) y Navachiste-San Ignacio-Macapule (Hernández-Cornejo *et al.*, 2005). En el SLAV la corteza de *R. mangle* se prepara en infusiones para el tratamiento de dolor de garganta, diabetes y colesterol.

Los diversos usos que se les da a las especies de manglar en el SLAV, pueden estar relacionados con la densidad de las maderas, que empíricamente los pobladores

han descubierto a lo largo del tiempo. Por ejemplo según datos de densidad, *Rhizophora mangle* (0.95-1.20 peso anhidro/volumen) tiene una densidad mayor que *A. germinans* (0.95 peso anhidro/volumen) en condiciones de aire seco (Echenique-Manrique, 1970; Kribs, 1968), lo que significa que al presentar mayores densidades las durezas son mayores. Esta situación viene a relación con los usos de los árboles de manglar, ya que por ejemplo las raíces de *R. mangle* son usadas para cabos de herramientas debido a que son muy resistentes.

Por otra parte a pesar de que *A. germinans* tienen una densidad menor que *R. mangle*, cuando se extrae solo el xilema de los árboles y se permite secar por alrededor de 6 meses llega a ser muy pesada, dura y resistente a condiciones de humedad, lo que favorece que pueda ser empleada para diferentes usos, e incluso sea la preferida para la fabricación de muebles. La densidad de *L. racemosa* es considerada como moderada (0.71 peso anhidro/volumen) (Kribs, 1968), y por lo tanto menor que la del resto de las especies de manglar en Alvarado, por tal motivo es la especie menos empleada para cabos de herramientas o para fabricación de muebles, donde debido a las características de uso se requiere que la madera sea muy resistente.

Por otra parte, en lo que respecta al uso de los manglares para alimentar ganado, la especie más utilizada como pastura es *A. germinans*, principalmente sus semillas y hojas; Kovacs (1999) reporta que en algunas localidades de Teacapan-Agua Brava, también *A. germinans* es la especie preferida para alimentar ganado (Kovacs, 1999).

En el SLAV, *A. germinans* y *L. racemosa* son las especies dominantes de la comunidad vegetal de manglar, por lo que podría ser uno de los motivos por los cuales sean las más utilizadas. Con los datos de la estimación de la estructura vegetal y de las entrevistas, se puede observar lo siguiente: La frecuencia y la densidad de *L. racemosa* puede ser consecuencia de los usos que los pobladores le dan a la especie, ya que al cortar árboles favorecen la regeneración (Walters, 2005), además de que cuando se corta un árbol de *L. racemosa*, sobre el tronco pueden rebrotar diferentes ramas o tallos, debido a que la especie llega a presentar propagación vegetativa natural a partir de un tronco, por lo que no solo crece un nuevo individuo de *L. racemosa*, si no que rebrotan varias ramas (Elster and Perdomo, 1999). Bajo esta condición la densidad y la frecuencia de *L. racemosa* aumentan, no así su área basal.

Los pobladores del SLAV al realizar cortes de *L. racemosa* pueden favorecer su regeneración, además de que también pueden favorecer cambios en la estructura, ya que la especie es más densa y frecuente, pero con poca área basal, incluso no llega a

presentar demasiados individuos en alturas superiores a los 9 metros, y ni con diámetros a la altura del pecho mayores a los 14 cm.

Por otra parte, en más de un 50 % de los usos, la parte más utilizada es el tronco, lo cual indica que en ese mismo porcentaje estos usos son destructivos. El resto de las partes como ramas, raíces y corteza pueden llegar a recuperarse, siempre y cuando no se haya destruido por completo al individuo. Para usos como alimento de ganado, la utilización de las semillas también puede considerarse como destructiva, debido a que no se permite la regeneración de las especies, ni su establecimiento.

8.3.3 Opinión personal de los pobladores locales

La mayoría de los entrevistados opinaron que la principal causa por la que utilizan el manglar como fuente de recursos económicos, es por el decaimiento de la pesca en los últimos años, ya que a pesar de considerarse al SLAV como uno de los sitios pesqueros con mayor importancia a nivel estatal (Moreno-Casasola *et al.*, 2002), en fechas recientes la pesca artesanal se ha visto severamente afectada por factores como el aumento de personas dedicadas a la misma actividad, la sobreexplotación de los recursos y la pérdida de cobertura de manglar, que funge como refugio y hábitat para especies comerciales (Portilla-Ochoa *et al.*, 2005).

A éste último respecto la mayoría de las áreas del SLAV que se conformaban por individuos de *Rhizophora mangle* (especie en la que en sus raíces se llega a anidar organismos con importancia comercial como el camarón), han sido cortadas o directamente cambiadas a otras coberturas, por supuesto la consecuencia de estas actividades incrementa el decaimiento de la actividad pesquera en la zona, lo que necesariamente obliga a los pobladores a dedicarse a otras actividades para sustentar a sus familias, estableciéndose un círculo vicioso de deterioro ambiental y social, e incluso de migración hacia las colonias irregulares y/o periféricas de la Ciudad de Alvarado.

Para los pobladores del SLAV los manglares son muy importantes ya que les brindan diferentes servicios, sin embargo a pesar de que muchos de ellos identifican la importancia de esta comunidad vegetal, se ven en la necesidad de emplearlos para satisfacer sus necesidades más básicas. Desde este punto de vista el uso de los manglares podría estar relacionado con la falta de alternativas laborales en la zona.

9. Conclusiones

- La comunidad de manglar en el SLAV se conformó de cuatro especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. La especie con el mayor valor de importancia fue *A. germinans*, debido a que presentó las mayores densidades, frecuencias y áreas basales. La segunda especie dominante en la comunidad de manglar fue *L. racemosa*. *R. mangle* fue la especie de manglar menos representativa de la comunidad. La densidad total de la comunidad de manglar fue de 590.8 árboles/ha, con un área basal de 22.8 m²/ha, y una altura promedio de 10.1 metros.
 - La cobertura de la comunidad de manglar en el SLAV para el 2006, fue de 13,807 ha, 5,700 ha menos que las registradas para esa misma cobertura en el año de 1973. La tasa de deforestación para la vegetación de manglar durante el periodo de estudio fue de 1.04 % anual.
 - De 1973 al 2006, periodo de estudio en el que se evaluó los cambios en las coberturas del suelo en el SLAV, se registró que la cobertura de pastizal fue la que presentó un incremento mayor al 80% de la cobertura original en 1973, afectando principalmente a coberturas como otro tipo de vegetación y manglar. De las 19,507 ha de manglar en 1973, para el año 2006 24.2 % de esta cobertura fue convertido a pastizal (4,737 ha).
 - De acuerdo a la evaluación de cambios en las coberturas del suelo en el SLAV (1973-2006), el crecimiento de los pastizales fueron la principal causa de la pérdida de cobertura de manglar. Los sitios más afectados por el crecimiento de los pastizales se ubicaron sobre el Río Acula, y alrededor de las lagunas El embarcadero y El coyol.
 - Los pobladores locales del SLAV utilizan los árboles de manglar. Las especies registradas como las más utilizadas fueron *L. racemosa* y *A. germinans*. Para *L. racemosa* se registró que es empleada para usos de construcción de cercas, muelles, guías de lanchas y combustible (leña), mientras que *A. germinans* es empleada para algunos usos de construcción de casas, muebles, combustible (principalmente carbón) y alimento para ganado. Los troncos de *R. mangle* principalmente son utilizados en la construcción de casas, las raíces para la fabricación de cabos de herramienta y su corteza como colorante y en remedios medicinales.
-
-

- Los cambios en las coberturas del suelo principalmente el aumento de pastizales, afectan la estructura y la extensión de los manglares en el SLAV. Posiblemente también la extracción local de árboles esté afectando la estructura de la comunidad de manglar.

9.1 Sugerencias

Por último para disminuir la extracción local de árboles de manglar y la pérdida de cobertura de manglar por cambios en las coberturas del suelo en el área, podría tomarse en cuenta las siguientes sugerencias:

1. Manejo regulado de los usos de los árboles de manglar por las mismas comunidades locales. Posiblemente la implementación de áreas exclusivas para la extracción de individuos, y principalmente para satisfacer las necesidades básicas y de autoconsumo y áreas exclusivas de crecimiento y regeneración para su uso en 10 o 20 años.
2. Educación ambiental a pobladores para dar a conocer la importancia de los ecosistemas de manglar y otros recursos que se encuentran en la zona. Muchos pobladores han recibido talleres sobre la importancia que tienen estos humedales para la pesca, sin embargo estas actividades deberían hacerse más extensas. La institución que principalmente se ha encargado de realizar dichas actividades ha sido la Universidad Veracruzana.
3. Alternativas laborales a la actividad pesquera (Ejem. Pago por servicios ambientales y/o conservación de ecosistemas o comunidades vegetales como los manglares). Esta podría ser una de las alternativas más viables para controlar la pérdida de cobertura de manglar para la implementación de zonas de pastizal, ya que los dueños de hectáreas al ver que hay una motivación económica para el mantenimiento de sus áreas de manglar, posiblemente no tendrían la inquietud de realizar cambios de uso de suelo. Además de que el mantenimiento de la cobertura de manglares a su vez favorecería otras actividades, como la pesca.
4. Regulación del establecimiento de las poblaciones humanas a partir de ordenamientos ecológicos. Es riesgoso que poblaciones se establezcan en humedales, principalmente porque son áreas sujetas a inundaciones constantes.

En lo que respecta a la parte académica y de investigación, la principal propuesta es continuar o comenzar el monitoreo de los manglares no solo en Alvarado, Veracruz, sí

no también en otras zonas del país, ya que como bien se ha planteado, es una buena opción para conocer la respuesta de estas comunidades vegetales a diferentes factores (CONABIO 2008).

10. Referencias citadas

- Aubé, M. and Caron, L. 2001. The mangroves of the north coast of Haiti. *Wetlands Ecology and Management* 9:271-278.
 - Bandaranayake, W. M. 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. *Mangroves and Salt Marshes* 2:133-148.
 - Benfield, S. L., Guzman, H. M. and Mair, J. M. 2005. Temporal mangrove dynamics in relation to coastal development in Pacific Panama. *Journal of Environmental Management* 76:263–276.
 - Berlanga-Robles, C. A. and Ruiz-Luna, A. 2002. Land use mapping and change detection in the coastal zone of Northwest Mexico using remote sensing techniques. *Journal of Coastal Research* 3(18):514:522.
 - Berlanga-Robles, C. A. y Ruiz-Luna, A. 2006. Evaluación de cambios en el paisaje y sus efectos sobre los humedales costeros del sistema estuarino de San Blas, Nayarit (México) por medio de análisis de imágenes Landsat. *Ciencias Marinas* 32(3):523–538.
 - Blasco, F. 1984. Taxonomic consideration of the mangrove species. UNESCO. pp. 80-90. En: Snedaker, S. C. and Snedaker, J. G. 1984. *The mangrove ecosystem: research methods*. UNESCO. Bungay, Reino Unido. 251 pp.
 - Blasco, F.; Saenger, P. and Janodet, E. 1996. Mangroves as indicators of coastal change. *Catena* 27:167-178.
 - CEAGI. Cooperativa de Enseñanza y Aprendizaje Geográfico Integral. 2005. Consultado en: www.ceagi.org/portal/. Accesado en Octubre del 2005
 - Chuvieco, E. 2002. *Teledetección Ambiental*. Ariel Ciencia. Madrid, España. 586 pp.
 - Cintrón, G. y Schaeffer-Novelli, Y. 1983. *Introducción a la ecología del manglar*. Ed. Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay. 108 pp.
 - CNES 2004, 2005 y 2006. Imágenes SPOT 596-313, 595-321 y 595-313 producidas por Acerca-CONABIO bajo licencia de SPOT Image, S. A.
 - CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2007. “2° Taller de consulta para el programa de monitoreo de los manglares de México”. Ciudad de México. 3-4 de Septiembre de 2007.
-
-

- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Manglares de México. CONABIO. Distrito Federal, México. 35 pp.
 - Concepción-Aguilar, C. y Corbello-García, S. 2002. Diagnostico ambiental de la laguna de Alvarado Veracruz. Tesis Licenciado en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Tlalnepantla, Estado de México. 66 pp.
 - Congalton, R. and Green, K. 1999. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. CRC/Lewis Press, Boca Raton, Florida. 137 pp.
 - Contreras-Espinosa, 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. 415 pp.
 - Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Suttonkk, P. and van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* (387):253-260.
 - Cottam, G. and Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 30:101-104. En: Muller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. EUA. 547 pp.
 - Cox, M.; R. Johnstone y J. Robinson. 2002. Effects of coastal recreation on social aspects of human well-being. In proceedings of the coastal Zone Asia-Pacific. Conference: Improving the State of the Coastal Areas. Mayo 12 a 16 de Mayo 2002. ed. R. Chuenpagdee. Bangkok Tailandia.
 - Dahdouh-Guebas, F. y Koedam, N. 2006. Empirical estimate of the reliability of the use of the Point-Centred Quarter Method (PCQM): Solutions to ambiguous field situations and description of the PCQM+ protocol. *Forest Ecology and Management* 228:1–18.
 - Dahdouh-Guebas, F.; S. Collin; D. Lo Seen; P. Rönnbäck; D. Depommier; T. Ravishankar y N. Koedam. 2006. Analysing ethnobotanical and fishery-related importance of mangroves of the East-Godavari Delta (Andhra Pradesh, India) for conservation and management purposes. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2:1-24.
 - Daniel, W.W. 2002. Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud, 4ta. Limusa. México. 923 pp.
-
-

- Dawes, C., Siar, K. and Marlett, D. 1999. Mangrove structure, litter and macroalgal productivity in a northern-most forest of Florida. *Mangroves and Salt Marshes* 3:259-267.
 - De la Lanza-Espino G. y Lozano-Montes, H. 1999. Comparación fisicoquímica de las lagunas de Alvarado y Términos. *Hidrobiológica* 1(9):15-30.
 - Dewalt, B. E., Vergne, P. and Hardin, M. 1996. Shrimp aquaculture development and the environment: People, mangroves and fisheries on the Gulf of Fonseca, Honduras. *World Development* 7(24):1193-1208.
 - Domínguez-Machín, M. E. 2005. Comparación estructural de dos fragmentos de manglar del humedal de Alvarado, Veracruz, México. Trabajo recepcional para obtener diploma en especialización de dos métodos estadísticos. Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana. Jalapa, Veracruz. 47 pp.
 - Duarte, C.M.; U. Thampanya; J. Terrados; O. Geertz-Hansen and M. D. Fortes. 1999. The determination of age and growth of SE Asian mangrove seedlings from internodal counts. *Mangroves and Salt Marshes* 3:251-257.
 - Duke, N. C., Ball, M. C. and Ellison, J. 1998. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7:27-47.
 - Duke, N. C. and Pinzón, Z. 1992. Aging *Rhizophora* seedlings from leaf scar nodes: A technique for studying recruitment and growth in mangrove forests. *Biotropica* 24(2a):173-186.
 - Echenique-Manrique, R. 1970. Serie Maderas de México: 25 maderas tropicales mexicanas. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. D.F, México. 237 pp.
 - Elster, C. and Perdomo, L. 1999. Rooting and vegetative propagation in *Laguncularia racemosa*. *Aquatic Botany* 63:83-93.
 - Everitt, J. H. y Judd, F. W. 1989. Using remote sensing techniques to distinguish and monitor Black Mangrove (*Avicennia germinans*). *Journal of Coastal Research* 5(4):737-745
 - FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1996. Forest resources assessment 1990: Survey of tropical forest cover and study of change processes. FAO 130. Roma 154 pp. Consultado en:
-
-

- <http://www.fao.org/docrep/007/w0015e/w0015e00.htm>. Accesado el 4 de Noviembre del 2007.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003. Status and trends in mangrove area extent worldwide. In: Wilkie ML, Fortuna S, editors. Forest resources assessment. Working Paper No. 63. Forest Resources Division. Rome. En: Ruiz-Luna, A.; Acosta-Velázquez, J. and. Berlanga-Robles, C. A. 2007. On the reliability of the data of the extent of mangroves: A case study in Mexico. *Ocean & Coastal Management* doi:10.1016/j.ocecoaman. 2007.08.004.
 - FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. Global forest Resources Assessment 2005: Program towards sustainable forest management. FAO 147. Roma, Italia. 320 pp.
 - FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. The world's mangroves 1980-2005. FAO 153. Roma, Italia. 77 pp.
 - FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Departamento de pesca y acuicultura. Glosario de acuicultura. 2008. Consultado en: <http://www.fao.org/fi/glossary/aquaculture/default.asp>. Accesado el 25 de julio de 2008.
 - Feller, I. C. and McKee, K. L. 1999. Small gap creation in Belizean mangrove forests by a wood-boring insect. *Biotropica* 31(4):607-617. Roma, Italia. 77 pp.
 - Field, C. D. 1998. Rehabilitation of Mangrove Ecosystems: An Overview. *Marine Pollution Bulletin* 8-12(37):383-392.
 - Flores-Verdugo, F., González-Farías, F., Zamorano, D. S. and Ramírez-García, P. 1992. Mangrove ecosystems of the Pacific Coast of Mexico: Distribution, structure, litterfall, and detritus dynamics. *Coastal Plant Communities of Latin America*: 269-288.
 - Font-Quer, P. 1985. *Diccionario de Botánica*. Reimpr. 9na. Ed. Labor. España. 1244 pp.
 - Foth, H. D. 1958. *Fundamentals of soils science*, 6ta. Ed. John Wiley and Sons, E.U.A. 436 pp.
 - Gao, J. 1998. A ibrid method toward accurate mapping of mangroves in a marginal habitat from SPOT multispectral data. *Int. J. Remote Sensing* 10(19):1887-1899.
-
-

- Gao, J. 1999. A comparative study on spatial and spectral resolutions of satellite data in mapping mangrove forests. *Int. J. Remote Sensing* 14(20):2823-2833.
 - García, E. 1970. Los climas del estado de Veracruz (Según el sistema de clasificación climática de Köpen modificado por la autora). *An. Inst. Biol. Univ.Nal. Autón. México* 41. Serie Botánica (1):3-42.
 - García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1998). "Climas" (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
 - Geissert-Kientz, D. 1999. Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz. *Investigaciones Geográficas, Boletín* 40:23-47.
 - Gobierno del Estado de Veracruz e INEGI (Instituto Nacional de Geografía e Informática). 1995. Anuario estadístico del Estado de Veracruz. INEGI. Consultado en www.inegi.gob.mx. Accesado el 4 de abril de 2008.
 - Gobierno del Estado de Veracruz e INEGI (Instituto Nacional de Geografía e Informática). 2006. Anuario estadístico del Estado de Veracruz. INEGI. Consultado en www.inegi.gob.mx. Accesado el 4 de abril de 2008.
 - Green, E. P.; Mumby, P. J., Edwards, A. J., Clark, C. D. and Ellis, A. C. 1997. Estimating leaf area index of mangroves from satellite data. *Aquatic Botany* 58: 11-19.
 - Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J. and Ellis, A. C. 1998. Remote sensing techniques for mangrove mapping. *Int. J. Remote Sensing* 5(19):935-956.
 - Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J., Clark, C. D. and Ellis, A. C. 1998b. The Assessment of mangrove areas using High Resolution Multispectral Airborne Imagery. *Journal of Coastal Research* 14(2): 433-443.
 - Gregorich, E. G., Turchenek, L. W., Corter, M. R. and Angers, D. A. 2002. Soil and environmental science dictionary. CRC Press, Florida E. U. A. 577 pp.
 - Gunderson, L. 2001. Managing surprising ecosystems in southern Florida. *Ecological Economics* 37: 371–378.
 - Gutiérrez, C. y Zavala, C. 2001. Rasgos hidromórficos de suelos tropicales contaminados con hidrocarburos. *Terra* 20:101-111.
 - Hernández-Cornejo, R., Koedam, N., Ruiz-Luna, A., Troell, M. and Dahdouh-Guebas, F. 2005. Remote sensing and ethnobotanical assessment of the
-
-

- mangrove forest changes in the Navachiste-San Ignacio-Macapule lagoon complex, Sinaloa, Mexico. *Ecology and Society* 10(1): 16.
- Hogarth, P. J. 1999. *The biology of mangroves*. University of Oxford. New York, EUA. 228 pp.
 - INE. Instituto Nacional de Ecología. 2005. Evolución preliminar de las tasas de pérdida de superficies de manglar en México. Consultado en: www.ine.gob.mx. Accesado el 24 de agosto del 2006.
 - INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2000. Censo de población y vivienda 2000. Consultado en: www.inegi.gob.mx. Accesado en Febrero del 2008.
 - INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2005. Censo de población y vivienda 2005. Consultado en: www.inegi.gob.mx. Accesado en Febrero del 2008.
 - INEGI, Instituto Nacional de Estadística geografía e Informática. 2006. Metodología para la generación de directorios de productores en las asociaciones vinculadas con el sector agropecuario y forestal. Consultado en: http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/biblioteca/Default.asp?accion=1&upc=702825006460&s=est&c=5356. Accesado el 23 de julio de 2008.
 - Kathiresan, K. and Rajendran, N. 2005. Coastal mangrove forests mitigated tsunamis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65: 601-606.
 - Kovacs, J. M. 1999. Assessing mangrove use at the local scale. *Landscape and Urban Planning* 43:201-208.
 - Kovacs, J.M, F. Flores-Verdugo, J. Wang, L.P. Aspden. 2004. Estimating leaf area index of a degraded mangrove forest using high spatial resolution satellite data. *Aquatic Botany* 80:13–22.
 - Kribs, D. A. 1968. *Commercial foreign wood on the American market*. Dover Publications. New York, EUA. 241 pp.
 - Lacerda L. D. 2002. *Mangrove ecosystems: function and management*. Springer. Berlín, Alemania. 292 pp.
 - Lal, P. 2003. Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. *Ocean & Coastal Management* 46:823–844.
 - Landis, J. R. and Koch, G. G. 1977. The measurements of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159-174.
-
-

- Landsat Program. 2007. Consultado en: <http://landsat.gsfc.nasa.gov>. Accesado 27 de Octubre del 2007.
 - Lankford, R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. pp. 182-215 In M. Wiley (ed.) *Estuarine Processes*. Academic, New Cork.
 - Lugo, A. and Snedaker, S. C. 1974. The ecology of mangroves. *A. Rev. Ecol. And Syst.* 5:39-64.
 - Mather, P. M. 2004. *Computer processing of remotely-sensed images*. 3ra ed. John Wiley & Sons, Ltd. Gran Bretaña 324 pp.
 - McMillan, C. 1971. Environmental factors affecting seedling establishment of the black mangrove on the central Texas coast. *Ecology* 52:927-930.
 - Méndez-Linares, A. P., López-Portillo, J., Hernández-Santana, J. R., Ortiz-Pérez, M. A. and Oropeza-Orozco, O. 2007. The mangrove communities in the Arroyo Seco deltaic fan, Jalisco, Mexico, and their relation with the geomorphic and physical–geographic zonation. *Catena* 70:127–142
 - Moreno-Casasola, P., Rojas-Galaviz, J. L., Zárate-Lomelí, D., Ortiz-Pérez, M. A., Lara-Domínguez, A. L. y Saavedra-Vázquez, T. 2002. Diagnostico de los manglares de Veracruz: distribución, vínculo con los recursos pesqueros y su problemática. *Madera y Bosques Número especial*: 61-88.
 - Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. EUA. 547 pp.
 - Odum, W. E., McIvor, C. C. and Smith III, T. J. 1982. *The ecology of the mangroves of south Florida: a community profile*. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington, D.C. FWS/OBS-81/24. 144 pp.
 - Panapitukkul, N., Duarte, C. M., Thampanya, U., Kheowvongsri, P., Srichai, N., Geertz-Hansen, O., Terrados, J. and Boromthanarath, S. 1998. Mangrove colonization: Mangrove progression over the growing Pak Phanang (SE Thailand) Mud Flat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 47:51–61.
 - Pinzón, Z. S., Ewel, K. C. and Putz, F. E. 2003. Gap formation and forest regeneration in a Micronesian mangrove forest. *Journal of Tropical Ecology* 19:143-153.
 - Pool, D. J., Snedaker, S. C. and Lugo, A. E. 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica. *Biotropica* 9(3):195-212.
-
-

- Portilla-Ochoa, E. 2004. Establecimiento de unidades de gestión ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México: Base para su ordenamiento ecológico y social. Informe Académico, Enero-Octubre 2004. Universidad Veracruzana, Instituto de Investigaciones Biológicas. Área Biología de la Conservación. Elaborado para: North American Wetlands Conservation Council Convenio N. 98210-2-6440.
 - Portilla-Ochoa, E., Sánchez-Hernández, A., Juárez-Eusebio, A., Cortina-Julio, B. E. y Negrete-Guzmán, C. Y. 2005. Fortalecimiento de Capacidades Locales para la Conservación de las Humedales de Alvarado Veracruz México. Presentado en el Primer Congreso Internacional de Casos Exitosos de Desarrollo Sostenible del Trópico. 2 al 4 de Mayo del 2005, Boca del Río, Veracruz, México.
 - Rabinowitz, D. 1978. Mortality and Initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. *The Journal of Ecology* 1(66): 45-51.
 - Rabinowitz, D. 1978b. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica* 1(10): 47-57.
 - Ramírez-García, P., López-Blanco, J. and Ocaña, D. 1998. Mangrove vegetation assessment in the Santiago River mouth, Mexico, by means of supervised classification using Landsat TM Imagery. *Forest Ecology and Management* 105:217–229.
 - Ramsey, E. W., Nelson, G. A. and Sapkota, S. K. 2001. Coastal change analysis Program Implemented in Louisiana. *Journal of Coastal Research* 1(17):53-71.
 - Rodríguez-Zúñiga, T. 2002. Manglares del Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. México: Influencia de algunos procesos físicos, biológicos y antropogénicos, en su distribución y estructura. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM. D.F, México. 104 pp.
 - Rönnbäck, P. 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics* 29: 235-252.
 - Ruiz-Luna, A. y Berlanga-Robles, C. A. 1999. Modifications in coverage patterns and land use around the Huizache-Caimanero lagoon system, Sinaloa, Mexico: A multi-temporal analysis using LANDSAT images. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 49:37-44.
-
-

- Sabins F. F. 1996. Remote sensing principles and interpretation 3rd ed. W.H. Freeman and company. New Cork, EUA. 494 pp.
 - Saenger, P., Hegerl, E. J. and Davie, J. D. S. 1983. Global status of mangrove ecosystems. Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Lausanne, Suiza. 88 pp.
 - Sanjurjo-Rivera, E. y Welsh-Casas, S. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. Consultado en: Instituto Nacional de Ecología www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/460/manglares.html. Accesado en 22 de noviembre del 2005.
 - Schaeffer-Novelli, Y. y Cintrón, G. 1986. Guia para estudio de Áreas de Manguezal, Estructura, Função e Flora. Caribbean Ecological Research. Sao Paulo, Brazil. 150 pp.
 - Sistema Mareográfico Nacional. 2007. Consultado en: <http://www.mareografico.unam.mx>. Accesado en Septiembre del 2007.
 - Sheil, D. and Burslem, D. F. R. P. 2003. Disturbing hypotheses in tropical forests. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 1(18): 18-26.
 - Smith, A. H. and Berkes, F. 1993. Community-based use of mangrove resources in St. Lucia. *Int. J. Environ. Stud.* 43:123-131.
 - Snedaker, S. y Snedaker, J. G. 1984. The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO. Bungay, Reino Unido. 251 pp.
 - Soil Survey Staff. 1999. Keys to soil taxonomy. United States Department of Agriculture and Natural Resources. Conservation Service. Washington, DC.
 - SPOT Image. 2006. Consultado en: www.SPOTimage.fr. Accesado en Octubre del 2006.
 - Thampanya, U., Vermaat, J. E. and Terrados, J. 2002. The effect of increasing sediment accretion on the seedlings of three common Thai mangrove species. *Aquatic Botany* 74:315–325.
 - Thom, B. G. 1967. Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology: Tabasco, Mexico. *The Journal of Ecology* 2(55): 301-343.
 - Tomlinson, P. B. 1986. The botany of mangroves. Ed. Cambridge University. EUA. 413 pp.
-
-

- Torres-Hernández, L. y Smith-Portilla, M. A. 1998. Humedal de Alvarado: aspectos físicos regionales. En: Vázquez-Torres, M. 1998. Biodiversidad y Problemática en el Humedal de Alvarado Veracruz, México. Universidad Veracruzana. pp. 29-48.
 - Valdez-Hernández, J. I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. Madera y Bosques, Número Especial: 129-145.
 - Vargas-Maldonado, I. 1986. Estudios ecológicos básicos de las Lagunas costeras del Golfo de México. Estudio ecológico de la ictiofauna de la Laguna de Alvarado, Veracruz. Estructura de las comunidades de peces para las épocas de nortes y secas. Informe Técnico PCECBNA/UAM IZTAPALAPA/CONACYT. Tomado de: Reguero, M y García-Cubas, A. 1989. Moluscos de la Laguna de Alvarado, Veracruz: Sistemática y Ecología. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. En prensa.
 - Vázquez-Torres, M., Barney-Guillermo, H. y Torres-Hernández, L. 1998. Humedal de Alvarado: aspectos socioeconómicos. En: Vázquez-Torres, M. 1998. Biodiversidad y Problemática en el Humedal de Alvarado Veracruz, México. Universidad Veracruzana. pp. 49-124.
 - Vázquez-Torres, M. 1998. Biodiversidad y Problemática en el Humedal de Alvarado Veracruz, México. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 454 pp.
 - Vázquez-Torres, M. 1998b. Humedal de Alvarado: diversidad vegetal. En: Vázquez-Torres, M. 1998. Biodiversidad y Problemática en el Humedal de Alvarado Veracruz, México. Universidad Veracruzana. pp. 149-167.
 - Walsh, G. E. 1974. Mangroves: A review. Academic Press. En: Reimold, R. J. and Queen, W. H. 1974. Ecology of halophytes. Academic Press. New York, EUA. pp. 51-174.
 - Walters, B. B. 1997. Human ecological questions for tropical restoration: experiences from planting native upland trees and mangroves in the Philippines. Forestry Ecology and Management 99:275-290.
 - Walters, B. B. 2003. People and mangroves in the Philippines: fifty years of coastal environmental change. Environmental Conservation 30 (2): 293-303.
-
-

- Walters, B. B. 2005. Ecological effects of small-scale cutting of Philippine mangrove forests. *Forest Ecology and Management* 206:331–348.
- Walters, B. B., Sabogal, C., Snook, L. K. and de Almeida, E. 2005. Constraints and opportunities for better silvicultural practice in tropical forestry: an interdisciplinary approach. *Forest Ecology and Management* 209: 3–18.

11. Anexo

No.

Usos y conocimientos de los pobladores del SLAV sobre las especies de manglar

Fecha: _____

Comunidad: _____

1.- Nombre del entrevistado: _____

2.- Edad: _____

3.- ¿Desde hace cuanto tiempo vive aquí? _____

4.- ¿Cuál es su actividad laboral?

Principal: *Pescador, Ganadería, Agricultor, Manglero, Comerciante*

Otro: _____

Alternativa: *Pescador, Ganadería, Agricultor, Manglero, Comerciante*

Otro: _____

Conocimiento y percepción de cambio espacial y estructural de la comunidad de manglar

1.- ¿Qué entiende usted por manglar?

2.- ¿Qué árboles de manglar usted conoce?

a) *Prieto (Ag)*

b) *Blanco (Lr)*

c) *Colorado o Tinto (Rm)*

d) *Otro* _____

3.- ¿Durante el tiempo que tiene viviendo aquí ha notado algún cambio en la extensión de los manglares?

a) *No*

b) *Si* _____

¿A qué se lo atribuye?:

a) *Ganadería* b) *Agricultura* c) *Asentamientos* d) *Otro* _____

4.- ¿Durante el tiempo que tiene viviendo aquí ha notado algún cambio en la composición (tipos) de los manglares?

a) *No*

b) *Si* _____

¿A qué se lo atribuye?:

a) *Cambios en las temporadas de lluvias/secas*

b) *Drenados*

c) *Desvió de cauces*

d) *Extracción selectiva*

e) Otro _____

5.- ¿Conoce zonas ampliamente deforestadas donde antes había manglar y ahora no lo hay?

- a) No
- b) Si ¿Usted sabe si han vuelto a crecer los árboles? _____

6.- ¿Conoce zonas donde anteriormente no había manglar y ahora si lo hay?

- a) No
- b) Si ¿A que se lo atribuye? _____

Usos de los árboles de manglar

1.- ¿Usted sabe los usos que se les da a los árboles de manglar?

- a) No
- b) Si
- c) Algunos

2.- ¿Qué tan “**B** Bueno, **R** Regular o **M** Malo” es el mangle... *especie* para:

B: 3
R: 2
M:1

Usos	<i>R. mangle</i> (Rojo)	<i>A. germinans</i> (Prieto)	<i>L. racemosa</i> (Blanco)	Otro
Leña				
Construcción de casas				
Construcción de encierros de organismos acuáticos				
Construcción de cercas				
Construcción de muelles				
Construcción de muebles				
Guía de lanchas				
Cabos de herramientas				
Carbón				

Remedios medicinales								
Alimento para ganado								
Curtir pieles								
Colorantes								
Otro								
Otro								

4.- ¿Usted utiliza estos árboles?

a) Si

b) No

c) A veces

Opinión personal

1.- ¿Percibe cuales son las causas principales por lo que los habitantes de su comunidad utilizan el manglar como fuente de recursos económicos (falta de trabajo, poca pesca, tradición, facilidad, acceso rápido, etc)?

2.- ¿Qué tan importantes son los manglares para usted (Muy importantes, Importantes, Poco Importantes, Sin Importancia)?

3.- ¿Podría mencionar algunos beneficios y/o desventajas que obtiene de los manglares?

4.- ¿Creé que es importante mantenerlos? ¿Por qué?

5.- ¿Conoce o sabe de apoyos gubernamentales, ya sea para la protección y/o aprovechamiento de los manglares?

Gracias por su participación