

Figura 19. Distribución de las plántulas de *L. racemosa* para dos tiempos de evaluación en la transición con el ecotono terrestre la laguna La Costa, Tampico, México.

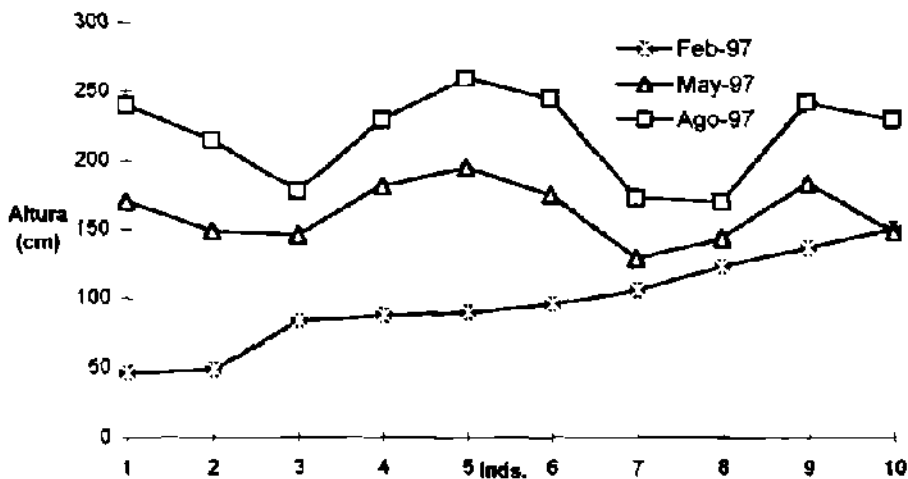


Figura 20. Cambios en la altura de un lote de plántulas de *L. racemosa* en la franja inmediata del manglar, para tres periodos de evaluación en la transición con el ecotono terrestre dominado por *Arundo donax*, en la laguna La Costa, Tampico, México.

En el ecotono terrestre se presentan condiciones que favorecen el reclutamiento de plántulas de *L. racemosa*. En el sitio La Costa (II) existe un complejo de vegetación conformado por hidrófitas, como *Arundo donax*, *Scirpus validus* y *Typha dominguensis*, además de pastizales inducidos, así como halófitas facultativas como *Distichlis spicata*, que forman un entramado vegetal que sirve como trampa a los propágulos de esta especie (Figura 19).

En este ecotono el reclutamiento genera franjas de *L. racemosa* altamente densas que pueden inicialmente alcanzar más de 70 ind.m<sup>-2</sup>, en áreas abiertas o deforestadas relativamente poco perturbadas. En éstas áreas se aprecia una relación inversa entre el reclutamiento y la altura, mostrando un crecimiento asimétrico intenso (Figura 20), especialmente donde se presentan manchones de *Arundo donax*, el cual actúa como una barrera de protección contra el ramoneo del ganado, permitiendo el establecimiento de rodales jóvenes de hasta 15 ind.m<sup>-2</sup>, cuyo dap promedio asciende de 0.93 a 3.3 cm y de 0.97 a 4.77 m en altura en solo dos años. En este tiempo las plantas evaluadas iniciaron la producción de propágulos.

### 6.5. Germinación de propágulos

Solo la germinación de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erecta*, debido a que las especies producen propágulos pequeños y manipulables a diferencia de *R. mangle* cuyos propágulos no pueden manejarse en forma experimental dentro de una cámara climática. Las tres especies presentan propágulos semejantes en estructura y mecanismos de dispersión, además de que falta información suficiente al respecto.

Se realizó el primer ensayo que consistió en determinar la influencia de la salinidad y el tiempo de flotación de los propágulos de *L. racemosa* y *A. germinans*.

Los resultados sobre la germinación (viviparidad) de los propágulos en condiciones naturales (Cuadro 42) indican que para las especies ensayadas no se detectó diferencias significativas entre ellas ( $F=1.135$ ,  $P>0.25$ ), mientras que dichas diferencias fueron altamente significativas ( $P<0.001$ ) para las concentraciones de salinidad ( $F=8.33$ ) y para los tiempos de sumersión ( $F=15.44$ ). Cabe enfatizar que la germinación es mayor en salinidades entre 0 y 10 gr/l de NaCl, para un tiempo de 96 horas de inmersión, la cual disminuye a medida que aumenta la salinidad y disminuye la inmersión, lo que pone en evidencia la importancia de la presencia de sal en el posible éxito de instalación de los rodales en su fase inicial.

**Cuadro 42. Análisis de Varianza correspondiente al ensayo de germinación de propágulos de *L. racemosa* y *A. germinans* bajo diferente salinidad y tiempo de sumersión (sep-nov 96).**

Niveles	Tratamientos	N	Promedio	Error estándar	Nivel de significancia*
Especies	<i>L. racemosa</i>	24	29.166667	± 8.987041	a
	<i>A. germinans</i>	24	45.833333	± 7.915236	a
Salinidades	100	16	9.375000	± 5.038911	b
	10	16	43.750000	± 11.063265	a
	0	16	59.375000	± 10.427078	a
Tiempos (hrs)	0	24	25.000000	± 7.372098	b
	96	24	50.000000	± 9.028939	a

\* letra diferentes representan diferencias altamente significativas.

En otro ensayo donde se añadió 4 ml de diesel al agua de irrigación (cuadro 43), en condiciones de laboratorio, con la finalidad de determinar la influencia de los derrames de estos contaminantes en la región. Los resultados arrojaron que la germinación entre las especies fue significativa ( $F=2.83$ ,  $P>0.10$ ), en tanto que dichas diferencias fueron altamente significativas entre las salinidades ( $F=8.87$ ) y los tiempos de inmersión ( $F=6.357$ ,  $P<0.01$ ), que son proporcionalmente menores a los correspondientes valores de la prueba anterior, poniendo en evidencia la influencia negativa de este hidrocarburo en el proceso biológico de emergencia.

**Cuadro 43. Análisis de Varianza del ensayo de germinación de propágulos de *L. racemosa* y *A. germinans*, a diferente salinidad y tiempo de sumersión, en presencia de 4 ml de Diesel (oct-nov 96).**

Niveles	Tratamientos	N	Promedio	Error estándar	Nivel de significancia
Especies	<i>L. racemosa</i>	24	22.92	± 8.501	a
	<i>A. germinans</i>	24	33.33	± 7.771	a
Salinidades	100	16	3.13	± 3.125	b
	10	16	34.38	± 12.474	a
	0	16	46.88	± 8.802	a
Tiempos (hrs)	0	24	10.42	± 5.195	b
	96	24	45.83	± 8.987	a

\* letra diferentes representan diferencias altamente significativas.

En condiciones ambientales y en arena fina (sep 96), la germinación máxima de *A. germinans* fue de 8.0% a 29 días, debido a la infección por hongos. La apertura de los cotiledones y la formación de la radícula ocurrió dentro de 2 días posteriores de colocarlos en el sustrato, mientras que todas las plántulas murieron 140 días después. Para *L. racemosa* la germinación fue de 51% (33 días) y 41% (80 días) para propágulos frescos y del piso respectivamente (figura 21), iniciando la apertura de los cotiledones 15 días después de la siembra. Para esta especie la mortandad de propágulos fue mayormente por el ataque de insectos barrenadores (figuras 22). La sobrevivencia máxima se alcanzó durante Febrero para los dos lotes, mostrando correlación directa con la madurez fisiológica de los propágulos, e inversa al descenso de la temperatura a

menos de 8 °C, la que ocasiona un marchitamiento temporal (o permanente) según su duración aún en suelo anegado. Los propágulos frescos de *C. erecta* frescos no germinaron.

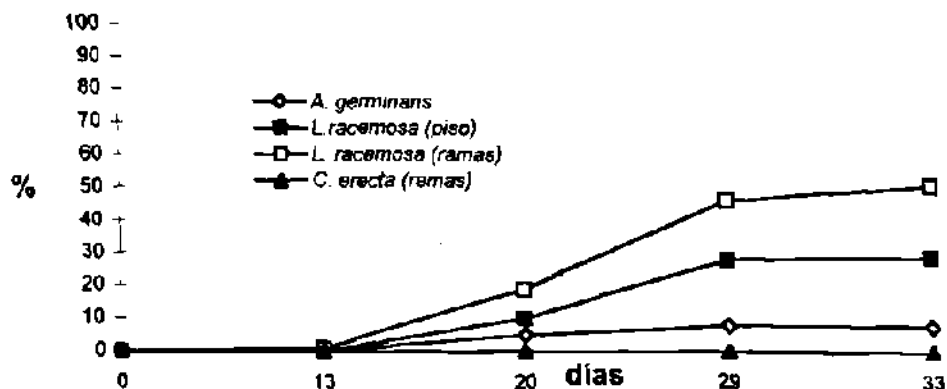


Figura 21. Germinación de propágulos de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erecta*, en condiciones ambientales (oct-nov 96).

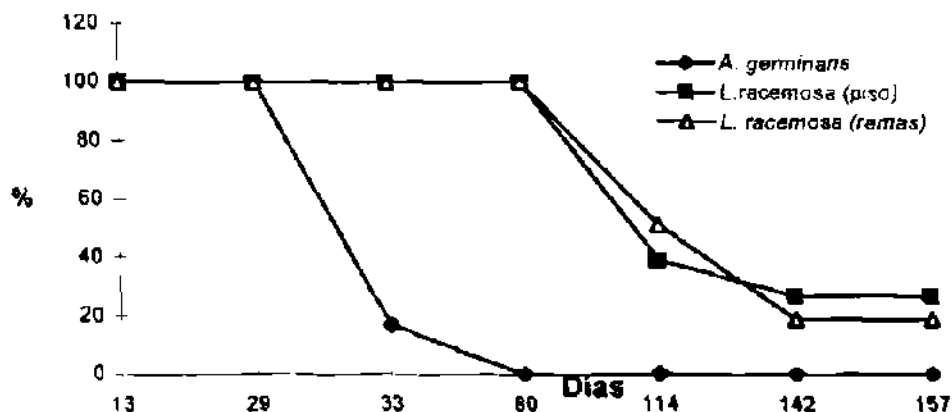


Figura 22. Sobrevivencia de plántulas de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erecta*, en condiciones ambientales naturales (nov-abr 96).

De acuerdo con los resultados (Cuadro 44) existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ) entre las especies ( $F = 53.81$ ) en lo que respecta a la germinación ( $F = 27.73$ ), siendo *L. racemosa* de cosechas frescas la especie que presentó la mayor tasa de germinación, seguido por los propágulos de la misma especie provenientes del suelo,

mientras que *A. germinans* y *C. erecta* mostraron las tasas más bajas. De acuerdo con los resultados, se distinguen dos periodos críticos en la germinación: El primero comprendido entre los 0 y 20 días, el cual presenta la proporción más baja y el segundo, a partir del día 29, representa la mejor condición para asegurar la más alta tasa de germinación de los propágulos.

**Cuadro 44. Análisis de Varianza de la germinación de propágulos de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erecta* en arena lavada y 10 ‰ de salinidad, en temperatura e iluminación natural.**

Niveles	Tratamientos	N	Promedio	Error estándar	Nivel de significancia
Especies	<i>C. erecta</i>	30	0.00 ± 0.000		c
	<i>A. germinans</i>	30	4.27 ± 0.614		c
	<i>L. racemosa</i> P.	30	17.73 ± 2.829		b
	<i>L. racemosa</i> R.	30	27.17 ± 4.060		a
Periodos (días)	0	20	0.05 ± 0.050		b
	13	20	0.30 ± 0.105		b
	20	20	7.90 ± 1.645		b
	29	20	19.00 ± 3.820		a
	33	20	22.10 ± 4.572		a
	80	20	24.40 ± 4.891		a

\* letra diferentes representan diferencias altamente significativas.

El efecto de la conservación a 10 °C por 3 meses ocasionó la muerte de los propágulos de *A. germinans* y *L. racemosa* del lote de cosecha manual, poniendo en evidencia las dificultades para conservar los propágulos bajo refrigeración. El lote de *L. racemosa* del piso alcanzó 24 % de germinación, en tanto que *Conocarpus erecta* fué de 4%, resaltando la importancia de la madurez de los propágulos en la germinación y sobrevivencia de la primera especie, así como la necesidad de la maduración (hibernación?) fisiológica de la segunda.

La germinación de *L. racemosa* de cosecha manual alcanzo 76% en 130 días, mientras que *A. germinans* obtuvo 63% a 43 días, cuya velocidad de instalación es superior a la anterior. La sobrevivencia del 42% a 161 días para *L. racemosa* define

una clara ventaja sobre la otra especie, cuyo valor en el mismo periodo fue de 10%, llegando a 0% en los tres siguientes meses.

En relación con los resultados de la germinación de los propágulos frescos de *L. racemosa*, *A. germinans* y *Conocarpus erecta*, sujetos a plazos de sumersión más estrechos en la cámara bioclimática, ( 5 gr/l de NaCl a 30 °C y 12 horas luz) promueve que la germinación de *L. racemosa* sea de 100% entre las 18.5 y 69 h, descendiendo ligeramente a valores superiores a los 142 h, mientras que para *A. germinans* el mayor valor de velocidad y porcentaje de germinación ocurre entre las 0 y 69 h de embibición, disminuyendo gradualmente a valores superiores. Finalmente para *C. erecta* el mayor valor de velocidad y porcentaje de germinación se presenta entre las 18.5 y 69 h, haciéndose crítico a valores mayores.

**Cuadro 45. Análisis de Varianza sobre la germinación de propágulos de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erecta* en arena lavada y 10 ‰ de salinidad, 30 °C y 12 h de iluminación.**

Niveles	Tratamientos	N	Promedio	Error estándar	Nivel de significancia
Especies	<i>C. erecta</i>	104	2.26	± 0.183	c
	<i>L. racemosa</i> R.	105	52.84	± 3.095	b
	<i>A. germinans</i>	106	75.39	± 3.297	a
Periodos (Días)	1	45	4.67	± 1.812	d
	7	45	29.40	± 5.203	c
	14	45	44.88	± 5.421	b
	21	45	54.81	± 5.983	ab
	28	45	56.31	± 6.057	a
	43	45	57.71	± 6.116	a
	50	45	58.31	± 6.154	a
Sumersión (h)	167	64	36.16	± 4.493	c
	142	63	37.66	± 4.653	c
	69	63	39.90	± 4.912	bc
	0	63	48.08	± 5.378	b
	18.3	62	57.17	± 5.801	a

\* letra diferentes representan diferencias altamente significativas.

De acuerdo con los resultados (Cuadro 45), se constató la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las especies ( $F = 502.50$ ) y los tiempos de la emergencia de las plántulas ( $F = 64.36$ ) y los tiempos de sumersión en agua salina ( $F = 17.36$ ). El mayor valor de germinación correspondió a *A. germinans*, siguiéndole *L. racemosa* y finalmente *C. erecta*, siendo el tiempo de sumersión más crítico el de las 18.5 h, tiempo en el que los propágulos alcanzan el pico más alto de emergencia, posterior al cual se disminuye el potencial de instalación de los planteles.

#### **6.6. Regeneración de tocones**

Respecto a la regeneración, no se establecieron tocones en el sitio I, encontrándose solo en el nivel intermedio y externo del sitio II, donde alcanzaron una densidad de 70 a 120 ind ha<sup>-1</sup> y una mortandad decreciente desde 100%, en sitios bajo el dosel arbóreo, hasta 27% en el manglar cercano al ecotono terrestre, donde los ejemplares mostraron la corteza más delgada y el suelo estuvo más compacto. La mortandad de tocones se relaciona con la infección de hongos lignícolas y la de las ramas de renuevo con la infestación de ácaros y pulgones. La alturas de corte registradas estuvieron en 10 y 30 cm, alcanzando hasta 142 cm de altura máxima. La cosecha de la madera produce destrucción de plántulas y los claros creados durante el corte no se cubren con el crecimiento de los individuos aledaños, sino por la misma regeneración de los tocones.



## 6.7. Tensores en las comunidades de manglar

Considerando la clasificación de Cintron y Schaeffer-Novelli (1983), Wetsman (1985) y Lugo et al., (1990), los diferentes factores influyentes (tensores) que se presentan en las comunidades de manglar, (conforme con la calidad y características de su influencia) dejan una huella energética típica, la que se refleja en el desarrollo de estas comunidades (Cuadro 46). Como resultado de la evaluación e identificación de estos factores, se estableció que su presencia corresponde desde los que están ampliamente generalizados hasta los puntuales, ocurriendo como más frecuentes la ganadería extensiva (10), siguiendo en orden decreciente las carreteras y caminos (6), especies introducidas (5), explotación maderable y rellenos (4), basura (3), incendios, vertido de aguas servidas, basureros, drenados y represamientos (2), apreciándose además que la influencia de estos factores puede ser simple o combinada, propiciando con ello la multiplicación de sus efectos y reduciendo las posibilidades de minimizar su impacto negativo en el desarrollo y conservación de los manglares.

**Cuadro 46. Cuantificación de Impacto en los manglares del límite tropical del Golfo de México (adaptado de Sorensen, 1971; según Wetsman, 1985).**

TENSORES (a)	SITIOS											Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
REPRESAMIENTO							720				360	540
CARRETERAS Y CAMINOS	140	50	50					128	240	240		141
RELLENOS CON TIERRA	48						224		192	60		131
DERRAMES DE PETRÓLEO							108					108
BASUREROS				40								40
BASURA	60			64				46				64
GANADERÍA EXTENSIVA		144	216	12	12	144	252	144	28	4	192	115
EXPLOTACIÓN MADERABLE	72		48					24	48			48
INCENDIOS			72	72								72
AGUAS SERVIDAS	40						28	40				36
ESPECIES INTRODUCIDAS	180		120		72			144	36			110
DRENADO DEL HUMEDAL	144									600		372
TENDIDO DE TUBERÍAS							180					180
DES. INDS.								160				160
ASENTAMIENTOS HUM.								300	120			210
<b>TOTAL</b>	<b>100.5</b>	<b>97.00</b>	<b>101.2</b>	<b>47.00</b>	<b>42.00</b>	<b>144.0</b>	<b>222.0</b>	<b>66.00</b>	<b>90.7</b>	<b>226.0</b>	<b>138.0</b>	<b>253.9</b>

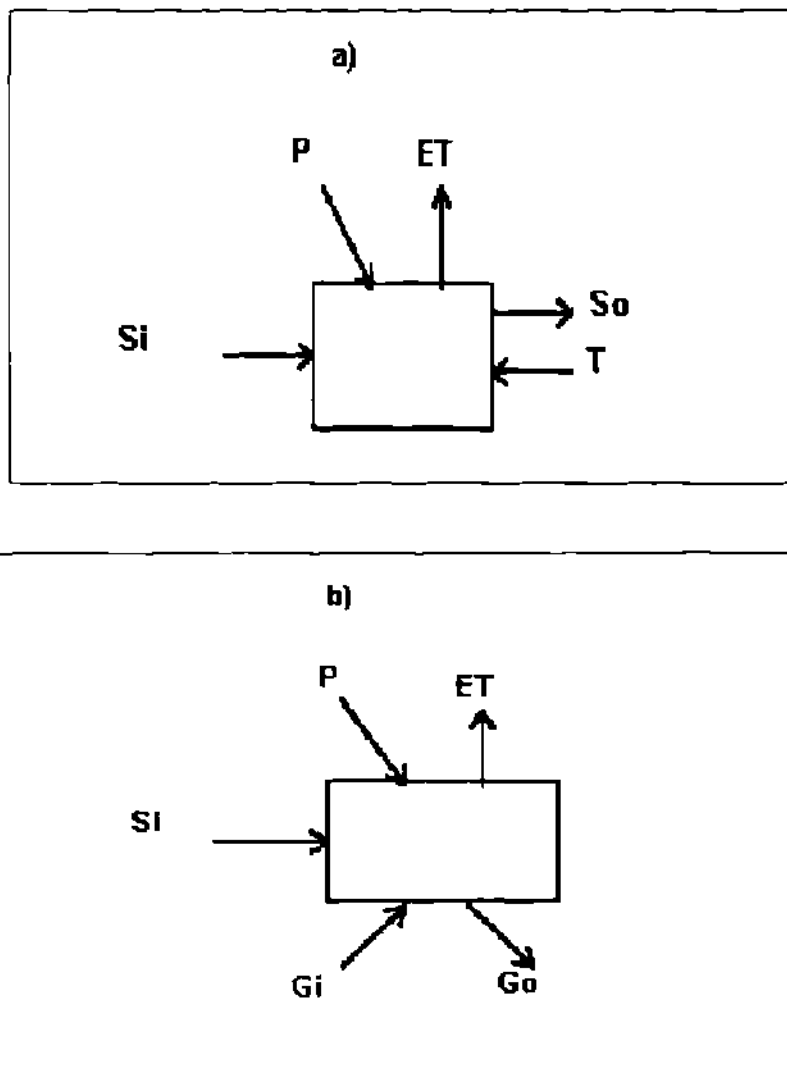
1.- Laguna del Carpintero; 2.- Canal del Dique 7; 3.- Canal Americano; 4.- Canal del Zapote; 5.- Dunas costeras de Altamira (Sotavento); 6.- Delta del Río Tamesí; 7.- Estero Garrapetas; 8.- Laguna de Pueblo Viejo; 9.- Libramiento Poniente; 10.- Marismas de Altamira y 11.- Laguna de San Andrés.

Conforme con los resultados del cuadro 46, el factor de mayor influencia negativa son los cambios drásticos en el régimen hidráulico (represamiento y drenado), que provocan mortandad de los rodales, como ocurrió en las marismas de Altamira y al estero Garrapatas, esto debido principalmente a la interrupción de los reflujos entre agua salada y dulce (Figura 23). En el segundo nivel se ubicaron el delta del río Tamesí, la laguna de San Andrés, El canal Americano y la laguna del Carpintero, cuyos factores de alteración principal fueron los cambios de la naturaleza del suelo. Los demás sitios se ubicaron en un escala baja de afectación.

Los diferentes factores provocan diferentes respuestas en los bosques de manglar, cambiando entre los que ocasionan la muerte completa de los rodales, como la desecación del humedal, hasta una perturbación fisiológica de intensidad variable, como la disminución en la tasa de crecimiento, como ocurre con el pastoreo (Cuadro 47).

La distribución de las frecuencias de los factores de perturbación en cuanto al grado de afectación es predominantemente de intensidad crónica o sostenida (7), mientras que los de tipo agudo o súbito son menores (5), siendo los efectos para ambos casos tanto de afectación reducida a letales, dependiendo de la naturaleza del tensor y la ruta de afectación en el flujo de energía, provocando consecuentemente una alteración que está entre un efecto temporal, con una tasa de recuperación apropiada, hasta la muerte completa de los rodales, cuyos detalles se explican en apartados posteriores. De acuerdo con esta información la descripción cualitativa de los efectos de los tensores presentes en los manglares de cada cuerpo de agua son los siguientes:

**Laguna San Andrés.** Este sitio se caracteriza por presentar una salinización excesiva del suelo, debido a la falta de aportes de agua dulce desde por el río Tigre su principal afluente y por la influencia del agua marina que penetra por Boca Chavarría. El efecto más notorio sobre el manglar se distingue en la talla reducida del bosque, que es menor a 4 m de altura, así como en una tasa baja de reclutamiento de *L. racemosa*, especie menos halotolerante. Sin embargo para *A. germinans* esta condición favorece su presencia, ya que presenta una mayor dominancia y altura sobre *L. racemosa* y *R. mangle*, así como una tasa de reclutamiento que es comparativamente mayor en las



**Figura 23. Diagramas de balance hidráulico para a) Lagunas del Carpintero, La Costa, San Andrés y Pueblo Viejo y b) estero garrapatas y Marismas de Altamira, asociados a los manglares en el límite tropical del Golfo de México. P = precipitación, ET = Evapotranspiración, Si = Entradas por escurrimientos superficiales, So = Descargas superficiales, Gi = Entradas desde el subsuelo, Go = Infiltración, T = Mareas ( Adaptado de Mitsch y Gooselink 1993).**

**Cuadro 47. Clasificación y efecto de los factores de perturbación en las comunidades de manglar en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, México. (1-5) = tipo de tensor según Cintron et al. 1980 y Lugo et al 1990).**

Factor de perturbación	Magnitud	Cond. Inicial	EFECTOS CUALITATIVOS
I.- REPRESAMIENTO (1)	Crónico	Interrupción de la cuña salina, dulcificación del agua.	Defoliación, necrosis foliar, deformación y caída prematura de frutos, muerte lenta de individuos, cambios en la estructura por desplazamiento competitivo por glicófitas, baja tasa en el reclutamiento y parasitismo de plántulas.
II.- CARRETERAS Y CAMINOS (1)	Crónico	Alteraciones en el régimen e intercambio hidráulico, salinización,	Muerte de los rodales, cambios en la dominancia y en la estructura, desplazamiento por introducción de especies glicófitas.
III.- RELLENOS CON TIERRA (1)	Crónico	Alteraciones en el régimen e intercambio hidráulico y tipo de suelo.	Muerte de los rodales, cambios en la dominancia y en la estructura y desplazamiento competitivo por glicófitas.
XII.- DRENADO DEL HUMEDAL (1)	Semi crónico	Cambio brusco en el régimen hidráulico.	Muerte completa de los rodales. Pérdida de extensión del manglar.
XI.- ESPECIES INTRODUCIDAS (2)	Crónico	Competencia intraespecífica	Desplazamiento por competencia, cambios en la estructura, bajo reclutamiento.
VII.- GANADERÍA EXTENSIVA (3)	Agudo	Forrajeo, compactación del suelo,	Introducción de especies, cambios en la estructura, dominancia y diversidad de especies.
VI.- BASURA (4)	Crónica	Erosión, sepultamiento.	Disminución en el reclutamiento por desprendimiento y sepultamiento de plántulas. Cambios en la dominancia y en la estructura.
VIII.- EXPLOTACIÓN MADERABLE (4)	Agudo	Disminución de la densidad y dominancia de especies.	Cambios en la diversidad de especies, introducción de especies, bajo reclutamiento y regeneración.
IV.- DERRAMES DE PETRÓLEO (5)*	Agudo	Daños a neumatóforos	Defoliación aguda, enfermedades epidémicas, cambios en la producción y estructura del manglar, anoxia por acumulación de hojarasca, muerte de los rodales.
V.- BASUREROS (5b)	Crónico	Sepultamiento, deforestación y contaminación orgánica y por metales pesados.	Desplazamiento competitivo por glicófitas, cambios en la dominancia y en la estructura, baja tasa de producción.
IX.- INCENDIOS (4c)	Agudo	Muerte del brote y plántulas	Introducción de especies herbáceas halotolerantes. Cambios en la estructura y diversidad de especies de los rodales.
X.- AGUAS SERVIDAS (5c)	Agudo	Enriquecimiento con nutrientes	Cambios en la diversidad de especies, introducción de especies, tasa de crecimiento

1.- Laguna del Carpintero; 2.- Canal del Dique 7; 3.- Canal Americano; 4.- Canal del Zapote; 5.- Dunas costeras de Altamira (Sotavento); 6.- Delta del Río Tamesí; 7.- Estero Garrapatas; 8.- Laguna de Pueblo Viejo; 9.- Libramiento Poniente; 10.- Marismas de Altamira y 11.- Laguna de San Andrés. \* Laguna de Tamiahua.

zonas protegidas respecto a aquellas alteradas por la presencia de ganado, construcciones y zonas de actividad pesquera.

**Estero Garrapatas.** En este sitio, dominado por *R. mangle* sobre *C. erecta*, el tensor de mayor importancia es el represamiento (Figura 24 a), cuyo efecto principal ha sido la inundación del cauce en 50 cm por encima del nivel original, presenta daños severos, pero reversibles, en la estructura y conservación general del bosque, especialmente para *R. mangle*, cuyas afectaciones principales en orden de importancia son:

- a) Baja tasa de productividad, al presentar una defoliación alta, caída de frutos inmaduros y deformes, así como la descomposición excesiva de la hojarasca acumulada en el piso inundado.
- b) Muerte paulatina de los rodales, manifestándose como una tasa baja de crecimiento, infección y muerte de ramas grandes, así como la caída de árboles completos.
- c) Baja tasa de reclutamiento en el piso bajo el dosel e infección bacteriana y parasitismo por larvas de insectos de los propágulos y plántulas. Sin embargo en la parte inmediata al nivel del agua y a lo largo del cauce, se presenta una franja angosta de reclutamiento de plántulas, menor a 2 m de ancho, cuya presencia denota un estado incipiente de recuperación por la formación de nuevos rodales.

En ciertas zonas el forrajeo por ganado vacuno y caprino causa descortezamiento de fustes y raíces, así como consumo de plántulas de ambas especies.

En este sitio se han presentado algunos derrames pequeños de petróleo en los últimos 5 años, que han contribuido al deterioro de los rodales, aún cuando se han aplicado medidas de control de derrames en el sitio, así como eliminación mecánica de las manchas de crudo depositadas en el suelo aledaño, como medidas mitigatorias. Actualmente los derrames de crudo se encuentran reducidos en su frecuencia sin embargo, los residuos de derrames anteriores se observan en una franja de más de 50 cm en el área de raíces del manglar. Algunas zonas se encuentran separadas de los demás predios ejidales por una alambrada de púas, lo que disminuye considerablemente la acción del ganado que pastorea libremente los terrenos aledaños y favoreciendo su conservación.

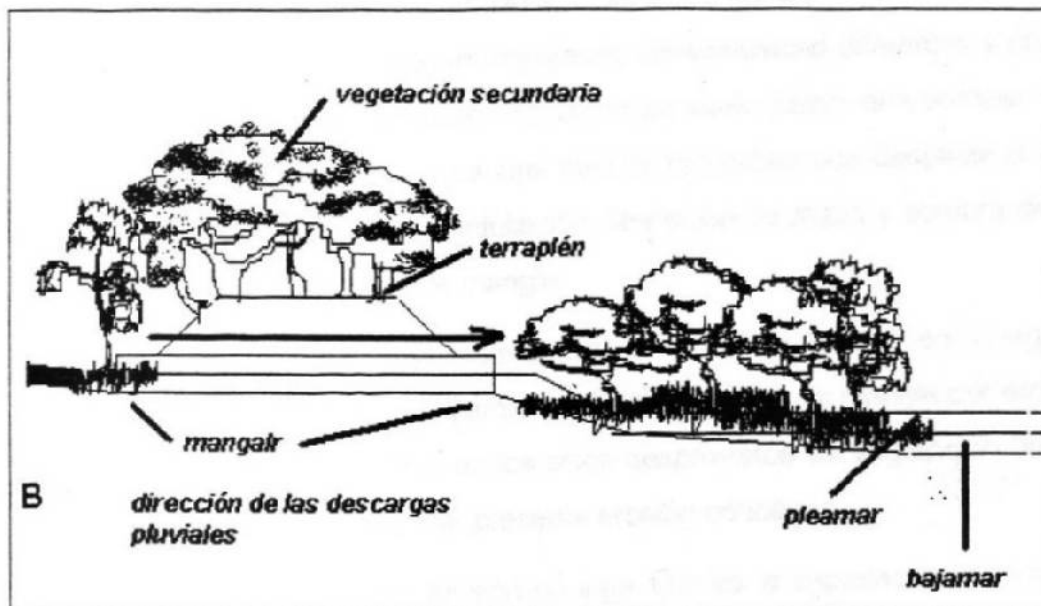
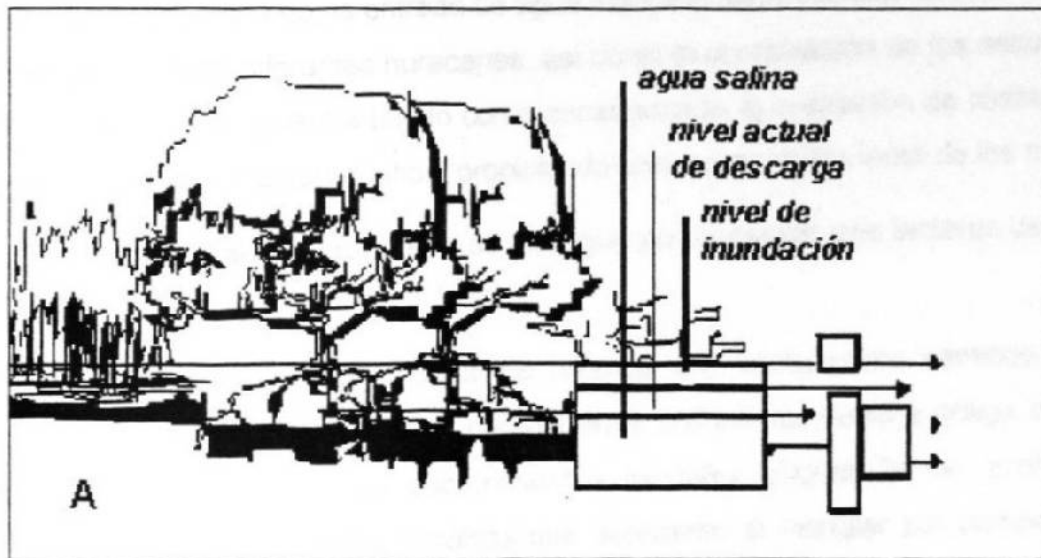


Figura 24. Esquema de las características de los cambios topográficas y su efecto en el régimen hidráulico del manglar en el estero Garrapatas, Altamira, (A) y la Laguna del Carpintero (B), Tampico, México.

**Marismas de Altamira.** El daño más grave en este sitio es la desecación del humedal, como se explicó en párrafos anteriores, cuyo efecto inmediato fue la muerte casi total de los rodales. Sin embargo, la entrada de agua marina durante los últimos tres años, a raíz de la presencia de diferentes huracanes, así como la acumulación de los escurrimientos en este cuerpo de agua, ha tenido como consecuencia la instalación de rodales nuevos de *A. germinans* en algunos sitios, propiciando una recuperación lenta de los mismos.

**Laguna del Carpintero.** Este sitio se distingue por presentar tres factores de estrés de mayor importancia:

- a) El primer grupo corresponde a los rellenos con tierra, como caminos, bordes y terraplenes, cuyo efecto es el cambio en la calidad del suelo y obliga a mantener mayor contacto con los escurrimientos pluviales (Figura 24 b), propiciando la introducción de especies glicófitas que desplazan al manglar por competencia. En ciertas zonas los rodales de manglar se han cubierto o sustituido por vegetación secundaria de *Leucaena pulverulenta*, *Acacia cornigera* y *A. farnesiana*, en el estrato arbóreo, así como por *Panicum maximum*, *convulvuláceas* diferentes y otras malezas arvenses en el estrato herbáceo. En zonas de suelo salino, que bordean a la laguna, se presenta *Terminalia catappa*, una halófito facultativa que desplaza al manglar por competencia de la luz, cuya defoliación, liberación de frutos y sombra disminuyen el reclutamiento de plántulas de mangle.
- b) El segundo factor de mayor relevancia es la basura flotante en la laguna, la cual afecta negativamente el reclutamiento de las especies de mangle por erosión, debido al refluo marea y al oleaje, en los sitios desprovistos de vegetación herbácea o en zonas donde el borde lagunar presenta erosión cóncava.
- c) El último factor de mayor tensión en este sitio es la explotación forestal y el clareo sanitario municipal, cuyos efectos principales son la disminución de la densidad, la pérdida de la producción de propágulos, la apertura de claros que propician la introducción de glicófitas y los daños en el reclutamiento.

Aún cuando este sitio es el de los de menor extensión del manglar, en ciertas zonas el reclutamiento de *L. racemosa* es elevado, generando rodales densos que contribuyen a su regeneración. En algunas de estas zonas la presencia de descargas de aguas negras

urbanas contribuyen positivamente a acelerar el crecimiento de los rodales, dando la pauta para su aprovechamiento en la disminución de los grados de contaminación acuática.

**Laguna La Costa.** Este cuerpo de agua sostiene el manglar más desarrollado y productivo de toda la zona de estudio. Los factores de perturbación más importantes son la deforestación por cambios en el uso del suelo y la explotación forestal, los cuales se describen a continuación:

- a) **Cambios en el uso del suelo:** La causa principal asociada a este factor es la transformación del suelo a desarrollo urbano e industrial, lo cual implica la destrucción total del bosque para asentamientos humanos irregulares o el relleno para la instalación de zonas industriales. Sin embargo, debido a que algunos de estos lugares son abandonados, se ha observado que puede ocurrir una regeneración efectiva si el suelo no ha sido alterado significativamente, ni se ha afectado la influencia hidrológica de la zona afectada. En tales casos el iniciador en la sucesión está dada por *L. racemosa*, especie que forma rodales densos y cerrados. En caso de que exista una alteración de la condición del suelo la invasión es primordialmente por glicófitas halotolerantes tanto herbáceas como arbustivas y arbóreas, tales como *Trichilia havanensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Parkinsonia aculeata*, *Arundo donax*. entre las principales.
- b) **La Explotación forestal** en esta zona es de las más importantes en la región, debido a que se extrae madera para diferentes usos urbanos y pesqueros, cuyos sistemas de explotación disminuyen la densidad y aumentan la sobrevivencia de poblaciones con características indeseables biológica y comercialmente, con posibles implicaciones negativas en la regeneración de los mismos.



## 6.8. Análisis para el manejo racional del manglar

La siguiente información se enfoca en la evaluación del posible aprovechamiento racional de los diferentes productos forestales más comúnmente explotados en la zona, como la charanga y la madera, para establecer los principios básicos para el diseño de una estrategia de manejo de los manglares. El enfoque principal es el de establecer un sistema de aprovechamiento integral de todos los productos y subproductos forestales, buscando minimizar la tala inmoderada y sus efectos negativos en el ecosistema.

### Descripción de la charanga

Esta es una arte de pesca cuya elaboración y estructura consiste de dos estacados de varas de mangle blanco (aleros) hincadas en forma pareada y constituyendo un entramado de forma de "V", con el vértice dirigido en el sentido de la corriente, cuyos extremos se llaman "aleros" que rematan en un "matadero" donde se captura el camarón. Las charangas se arreglan horizontalmente formando series llamadas "ringleras", cuya longitud depende del ancho del lugar donde están ubicadas. El sistema posee dos dispositivos adicionales; un yagual y una cuchara. La pesca de camarón se lleva a cabo colocando el yagual en el vértice ligeramente abierto de la charanga, funcionando como trampa que encajona a los camarones. Las especificaciones de una Charanga aparecen en el cuadro 48.

**Cuadro 48. Características estructurales de las Charangas utilizadas en el estuario del río Pánuco, México:**

Especificaciones estructurales	Longitud (m)
Aleros: Longitud (Máxima)	56.00
6.9.1.3. Boca	1.20

Fuente: Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP)

La evaluación de la demanda de varas para la construcción de la charanga, entrevistando a los socios de cada una de las Cooperativas de Producción Pesqueras que integran la Federación Regional de Cooperativas de la Industria Pesquera de la Zona Norte del Estado de Veracruz, F.C. de R.S., arrojó que la demanda anual de varas está por encima de las 140,000 unidades (Cuadro 49).

**Cuadro 49. Demanda de varas para charanga, por las Cooperativas de Producción Pesquera del Norte de Veracruz, México.**

SOCIEDAD COOPERATIVA	CHARANGAS/AÑO	VARAS/AÑO
Unica Regional de Pescadores	78	18,720
Pescadores de Potrero Mata de Chávez	77	18,480
Pescadores de Tampico	50	12,000
Pescadores de Cabo Rojo	70	16,800
La Ribera de Tampico Alto	80	19,200
Ma. Antonieta	62	15,000
Ostionera de Saladero	75	18,000
Huasteca Veracruzana	70	16,800
21 de Marzo	50	12,000
Voluntad y Trabajo		
Total	612	147,000

Los resultados arrojaron que la estructura de una charanga tiene un promedio de 120 varas de mangle, con diámetro de  $3.74 \pm 0.01$  cm y longitud de  $384.1 \pm 0.12$  cm ( $\alpha=0.95$ ,  $DS=5.39$ ,  $n=8$ ) que son renovadas semestralmente por las cooperativas debido al deterioro al estar en contacto permanente con el agua.

#### **6.8.1. Proceso de construcción e instalación de la charanga.**

Durante la evaluación del manejo y construcción de la charanga se determinó que los pescadores realizan las siguientes operaciones generales durante esta fase:

**Prospección de los bosques de manglar.** Aquí se determinan la ruta hacia los diferentes puntos de manglar de interés, iniciándolo por el bosque más cercano.

**Inspección del área de corte.** Verifican que el bosque seleccionado sea el adecuado para extraer de él las varas con las características requeridas para la construcción del alar, según la demanda de la cooperativa.

**Corte de las varas.** Se realiza con machete, cortando los árboles jóvenes que presentan una fuste recto, de 3.6 cm de diámetro en la punta, 8.6 cm diámetro en la base y una longitud promedio de 5 m, a una altura promedio de 50 cm desde el suelo. Con el machete se elimina el resto del material vegetal que no es de interés,

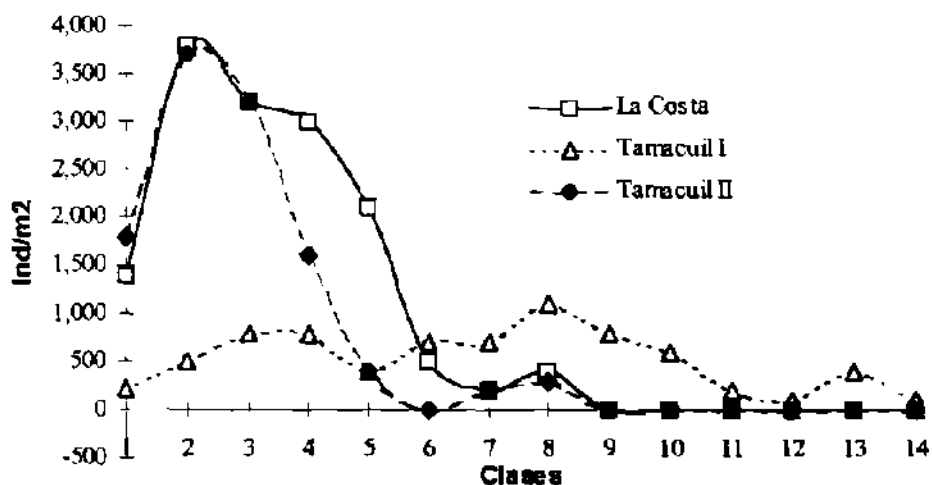
hasta obtener la vara casi a punto de terminado, lo cual también facilita su manejo. Los residuos vegetales se dejan en el sitio.

**Construcción de la charanga.** Se realizan diferentes operaciones para preparar y construir, hasta obtener las partes básicas de la charanga, la cual se construye en el lugar elegido.

Los costos del proceso equivalen a aproximadamente a US \$434.8, prorrateado entre dos a tres personas.

### 6.8.2. Disponibilidad y existencias de las varas.

Tomando en cuenta los sitios de interés para el corte de madera, se visitaron la laguna La Costa y dos áreas (I y II) en el estero Tamacuil, afluente de la laguna de Pueblo Viejo, presentando 14,700, 7,000 y 11,200 Ind.ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 23).



**Figura 23. Distribución de las clases de edad de *L. racemosa* en los sitios de explotación de varas, en el Norte de Veracruz, México.**

De acuerdo con estos resultados y tomando en cuenta que las clases de interés están entre 6.0 y 4.0 cm de diámetro en la base y punta, la producción potencial de los tres sitios es de 8300, 2000 y 5200 varas.ha<sup>-1</sup> respectivamente, promediando 5167 varas.ha<sup>-1</sup>.

### **6.8.3. Balance de costo beneficio.**

Considerando un costo de aprovechamiento industrializado (mecanizado) de corte total del bosque para proveer la demanda de varas de las Cooperativas "Unica Regional", "Pescadores Unidos de Mata de Chavez", "Pescadores de Tampico" y "21 de Marzo", que requieren de 61200 varas por ciclo para construir 255 charangas, se estimó que para suplir la demanda de este volumen de material se necesita una superficie de 11.84 00 ha, cuyo costo estimado para ejecutario es de US\$ 20,084.00 amortizable a 24 meses, representando un precio de US\$ 1.81(0.33) por vara. Tomando en cuenta que los postes representan aproximadamente el 63.0% de la densidad de los árboles de dap entre 6.6 y 11.5 cm, se estimó que la producción puede alcanzar 682, 2418 y 310 postes.ha<sup>-1</sup>, promediando 1137 postes.ha<sup>-1</sup>, que a un precio promedio de US\$ 2.24 la pieza, en la región se puede procesar una producción de postes que potencialmente generan US\$ 2546.88 por ha y US \$30155.06 para la producción del área requerida para satisfacer la demanda de varas. Con estos valores en cuenta existe una utilidad neta estimada en US\$ 10071.06 por charanga/dos socios en el primer año.

### **6.8.4. Carbón vegetal**

#### **6.8.4.1. Pruebas de carbonización**

De las pruebas de laboratorio resultó que las muestras secas de *L. racemosa* introducidas al horno (350 ± 20 °C, 30 ± 2 min) perdieron 56.926 % de humedad, cambiando de una densidad de 1.077 a 0.468 gr.cm<sup>-3</sup>. Para *A. germinans* la pérdida fue de 44.39 %, cambiando de una densidad específica del peso seco de 1.661 a 0.936 gr.cm<sup>-3</sup>. Durante el proceso de carbonización la primera especie produjo un humo blanco característica de materiales que contienen mayor cantidad de agua, mientras que la segunda produjo un humo verdoso e irritante, que contiene mayor cantidad de compuestos orgánicos volátiles. Por esta razón se eliminó la posibilidad de evaluar la carbonización para la segunda especie concentrándose únicamente en la segunda.

#### 6.8.4.1. Mercado del carbón vegetal

Retomando el volumen de leña que deriva del posible corte de esta madera más aquella que se encuentra fuera de estas especificaciones (37.0% de los postes) y la población de las clases de edades superiores, se calculó que se pueden producir  $40.43 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , que a una densidad  $0.47 \text{ ton} \cdot \text{m}^{-3}$ , produce  $18.92 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$  (Cuadro 50)

**Cuadro 50. Producción estimada de madera seca y carbón para *L. racemosa*, de la zona norte de Veracruz, México.**

Productos	Kg/ha	Producción		
		m3/ha		
		Peso fresco	Peso seco	Carbón
Troncos-ramas	86399.12	174958.2	115083.6	40434.79
Follaje	25546.24	51731.14	34027.59	11955.64
Total	108676.2	220069.4	144756.7	50860.48

Consultando sobre los consumos anuales de los principales productores de carnes asadas de la región de Tampico y Madero, se determinó que al año se consumen 127920 Kg de carbón vegetal, cuya oferta proviene de los productores de Monterrey, NL y González, Tamps.

Para determinar la oferta existente en la localidad se muestrearon las tiendas de autoservicio dando como resultado valores de US\$ 14.81 en presentaciones de paquetes de 3 kg, observándose que el de mayor consumo proviene de los productores de González, Tam., que es elaborado a base de mezquite y ébano.

Conforme con estos valores se pueden producir 6307 paquetes de 3 kg, con un costo estimado de US\$ 1773.75 al precio de US\$ 93.75 la tonelada, por el sistema de tanques de carbonización, para sistemas domésticos de producción.

## 6.8.5. Depuración de plomo por los manglares

### 6.8.5.1. Determinación el plomo (Pb)

Las concentraciones de los metales analizados (Cuadro 51 y 52) pone en evidencia que el *Plomo* es el metal con una concentración mayor en los diferentes compartimiento ecológicos analizados. Como se observa en esta relación la concentración en el compartimiento biológico (mangle) muestra una acumulación elevada respecto al agua, pero menor a la del suelo.

**Cuadro 51. Concentración de Plomo (ppm) en los hojas y ramas de tres arboles de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México (noviembre de 1997).**

Parámetros	Concentración de plomo (ppm) base seca		
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
Hojas	4.49	5.77	4.62
Ramas	1.154	1.92	3.72

**Cuadro 52. Concentración promedio de metales pesados (nov. 97) en diferentes compartimientos ecológicos de un manglar de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México.**

Metales	Concentración (ppm) en peso seco				
	sedimento	Agua (1)	ramas	hojas	Agua (2)
Plomo	28.57	0.021	2.26	4.96	0.019
Cromo	40.27	n.d.	0.38	0.94	n.d.
Cadmio	2.82	n.d.	0.32	0.60	n.d.

(1).- Agua del río Tamesí, (2).- Agua de la laguna La Costa y n.d. no determinado.

En esta fase el sedimento actúa como una trampa que facilita su deposición en el manglar cuando se precipita en las inmediaciones de la raíz.

#### 6.8.5.2. Capacidad depuradora del manglar.

Conforme con los valores registrados por el bosque durante la época de evaluación, el crecimiento se relaciona estrechamente con las precipitaciones (directa) y con los aforos (inversa) registrados durante la evaluación. Sin embargo el coeficiente de correlación con el volumen de las descargas es mínimo (Cuadro 53).

**Cuadro 53. Valores de correlación del crecimiento del manglar con algunos parámetros ambientales de la laguna de La Costa, Tampico, México.**

Parámetros	Abr-97	Sep-97	Mar-98	r <sup>2</sup>
Incremento total en dap	2.8	0.7	7.0	
Temperatura media del periodo	22.0	26.5	20.5	0.059
Precipitación acumulada al periodo de estudio.	520.4	1287.6	534	0.967
Aforo acumulado de descarga del río (mm) en el periodo.	667.68	406.08	180.96	-0.621
Aforo acumulado (mm)	53.48	36.46	21.01	-0.963
DIAS	39	27	16	-0.962
Aforo neto al periodo	2085.62	984.42	336.16	-0.988
Volumen total de la descarga por periodo (m3).	150,228.00	9,136.8	40716.0	0.024

Considerando los valores de crecimiento del bosque del manglar del cuadro 54, en relación con el dap de los árboles de muestra para la determinación de la biomasa y relacionándolo con las concentraciones de Plomo presentes en los órganos de esta especie, el coeficiente de correlación para la concentración de plomo fué significativo ( $\approx 0.917$ ).

**Cuadro 54. Concentración de Plomo (ppm) en los hojas y ramas de tres árboles de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México (Noviembre de 1997).**

Parámetros	Concentración de Plomo (ppm) base seca		
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
Hojas	4.49	5.77	4.62
Ramas	1.154	1.92	3.72
total	5.644	7.69	8.34
dap * (cm)	0.8	3.1	6.6
% del follaje	17.5	36.53	23.93
% de tronco/ramas	82.5	63.47	76.02

La estimación de la capacidad depuradora del plomo (cuadro 55) pone en evidencia, si la progresión de los datos es válida, que en un año el bosque retuvo más de 1.8 kg. de Plomo en el tejido vegetal.

**Cuadro 55. Capacidad depuradora del manglar de *L. racemosa* en la laguna de la Costa, Tampico, México.**

Parámetro	Sep-96	Abr-97	Sep-97	Mar-98
DAP promedio	6.68	6.96	8.03	8.73
Peso promedio estimado del dap promedio (kg)	22.84	23.97	28.293	31.12
Concentración estimada de plomo total (mg/kg)	8.63	8.75	9.23	9.54
Concentración neta de Plomo fijado por periodo (mg/kg)	0.00	0.12	0.48	0.31
Biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )	88,326.15	92,696.72	109,409.03	120,337.17
Plomo total acumulado en la biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )	0.76	0.81	1.01	1.15
Plomo total extraído por la biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )	0.00	0.011	0.053	0.037

Considerando que el volumen total de la descarga del canal en el periodo de la determinación de Plomo es de aproximadamente 351,786,240.00 m<sup>3</sup> y la concentración encontrada de Plomo es de 0.021mg/l, entonces el vertido de este metal puede ascender a 7.387 kg disueltos en esa descarga sobre el manglar, parte de la cual es fijado por esta especie en la madera y las hojas.



**Cuadro 54. Concentración de Plomo (ppm) en los hojas y ramas de tres árboles de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México (Noviembre de 1997).**

Parámetros	Concentración de Plomo (ppm) base seca		
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
Hojas	4.49	5.77	4.62
Ramas	1.154	1.92	3.72
total	5.644	7.69	8.34
dap * (cm)	0.8	3.1	6.6
% del follaje	17.5	36.53	23.93
% de tronco/ramas	82.5	63.47	76.02

La estimación de la capacidad depuradora del plomo (cuadro 55) pone en evidencia, si la progresión de los datos es válida, que en un año el bosque retuvo más de 1.8 kg. de Plomo en el tejido vegetal.

**Cuadro 55. Capacidad depuradora del manglar de *L. racemosa* en la laguna de la Costa, Tampico, México.**

Parámetro	Sep-96	Abr-97	Sep-97	Mar-98
DAP promedio	6.68	6.96	8.03	8.73
Peso promedio estimado del dap promedio (kg)	22.84	23.97	28.293	31.12
Concentración estimada de plomo total (mg/kg)	8.63	8.75	9.23	9.54
Concentración neta de Plomo fijado por periodo (mg/kg)	0.00	0.12	0.48	0.31
Biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )	88,326.15	92,696.72	109,409.03	120,337.17
Plomo total acumulado en la biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )	0.76	0.81	1.01	1.15
Plomo total extraído por la biomasa total (kg.ha <sup>-1</sup> )	0.00	0.011	0.053	0.037

Considerando que el volumen total de la descarga del canal en el periodo de la determinación de Plomo es de aproximadamente 351,786,240.00 m<sup>3</sup> y la concentración encontrada de Plomo es de 0.021mg/l, entonces el vertido de este metal puede ascender a 7.387 kg disueltos en esa descarga sobre el manglar, parte de la cual es fijado por esta especie en la madera y las hojas.

## VII. Discusión

### 7.1. Diversidad, distribución y desarrollo estructural de los manglares

Uno de los rasgos más sobresalientes de diversidad de estos manglares es que son típicamente arbóreo-arbustivo y contienen 4 de las 5 especies que se reportan para México, que incluyen a el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), al mangle negro (*Avicenia germinans* L.), al mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn y el mangle botón (*Conocarpus erecta* L.), de acuerdo con Lugo et al., (1988) marcando el límite más norteño para su presencia, ya que a latitudes mayores a los de la zona la mayoría de las especies desaparecen, quedando solo el mangle negro, el cual alcanza su máxima distribución en las costas sureñas de Texas y Luisiana, en los Estados Unidos de Norteamérica (Sherrod y MacMillan 1985 a y b). Típicamente *R. mangle* aparece hasta los 23° 05' latitud norte, a la altura del río Camzal, en el municipio de Aldama, debido a su incapacidad de soportar las bajas temperaturas del invierno de los del sur de Texas, USA (Sherrod et al 1986). *L. racemosa* hasta los 22° 45' latitud norte, en la desembocadura del río Tigre sobre la laguna de San Andrés, presentando una discontinuidad hacia el sur, apareciendo nuevamente en las inmediaciones del sistema deltáico que forman los ríos Pánuco y Tamesí, cerca de los 22° 15' de latitud norte en el municipio de Tampico, mientras que *A. germinans* y *C. erecta* se distribuyen de forma más continua al observarse su presencia a lo largo de todo el sector comprendido entre el río Pánuco y la laguna de San Andrés, coincidiendo con los autores Britton y Morton (1989), Sherrod y MacMillan (1985 a-b) y Lot-Helgueras et al (1974).

Estructuralmente la complejidad de los manglares (IC), que refleja sobre el grado de madurez de los rodales, aumenta de norte a sur deja la evidencia sobre una posible relación con la salinidad, mientras que para la altura y la densidad existe una correlación negativa con la salinidad indicando la importancia del lavado del agua dulce para el desarrollo de los rodales, tal como se presenta en las lagunas del Carpintero y la Costa.

Atendiendo a la clasificación fisiográfica de los manglares, basada en los diferentes rasgos fisionómicos y estructurales de la comunidad (Cintrón y Schaeffer-Novelli,

1983), los manglares presentan cambios topográficos e hidráulicos que en algunos casos imposibilitan una tipificación apropiada (Cuadro 56).

**Cuadro 56. Clasificación fisiográfica de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

Tipo	Cuerpo de agua
1) Bosque ribereño	Laguna La Costa*
2) Bosque de borde e islote	Laguna de San Andrés, estero Garrapatas, laguna del Carpintero
3) Bosque de cuenca	Marismas de Altamira
4) Bosques enanos y hamacas	Ninguno

Así la laguna de La Costa, originalmente deltáica, a través de más de 40 años ha cambiado grandemente sus características debido a los cambios topográficos e hidrodinámicos impuestos por los diques para el represamiento de agua dulce, así como la construcción de la carretera libramiento poniente de la ciudad de Tampico. Cabe mencionar que los rasgos fisionómicos analizados también son variables. El número de especies, la densidad, altura y área basal, así como el índice estructural de Holfridge (1.52 - 11.77) detectado, una pauta para clasificar fisiográficamente a éste bosque con el tipo cuenca, el cual sigue siendo semejante a los de Rookery Bay, Florida y el Calón en México (Cintron y Schaeffer-Novelli, op cit). Sin embargo, por su ubicación casi al borde de uno de los brazos del río, la presencia de desbordamientos, las especies y zonación observadas en la vegetación, citada por diferentes autores (Vásquez-Yañes 1971, Lot-Helgueras *et al* 1974, Cintron y Schaeffer-Novelli 1983; Jiménez y Sauter, 1991 y Delgadillo *et al.*, 1992), nos permiten estimar que la comunidad se encuentra en etapa semejante a la que se presenta durante la transformación de un brazo del delta (Thom 1975, Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983), típicamente presente en el tipo ribereño. Por otra parte, el patrón de aumento en la densidad y cobertura desde el sitio I al II de la laguna de la costa, muestra un comportamiento contrario a lo sugerido para bosques ribereños de Florida (Twilley *et al.*, 1996), donde ambos parámetros disminuyen aguas arriba, así como en el hecho de que *L. racemosa* ocupa las bocas del

estuario y *R. mangle* aguas arriba del cauce.

Respecto a la altura máxima registrada por estos bosques, se determinó que esta es superior a los 4 m de altura referido por Lot-Helgueras (1974), para los manglares localizados tanto al norte como al sur de la desembocadura del río Pánuco, especialmente para el manglar de la laguna de la Costa, cuyas diferencias posiblemente con el hecho de que éstas comunidad se encuentran protegidas y distante de sitios de fácil acceso. El bosque de manglar de *L. racemosa* muestra una altura que se relaciona aparentemente con el aporte de sedimentos y nutrientes durante el máximo volumen de avenidas.

Con relación a las densidades y la distribución de las clases de edad obtenidas por cada zona, se establece que la mayoría de los sitios presentan una población predominantemente joven, con excepción del estero Garrapatas, condición que es consistente con las tasas de reclutamiento. De manera general el reclutamiento es elevado principalmente hacia el ecotono terrestre de la mayoría de los sitios con llanos inundables, ocupado principalmente por *L. racemosa* en áreas con influencia de agua dulce, como la laguna del Carpintero y la Costa, donde existe la presencia de vegetación de *Arundo donax* y *Distichlis spicata*, mientras que en aquellos sitios con mayor influencia de agua salada el suelo es ocupado principalmente por *A. germinans*, como en la laguna de San Andrés y Pueblo Viejo, donde la vegetación predominante en el ecotono es por *Spartinae spartinae*. En ambos casos las nuevas franjas de manglar en el ecotono terrestre están desplazando a la vegetación de halófitas y glicófitas halotolerantes, ampliando la extensión de los manglares. Existe además un reclutamiento, aunque menos importante, en los márgenes interiores de la mayoría de otros cuerpos de agua, ocupado principalmente por *R. mangle*, como en el caso de la laguna de San Andrés y La Costa, en cuyos casos parece estar relacionado con la presencia de bancos fangosos por el resultado de una deposición intensa de sedimentos en zonas donde aparecen cebadales de *Ruppia maritima*. Los cambios en la ocupación de nuevas superficies por el manglar puede estar relacionado con un eventual incremento del nivel del mar.

La relación de la densidad de *L. racemosa* con la elevación de la topografía ( $r=0.960$ ) es un hecho consistentemente confirmado por diversos autores (Lot-Helgueras *et al* 1974, Cintron y Schaeffer-Novelli 1983), así como con los efectos del lavado provocado por los escurrimientos de agua dulce, como ocurre en la Costa (sitio II).

## 7.2. Producción y explotación forestal

Referente a la producción de biomasa neta, se aprecia que las producción promedio ( $3.79 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ), son comparativamente mayores a la citada por Cintron y Schaeffer-Novelli (*op cit*) a los  $2.8 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  en Malasia,  $8.5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  para rodales de *L. racemosa* y los  $1.74 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  para manglares de Florida. Es posible que los valores reportados reflejen una sobreestimación, debido a que el esfuerzo de medición se realizó solo sobre tres árboles que representaron tres medidas críticas dentro de las observadas durante la determinación de la densidad. Sin embargo, es importante establecer que aún cuando así lo fuera, existen claramente dos aspectos relevantes a favor: 1) Las tendencias muestran una relación estrecha con las condiciones hidrológicas de las cuencas de los sitios evaluados, ya que el estero Garrapatas, cuya producción de biomasa es descendente ( $7.26$  a  $1.16 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ), la causa asociada puede estar relacionada con el represamiento del cauce, mientras que para las lagunas Carpintero ( $0.769$  a  $1.191 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ) y La Costa ( $2.10$  a  $6.10 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ), los escurrimientos son proporcionales a la producción y 2) En las lagunas del Carpintero y La Costa, la producción es de bosques casi puros de *L. racemosa*, cuyas densidades de  $900$  y  $3,867 \text{ Ind. ha}^{-1}$ , son también proporcionales a la biomasa producida.

Respecto a la producción de hojarasca de los diferentes sitios de estudio, que alcanza una producción total de  $7.366 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  para el estero Garrapatas y  $4.34$  para la laguna Del Carpintero son comparativamente más altos que los que se han determinado para Florida y Puerto Rico, de  $700 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$  (Clough, 1983; Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983), así como de  $1022.0$  y  $255.5 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$  para la laguna La Mancha y el canal del Chijol, en el norte de Veracruz, muy cercano a la zona evaluada (Rico-Gray y Lot, 1983 y Álvarez, 1992), no así para para la laguna La Costa, que es de  $2.042 \text{ gr.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ , representando un valor intermedio entre estas

últimas y semejante al que se reporta para un bosque de cuenca en el suroeste de Florida (Twilley et al 1986). Sin embargo, para el estero Garrapatas, cuyo valor es superior cerca de 2.5 veces este promedio, el hecho puede representar una producción de hojarasca que se relaciona más con la tensión que con una alta productividad de hojarasca, pues en cuyo caso el bosque estaría produciendo una cantidad aproximada de  $1278.04 \text{ g.m}^2.\text{año}^{-1}$ , ( $Y= 59.0 + 84.6X$ ) de acuerdo con Cintron y Schaeffer-Novelli (1983). Además se confirma lo que diversos autores reportan (Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983; Rico-Gray y Lot, 1983 y Álvarez, 1992), que la caída de hojarasca es estacional, presentando el pico mayor durante la época de máximas precipitaciones, difiriendo de estos en cuanto a que la precipitación es el factor de mayor relación en la producción de los sitios evaluados.

En la zona, tal como en muchos países pobres y abundantes zonas mexicanas, las crisis económicas han intensificado la formación de poblaciones en cinturones de pobreza, que han repercutido en el agotamiento y el deterioro de los manglares, los cuales actualmente están sujetos a una presión constante de cambio en el uso del suelo y explotación maderable, con efectos negativos sobre las existencias y servicios del ecosistema.

Semejante a lo que ocurre en Centroamérica (Suman, 1994), tanto para El Salvador (Abrego, 1994), Costa Rica (Pizarro, 1994), Cuba (Menéndez y Priego, 1994), Guatemala (Aragón, 1994), Ecuador (Bodero, 1994), Nicaragua (Hurtado, 1994), El Golfo de Fonseca en Honduras (Oyuela, 1994), Colombia (Sánchez, 1994), Panamá (Osorio, 1994) y Venezuela (Rodríguez, 1994), la explotación forestal, común también en el resto de México (Loa, 1994), es uno los productos de mayor interés local que se aprovecha para diversos fines de construcción, aunque en la zona su uso más difundido es para construir las charangas para la captura del camarón lagunar y para postes de cerco y cimbra. Una de las razones de esta explotación se relaciona estrechamente con la deforestación de las zonas terrestres aledañas a la ciudad de Tampico, los cuales se encuentran prácticamente deforestados, en función de la conversión a zonas agrícolas y

ganaderas, razón por la que se ha recurrido al manglar ya que constituye uno de los últimos recursos forestales de la región que puede suplir de estos productos.

A diferencia de los países ya citados, (en la región evaluada) los resultados arrojaron que el interés de los explotadores se centra en la franja de *Laguncularia racemosa* L. Gaertn, la cual domina en la zona de lagunas asociadas al sistema deltáico de los ríos Pánuco y Tamesí. En tal caso existe el riesgo de un agotamiento de las poblaciones de manglar, debido a que la selección de fustes rectos provoca una acumulación de germoplasma defectuoso, incrementando la edad y las áreas de manglar alteradas. Durante la extracción de la madera se deja en pie el 74.04% del bosque, el corte manual provoca infecciones y muerte de más del 60 % de los tocones resultantes, cuya falla en la regeneración, estrechamente relacionada con la falta de disponibilidad de luz dentro del área, aparentemente es el factor que favorece la infección e infestación de hongos e insectos y en consecuencia la muerte de los tocones.

Un elemento a favor que contribuye a una recuperación de los bosques, a través del reclutamiento, es la reducida demanda actual de los productos forestales, ocasionando el abandono de las áreas de explotación del manglar por más de cinco años, lo que facilita una recuperación adecuada de la población. Sin embargo la tendencia de crecimiento regional plantea un riesgo para la conservación de los manglares debido a que el desarrollo urbano está avanzando y por tanto la demanda futura de madera para cimbra también, haciéndose relevante el método de conservación de la postes, lo cual puede contribuir a una eventual disminución de la demanda.

Considerando las tasas de explotación observadas, existe un riesgo potencial de causar alteraciones graves al manglar, ya que los volúmenes observados de cosecha maderable sugieren que de seguir esta tendencia los bosques locales pueden desaparecer en algunos pocos años, sino se aplica una reglamentación adecuada. Sin embargo la normatividad de la explotación en México (Loa, 1994, LGEEPA 1996 y NOM-ECOL-059 1994), como la de Venezuela (Rodríguez, 1994; Suman, 1994), son dos de los esfuerzos que pueden contribuir a minimizar esta tendencia. Aunque en el caso de nuestro país (NOM-ECOL-060-1999), el

requerimiento de evaluar el impacto y prohibir el relleno de los humedales y manglares parece ser una medida más apropiada para alcanzar este propósito.

### 7.3. **Dispersión y reclutamiento**

El modelo simple de dispersión, considera que los frutos se liberan y germinan en el suelo directamente o son dispersados por las corrientes a otros sitios de reclutamiento, sin embargo, en el modelo propuesto incluye el efecto de las esorrentías que lavan el piso de la totalidad de los frutos y los introduce violentamente en la masa de agua lagunar, desde donde pueden dispersarse por las corrientes y la marea o hundirse, una vez que se han embebido, para integrarse al detrito de fondo del sistema

Respecto al efecto de inundación-deseccación en los propágulos de *L. racemosa* del piso que muestran una ganancia de peso por embibición, provocando el hundimiento a diferencia de la flotación en propágulos frescos, así como el alto valor de flotabilidad para *A. germinans*, demuestran que las diferencias existentes en el mecanismo de dispersión entre las dos especies, sugieren que las esorrentías integran las semillas de la primera especie al detrito de fondo, ocasionando la pérdida de propágulos efectivos para la dispersión a distancia.

La presencia de *Terminalia catappa* con un endospermo corchoso y esponjoso, son comunes en las costas de México (Gunn *et al.*, 1984) y en el área estudiada se presentaron flotando en los márgenes de la laguna.

La disminución en la sobrevivencia de plántulas bajo la sombra parece estar asociada a la reducida incidencia de luz, lo que parece ser el factor que debilita a las plántulas (Twilley *et al.*, 1996; OGrady *et al.*, 1994), haciéndolas más propensa a la depredación (McGuiness, 1997b), la cual puede ser dependiente de la existencia de una especie preferida por el depredador, como en caso de las plántulas de *R. mangle* en el estero Garrapatas, en el cual la depredación fue alta y la sobrevivencia nula. Respecto al reclutamiento de *R. mangle* en la laguna de la Costa, que fue mucho más alta río arriba que en la boca y en zonas iluminadas que bajo la sombra, presenta semejanza con evaluaciones de reclutamiento en especies como *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa* en Australia (OGrady *et*



al., 1994). Por otra parte la presencia de lechos de pastizales marinos sirven para la fijación de plántulas de *R. mangle*, tanto para la Laguna de San Andrés como para La Costa, quizá debido a que estas especies contribuyen a fijar los sedimentos, bajo la interacción de los agentes floculantes que derivan del mismo manglar, que permite que en estas zonas exista una amplia claridad del agua y condiciones más apropiadas para el establecimiento de los rodales (Wolansky et al., 1997).

Los resultados obtenidos muestran que las especies estudiadas presentan mecanismos diferentes acerca de su dispersión en el área. Básicamente *A. germinans* es una especie que soporta mayores periodos de flotación y posibilidades de alcanzar consecuentemente mayores distancias para su ocupación, sin embargo, la reducida tasa de sobrevivencia genera desventajas respecto a *L. racemosa* para la ocupación del suelo en el tiempo inmediato. Esta última especie muestra una capacidad superior a la anterior en lo que concierne a los parámetros biológicos citados propiciando una mayor capacidad de ocupación del suelo inmediato, pero una desventaja en la dispersión a distancia, debido al hundimiento continuo de las semillas por efecto de la embibición.

Los valores registrados en el reclutamiento de plántulas confirman lo sugerido por Jiménez y Sauter (1991) al marcar una adaptación diferencial al suelo y la hidrodinámica entre las especies de mangle. La relación inversa entre el reclutamiento y la altura, al final del periodo de estudio, coincide con lo reportado por Flores, (1994), destacando que actualmente el manglar está incrementando la superficie ocupada.

Los sitios deforestados donde Gloria et al (1993) estudiaron el reclutamiento durante tres años a partir de 1992, actualmente están cubiertos por un bosque joven de *L. racemosa* con una densidad promedio de 4 ind.m<sup>-2</sup>, altura de 3.0 m y dap mayores a 4.0 cm, los cuales iniciaron su producción frutal a los 4 años de edad, confirmando el hecho de que los bosques de mangle blanco muestran la más alta tasa de recuperación.

#### **7.4. Germinación**

Uno de los rasgos más sobresalientes de los ensayos de germinación es haber constatado los supuestos del reclutamiento natural, ya que se estableció que tanto *L. racemosa* como *A. germinans* soportan salinidad y sumersión, lo que contribuye a su dispersión. Sin embargo, la tasa mayor de emergencia observada en la primera especie es un rasgo biológico que confirma su capacidad de invadir el suelo más rápidamente, respecto a la otra. Además *L. racemosa* exhibe una mayor sobrevivencia en baja salinidad, respecto a *A. germinans*, que se infecta por hongos, lo cual puede ser un indicio de la ésta última especie está más bien adaptada a soportar mayores tiempo de exposición a la salinidad. Todo lo anterior se corrobora con la mayor flotabilidad observada en *A. germinans*, con lo que se puede deducir que la zonación observada en condiciones naturales es un fenómeno de adaptabilidad y no de estados sucesionales de la vegetación. Estos aspectos son coherentes con lo citado por Rabinowitz op. Cit., respecto a que la viabilidad de los propágulos en agua marina es de 35 días para *L. racemosa*, de 110 días para *Avicennia germinans* y hasta de un año para *Rhizophora mangle*.

#### **7.5. Efectos de los tensores en el desarrollo de los manglares.**

Uno de los rasgos globales más relevantes de este trabajo es la relación existente entre el desarrollo de los bosques de manglar con las condiciones edafo-climáticas de la región y los factores de perturbación (o tensores) presentes en los bosques de manglar. Climáticamente la precipitación influye directamente en la cantidad de escurrimientos y estos a su vez en la frecuencia de lavado del suelo, propiciando la dilución de la salinidad intersticial (Mitsch y Gosselink, 1993), liberando a las raíces de los efectos tóxicos de la misma y de los productos de la descomposición anaeróbica microbiana, favoreciendo el crecimiento (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983; Nguyen, 1998). Aunque sin datos precisos de las precipitaciones de la zona más norteña, correspondiente a la Laguna de San Andrés, el clima presente en esta zona ( $ACw_0$ , cociente  $P/T < a 44.5$ ) es más seco que el correspondiente a la zona de Tampico ( $Aw_1$ , cociente  $P/T > a 53.5$ ), como lo constató también Cruz (1983), lo cual es un indicativo de que conforme aumenta la latitud el índice de precipitaciones y el cociente  $P/T$  desciende drásticamente, generando un déficit

hídrico que disminuye el intercambio entre agua dulce y marina, que influye en consecuencia en la tasa de salinización del sustrato del piso de los manglares, propiciando el gradiente ascendente sur-norte de la salinidad intersticial del suelo, como se observó en este estudio.

En primer término los efectos de los tensores están más íntimamente relacionados con los cambios en el régimen hidráulico (de las cuencas y lagunas donde se encuentran los manglares estudiados), que con otros factores de perturbación. A lo largo de la franja costera evaluada, en la misma dirección sur-norte, se presenta un aumento en el desarrollo agrícola y ganadero de los municipios localizados al norte de Tampico, que sustentan los índices de erosión edáfica más elevados del sur de Tamaulipas (Worbis *et al.*, 1994), los cuales contribuyen con mayores tasas de sedimentos y salinización a los escurrimientos, tal como ocurre con la microcuenca del río Tigre, el afluente de la laguna de San Andrés. En esta zona la influencia de estos escurrimientos, el represamiento y la influencia marina sobre el río han propiciado que se presente un incremento de la salinidad del agua y del suelo, que influye negativamente en el desarrollo apropiado de los bosques de manglar, valores que se corroboran con la correlación negativa estrecha entre la altura y el desarrollo de los rodales (IC) con la salinidad intersticial observada en dirección norte-sur (Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983), la cual se agrava en medida de que se represa y extrae agua dulce para las actividades de las microcuencas hidrológicas que se presentan en este gradiente (Comisión Nacional del Agua, 1997).

Las dos zonas de manglar con daños severos relacionados con los cambios hidráulicos son el estero Garrapatas y las Marismas de Altamira, uno por el efecto de inundación por represamiento y la otra por desecación y reducción del aporte de agua dulce, que ocasionó la muerte casi total de los manglares, efectos que han sido documentados ampliamente en relación con la desaparición total de los bosques asociado a los tensores en un gradiente latitudinal (Mitsch y Gosselink 1993, Hussain 1995), cuando tales factores inciden en forma aguda. Sin embargo, tal como ocurre actualmente en las Marismas, la eliminación o disminución del factor de tensión al permitir la entrada y almacenamiento de agua dulce, así como

el contacto con la marejada por la apertura de bocas por efecto de los ciclones, a contribuido a la instalación de rodales incipientes que pueden revertir el proceso ya iniciado y constituir nuevos bosques.

En segundo término se encuentra el cambio en el uso del suelo para desarrollo urbano, industrial o pecuario. Para los dos primeros, los efectos consisten en la eliminación completa del manglar y el relleno del suelo con materiales terrigenos alóctonos, situación semejante a la que se presenta cuando se realizan rellenos para carreteras y caminos. Sin embargo para la ganadería su mayor influencia radica en que se compacta el suelo, con lo que se crean condiciones adecuadas para la instalación de comunidades de especies halotolerantes transportadas en las heces del ganado, tales como *Parkinsonia aculeata*, *Mimosa pigra*, *Acacia cornigera*, *A. farnesiana* o *Trichilia havanensis*, que favorecen la sucesión de comunidades secundarias desde herbáceas hasta arbóreas, que desplazan también al manglar, aunque en tal caso estas especies no son halófitas y por lo tanto no compiten estrictamente con los manglares (Lugo 1998), por lo que el desplazamiento es una causa del cambio en la calidad del suelo. En tales casos el efecto de borde (Botkin y Keller 1997), como resultado de la fragmentación, tiene como consecuencia la instalación de diferentes comunidades vegetales halotolerantes que intervienen por interferencia biótica (Hussain 1995) competitivamente con el desarrollo de los rodales, afectando las tasas de reclutamiento de plántulas y el crecimiento del bosque.

En tercer termino se ubican aquellos factores cuyas influencias no representan un daño severo a las comunidades en vista de que su presencia ocurre de forma puntual y separada, como en le caso de la basura o los incendios, que aunque intervienen negativamente en las tasas de regeneración y en el desplazamiento por efectos de erosión, destrucción directa o propician la invasión por otras comunidades, no han intervenido significativamente en el desarrollo de los rodales, porque parte de esta vegetación ha contribuido a aumentar el reclutamiento de plántulas, como se discute posteriormente.

## **7.6. Posibilidades para el manejo sustentable de los manglares**

Debido al problema de la pérdida de extensión de los manglares a nivel mundial, el manejo racional del manglar se hace cada día más imperante y necesario. La mayor tendencia de conservación y protección de los ecosistemas de manglar está dirigida al manejo sustentable, mientras que otra proporción se dedica al establecimiento de áreas naturales protegidas. Sin embargo la decisión se debe tomar una vez que se ha realizado una evaluación concienzuda del recurso y se determinado la alternativa de conservación más apropiada, especialmente porque en muchas regiones son fuentes de recursos económicos para las poblaciones de bajos recursos económicos, sea en forma de productos directos, como madera para combustible o construcción, o indirectos si de ello dependen las pesquerías de algún cuerpo lagunar o costero.

Evaluando la optimización del proceso de construcción de las charangas se obtuvo un ahorro neto de 630 hrs/trabajo (US\$290.13), equivalente al 24% del costo total de construcción de una charanga. Aplicando un sistema de corte total en franjas del área requerida, se permite recuperar, vía la producción de carbón por el sistema de tanques, una derrama económica potencial adicional, proveyendo de nuevos recursos financieros durante los 6 meses de la veda de pesca del camarón.

El método con **tanques de carbonización** es una adecuación tecnológica de los hornos industriales proporcionando los mismos resultados a diferencia de que los costos son relativamente mas bajos, haciendo factible su utilización. Una de las *principales ventajas de esta técnica* es que también tiene adaptada en su parte posterior una chimenea, la cual ayuda a tener un mejor control de las emisiones contaminantes resultantes de la carbonización, además de que puede aplicarse un proceso **alterno de destilación** para el aprovechamiento de residuos químicos (brea, vinagre de madera), los cuales tiene un gran valor comercial.

El análisis de los métodos anteriores arrojó como resultado la factibilidad del uso del método de hornos de tanque debido a que el tiempo de proceso es menor y

la inversión del equipo esta dentro de las posibilidades para una producción de carbón acorde con la economía de la zona lagunar en el norte de Veracruz.

El estado de contaminación acuática de muchas costas mexicanas es crítica y requiere soluciones prácticas, económicas y de fácil aplicación, que permitan revertir esta condición. La desembocadura del río Pánuco, localizada en las cercanías de la ciudad de Tampico, En el Golfo de México, recibe la descarga de una cuenca que comprende parte del área de descarga de la sub-cuenca del río Tamesí (Guayalejo), uno de los últimos afluentes de agua dulce del Pánuco, de donde se obtiene agua para el abastecimiento urbano e industrial de la ciudad. La calidad del agua del río Pánuco se encuentra fuertemente influenciada por las descargas de aguas residuales de su sistema tributario, que incluye los estados de México, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, norte de Veracruz y Sur de Tamaulipas, así como descargas de aguas residuales urbanas locales y muchas otras irregulares en las áreas periféricas que se vierten directamente sobre las lagunas aledañas y los manglares periféricos.

La sub-cuenca del río Tamesí, cuyas descargas deltáicas conforman un complejo lagunar salobre dentro del cual los contaminantes, como el plomo, se distribuyen en las tramas tróficas hasta alcanzar las comunidades humanas con riesgos a la salud. Los resultados muestran que el manglar funciona como un biofiltro de alta eficiencia en la depuración de plomo y otros contaminantes, evidenciando la necesidad de propiciar su conservación y buscar su aprovechamiento en la remediación de aguas contaminadas, que aunque actualmente es limitado, no se descarta su uso (Mitsch y Gosselink, 1993). Normativamente la utilización de los manglares como remediadores no es una práctica recomendada (Tchobanoglous, 1996, ). Sin embargo el elevado grado de contaminación de los ríos, lagos y mares mexicanos, por el reducido control de descargas industriales y urbanas generan un problema de contaminación que puede abordarse utilizando la fitoextracción como medida apropiada (Cole, 1998).

El grado de concentración del plomo en el agua refleja el control de vertido de contaminantes en los cuerpos de agua nacionales, los cuales pueden abatirse aplicando la fitoextracción como una medida que potencialmente promueve la

conservación y protección de las comunidades de manglar y el aprovechamiento experimental racional de la biodiversidad vegetal de los humedales mexicanos

## VIII. Conclusiones

- 1) Por la gran influencia de los aportes de agua dulce del río Pánuco al sistema lagunar, los manglares de la laguna de la Costa pueden considerarse limítrofes en cuanto al máximo desarrollo grado de distribución y desarrollo alcanzado por estas comunidades, especialmente en lo concerniente a la presencia de 4 de las 5 especies de mangle del Golfo de México, así como la más alta densidad, altura y biomasa producida.
- 2) De las cuatro especies de mangle determinadas, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn es la más importante económica y ecológicamente, debido a que es la que ocupa mayor extensión, densidad, producción de biomasa, importancia forestal maderable y fijación de contaminantes. Le siguen en importancia *Avicennia germinans* L., *Rhizophora mangle* L. y *Conocarpus erecta* L.
- 3) Respecto a la diversidad botánica existente en los manglares (que ha sido poco estudiada), se distingue una relación directa con los factores de perturbación, por lo que pueden ser valiosos indicadores de afectación.
- 4) La salinidad y el aporte de agua son dos factores que limitan el desarrollo de los manglares, predominantemente por encima del clima, mientras que la distribución y zonación responde a la adaptabilidad diferencial de los propágulos de las especies. *A. germinans* muestra una mejor capacidad de transporte a larga distancia y resistencia a la salinidad, en comparación con *L. racemosa* que presenta menor tiempo de flotación, baja resistencia a la salinidad y una ocupación del suelo inmediato a donde se producen los propágulos.
- 5) La vegetación existente en el ecotono (acuático y terrestre), contribuye al proceso de reclutamiento, tanto porque funciona como una barrera de protección contra la destrucción mecánica (pastoreo, destrucción, abrasión, etc), como por actuar como barrera para la dispersión.
- 6) El sistema actual de explotación de la madera para charanga infringe un daño a la conservación y estabilidad de los bosques, al propiciar la vejez de los



mismos, lo que se transfiere en una pérdida de recursos forestales potenciales hasta en un 70%, contribuyendo a la disminución de los recursos disponibles para las comunidades rurales.

- 7) Las franjas densas de reclutamiento en el borde terrestre pueden ser indicativas de una elevación del nivel del mar, o de una mayor descarga de agua por los ríos Tamesí y Pánuco, lo cual puede estar contribuyendo a compensar las pérdidas de extensión por las actividades antropogénicas.
- 8) Desde el punto de vista forrajero, las cuatro especies pueden aprovecharse como alimento alternativo para el ganado, siendo *C. Erecta* la más aprovechable, en comparación con las otras especies. Sin embargo, la acumulación de los metales pesados dentro de los tejidos de las especies puede representar un riesgo en la transferencia biológica de estos contaminantes.
- 9) Los manglares pueden utilizarse como agentes de remediación de contaminantes (metales pesados), especialmente porque estos compuestos quedan fijados en la biomasa de la madera, manteniendo una baja recirculación, en comparación con especies herbáceas.
- 10) Considerando los factores de perturbación, los represamientos y drenado de los humedales son dos de los factores de mayor influencia negativa en la conservación de estos recursos. Además, la existencia de más de un factor de perturbación incide negativamente de forma aditiva o multiplicativa en el estado de conservación del recurso.

Tomando en cuenta todos los aspectos anteriores, existe el riesgo de una pérdida intesiva de los manglares de la región evaluada, si no se establece una estrategia racional y equilibrada de aprovechamiento de estos bosques, para lo que este estudio funda las bases para su consecución.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Ante la situación actual de las comunidades rurales de las zonas lagunares y sus métodos de allegarse de recursos financieros, es urgente la necesidad de generar un movimiento económico que proporcione los medios necesarios de sobrevivencia durante las vedas de las pesquerías.
2. Evaluando el sistema actual de explotación forestal y el estado normativo para estos recursos es necesario y posible establecer procesos alternos de transformación de la materia prima que aseguren las existencias y minimicen el impacto negativo, el cual repercutirá sobre estas comunidades.
3. Considerando las alternativas de aprovechamiento sustentable de los recursos es factible la puesta en marcha de una planta productora de carbón, la cual redundará en nuevos medios de allegamiento de capital, contribuyendo además a la conservación de los bosques.
4. Es imperioso la integración más intensa de las prácticas multidisciplinarias en el manejo de los recursos naturales, toda vez que estas acciones permitirán abrir nuevos campos de desarrollo profesional .
5. El nivel de contaminación de Plomo está por encima del límite máximo permisible en aguas costeras, superando considerablemente los mismos límites para las aguas de uso potable. Además, el aporte de plomo sobre la comunidad de manglar puede representar un peligro potencial de transferencia a las tramas tróficas, con sus posibles implicaciones ecológicas en la vida silvestre, lo cual debe tenerse en cuenta en la evaluación de la contaminación acuática. De lo anterior se desprende que una de las primeras líneas de investigación a seguir será la de definir la dinámica en el flujo de masas en casos específicos que se presenten dentro del ecosistema analizados.
6. El manglar es una comunidad boscosa de alto valor ecológico por las cualidades de fijar biológicamente el Plomo, nutrientes y otros metales pesados disueltos en el agua, mismos que en parte se reciclan a través de la hojarasca que se

desprende durante el desarrollo del bosque. La biomasa fijada como madera es el reservorio mayor de Plomo, el cual puede eventualmente retornar cuando el árbol muere, de otro modo se exporta como madera, cuyo tiempo de retorno puede ser alto, o queda fijado como biomasa viva. Aun cuando la cantidad del plomo fijado es relativamente baja respecto al aporte que recibe, la tasa de fijación observada representa una alternativa de aprovechamiento del manglar, la cual se puede especificar mediante la puesta a prueba de unidades de tratamiento experimental utilizando especies de mangle.

7. La extensión actual y el posible incremento en superficie ocupada por los manglares ofrecen la posibilidad de aprovechamiento de la madera, sin embargo la dependencia de otras fuentes productivas como la pesca, la vida silvestre y la capacidad depuradora de estos ecosistemas exigen la necesidad de desarrollar planes de manejo racional que aseguren la sostenibilidad.
8. En el aspecto forestal deberá hacerse especial énfasis en los métodos de cosecha, técnicas de reforestación, biología de la germinación y la aplicación de regulaciones legales efectivas.
9. Respecto a los diferentes grados de daño de los ecosistemas estudiados, se recomienda que tanto el estero Garrapatas, como la laguna del Carpintero sean declaradas áreas de protección de los recursos, con esquemas de restauración del daño. Para la laguna La Costa se recomienda que la porción norteña se dedique a la conservación, mientras que algunas zonas de la porción sur puedan dedicarse al manejo forestal sustentable.
10. Los valores registrados durante este estudio para estas comunidades pone en evidencia por un lado la inexistencia de información concreta sobre estas comunidades a esta latitud, así como las deficiencias en la valoración de estos recursos para diferentes fines productivos y ecológicos de los ecosistemas mexicanos.
11. Todos los valores obtenidos muestran que los manglares estudiados constituyen un recurso ecológico y productivo para la zona de alto valor, el cual está fuertemente subestimado, por lo que es necesaria su conocimiento y

análisis, en el que los esfuerzos institucionales de investigación sobre estos recursos, que son fragmentarios, así como la posible aparición de una reglamentación ambiental más efectiva a todos los niveles de gobierno, incluyendo la municipal, que podrán ser esquema que genere el interés para desarrollar un sistema de información y educación sobre de los recursos del área, que amplíe el conocimiento de la riqueza paisajista de la zona y contribuya a revertir esta tendencia.

## X. LITERATURA.

- Abrego F. C. 1994. Situación de los bosques salados en el Salvador. In Suman D.O. 1994. *El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación*. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Fundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Aksornkoae, S. 1993. *Ecology and Management of Mangrove*. IUCN - The World Conservation Union. Bangkok, Thailand. 1-176 pp.
- Aksornkoae S. 1995. *Ecology And Biodiversity Of Mangrove*. Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Thailand. In: *Utilization of Mangrove Area in Different Region of Thailand, 1993. The ninth National Seminar on Mangrove Ecology*, Royal Forestry Department, Department of Fisheries, Land Development Department & National Research Institute. Natural Research Council of Thailand, Thailand. 1-33 pp.
- Alvares-Pérez, M. G. 1992. *Estimación de la producción de hojarasca de la comunidad de manglar en el canal "El Chijol", municipio de Cd. Cuauhtémoc, Veracruz, México*. Tesis de licenciatura, Universidad del Noreste A.C., Tampico, Tam., México. 1-76 pp.
- Anónimo (a). 1996. *Virgin Islands Mangroves: An Ecosystem in Jeopardy*. V.I. Department of Planning and Natural Resources, Division of Fish and Wildlife, U.S. Fish and Wildlife Service, USA. 1-2 pp.
- Anónimo (b). 1995. *The mangrove resource*. In: *Utilization of Mangrove Area in Different Region of Thailand, 1993. The ninth National Seminar on Mangrove Ecology*, Royal Forestry Department, Department of Fisheries, Land Development Department & National Research Institute. Natural Research Council of Thailand, Thailand. 1-33 pp.
- Anónimo (c). 1996. *Biodiversity and mangroves*. Sierra Club of Canada, 412 -1 Nicholas St., Ottawa, Ontario, K1N 7B7, Canada. 1-4 pp.

- Anónimo (d). 1998. Small island environmental management: Unit C10: Mangroves. UNEP Islands Web Site, UN System-Wide Earthwatch Coordination, UNEP, Geneva. 1-2 pp.
- Anónimo (e). 1998. Mangroves: Introduction to Mangroves, Common Mangrove Species in the Florida Keys y Threats to Mangroves. In: <http://www.reefrelief.org/document/mangrove.html> 1-6 pp.
- Aragón de R. B., A. Barrios y L. De León G. 1994. Los manglares de Guatemala. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Bacon P. R. 1997. The Role of the Ramsar Convention in Mangrove Management. *Intercoast Network: International Newsletter of Coastal Management (Special Edition 1, March 1997, pp. 25-26)*, Coastal Resources Management Project. University of the West Indies, Trinidad. 25-26 pp.
- Barr C. 1997a. An economic analysis of alternative mangrove management strategies in Koh Kong province, Cambodia. International Development Centre, Ottawa, Canada. 1-46 pp.
- Barr C. 1997b. The Economic Valuation of Mangroves: A Manual for Researchers. International Development Centre, Ottawa, Canada. 1-62 pp.
- Barbier E. B., Acreman M. y Knowler D. 1997. Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. 1-115 pp
- Bodero A. 1994. Los manglares en Ecuador. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.

- Botkin D. y E. Keller. 1997. *Overview of Habitat Fragmentation*. Historical Multimedia Productions, Inc. - Educational Archives Services. Environmental Science - Earth As a Living Planet, John Wiley & Sons, Inc. USA. 1-12 pp.
- Brinson M.M. Riverine forests. In: Lugo, A. E., M. Brinson y S. Brown. 1990. *Ecosystems of the world 15: Forested wetlands*. Elsevier Pub. Amst., Oxford, New York and Tokio. Briton, J. C. y B. Morton. 1989. *Shore ecology of gulf of México. Mangrove Shores*. Univ. Of Texas Press. Austin. Tx. USA. 222-240 pp.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1977. *Fields and laboratory methods for general ecology*. W.M.C. Brown Pub. USA. 1-185 pp.
- Castillo R. S. y Garza I.M. 1993. *Evaluación del nivel de Plomo en el mejillón de roca Modiolus americanus En la escollera norte playa Miramar y playa Altamira, Tamamaulipas, México*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1-45 pp.
- Chapman V. J. 1975. *Mangrove Biogeography*. In: G. Walsh. *Proc. Int. Symp. On Biology and Management of Mangroves*. Hawaii. I: 3-22.
- Cintron, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. *Introducción a la ecología del manglar*. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para las Americas y el Caribe - Rostlac, Montevideo, Uruguay. 1-109 pp.
- Clough B. F. 1983. *Mangrove ecosystems in Australia. Structure, function and management*. Australian Institute of Marine Science. Australia. 1-302 pp.
- Cole, S. 1998. *The emergence of treatment Wetlands*. Environmental Science and Technology, May 1, American Chemical Society, USA. 1-16 pp
- Commonwealth of Australia. 1999. *Australian Mangrove Species*. Environment Australia Online, Department of the Environment and Heritage, GPO Box 787 Canberra ACT 2601, Australia. [www.erin.gov.au/sea/seascapes/mangroves/mangr\\_index.html](http://www.erin.gov.au/sea/seascapes/mangroves/mangr_index.html) 1-2 pp.

- Comisión Nacional del Agua. 1997. Registros hidroclimatológicos de la región de Tampico. SEMARNAP, México.
- Comisión Nacional del Agua. 1997. Registros de descargas y aprovechamientos del agua en la región Noreste. SEMARNAP, México.
- Contreras, F. 1988. Las lagunas costeras mexicanas, México. Centro de Ecodesarrollo. S.H.C.P. México. 1-234 pp.
- Cruz Cisneros, R. 1983. Clave para determinar la fórmula climática de una estación meteorológica, según el sistema de Köppen modificado por E. García. IPN, Esc. Nal. C. Biol., Depto. Bot., Lab Ecol. Veg. Mex. 1-14 pp.
- Delgadillo, J., M. Peinado, M. De la Cruz, J. M. Martínez-Parras, F. Alcaráz y A. De La Torre. 1992. Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. Act. Bot. Mex. N° 19: 1-36.
- Duke J. A. 1983. *Conocarpus erectus* L., Combretaceae, Button mangrove. Handbook of Energy Crops (unpublished). New Crop Resource Online Program. Center for New Crops & Plant Products, Purdue University, West Lafayette, In., USA. 1-2 pp.
- Estrada C. A. E. y J. S. Marroquín. 1988. Leguminosas de Nuevo León. I. Sinopsis de las especies de Linares. Reporte Científico Num 9. Fac. de C. Forestales. Univ. Aut. De Nuevo León, México. 1-34 pp.
- Epstein P. R. 1998. Climate Changes and Health. Harvard Medical School. Center for Health and the Global Environment. Climate Change Campaign, WWF.
- Escobedo, S. M.G. y Z.B.A. Quiróz. 1993. Determinación de Hierro, Cromo y Níquel en el ostión *Crassostrea virginica* de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1-56 pp.
- FAO. 1985. Mangrove management in Thailand, Malaysia and Indonesia. FAO Environment Paper no. 4. Rome, Italy. 1-60 pp.



- Fay, J. J. 1980. Nyctaginaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 13. Xalapa, Ver., México.
- Fernández Nava, R. 1986. Rhamnaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 50. Xalapa, Ver., Mexico.
- Finlayson C.M. y N.C. Davidson. 1999. Examen global de los recursos de los humedales y prioridades de los inventarios de humedales. Informe Resumido de Wetlands International y el Environmental Research Institute of the Supervising Scientist (Australia) para la Oficina de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Iran, 1971).
- Field, B.C. 1996. Economía y medio ambiente. McGraw Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia. 1-42 pp.
- Fletcher S.1995. International Forest Agreements: Current Status. International Environmental Policy Environment and Natural Resources Policy Division. In: Environmental Science - Earth As a Living Planet, por Daniel Botkin and Edward Keller. John Wiley & Sons, Inc. 1997. 1-10 pp.
- Flores, B. J. de J. 1994. Impactos y estresores en el manglar del delta de Tamesí, Tamaulipas, México. Tesis de licenciatura, Universidad del Noreste A.C., Tampico, Tam., México. 1.52 pp.
- Ford, D.I. 1986. Portulacaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 51. Jalapa, Ver., México.
- Foroughbakhch R., G.Reyes, L.A. Háuad y M. H. Badii. 1996. Three methods of determining leaf biomass on ten woody shrub species in northeastern México. *Agrociencia* 30: 259-264.
- Fulai S. 1997. Public Environmental Expenditures: A Conceptual Framework Macroeconomics for Sustainable Development Program Office (MPO) World Wide Fund For Nature. <http://www.panda.org/mpo/>. 47 pp.
- Gama C., L.; H. Narane y N. P. Moreno. 1985. Turneraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 47. Xalapa, Ver., Mexico.

- García S., S. 1998. Asesor Técnico, Federación regional de Cooperativas Pesqueras del Norte de Veracruz, Pueblo Viejo, Veracruz, México.
- Gentry, A. H. 1982. Bignoniaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 24. Jalapa, Ver., México.
- Gloria L. F. J., J. Flores B., L. Sánchez L y A.E. Céspedes C. 1993. El impacto del libramiento Poniente en el manglar del delta del Tamesí, Tamaulipas, México. II Simposio Regional de Biología y Ecología. 17-19 Junio. Fac. de C. Biológicas. Universidad del Noreste. Tampico, Tam. Mex. 1-38 pp
- Gomez Ruelas, N. H. 1985. Contribución al conocimiento florístico de las Pteridophyta en el estado de Tamaulipas. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad del Noreste A. C. 1-138 pp
- Gobierno del Estado de Tamaulipas, Poder Ejecutivo, Secretaria General de Gobierno. Sábado 8 de Octubre de 1994. Acuerdo gubernamental de la declaratoria de reservas, usos y destinos, del Plan Director Urbano del Area Metropolitana de la desembocadura del río Pánuco, del Estado de Tamaulipas. Versión abreviada de la actualización del Plan Subregional de Desarrollo Urbano del Area Metropolitana del río Pánuco.
- Gu'nn, C. R., J. M. Andrews y P. J. Paradine. 1984. Stranded seeds and fruits from Yucatan península. An. Inst. Biol., Serie Botánica. Vol. 47-53, 21-60.
- Haynes, R. R. 1984. Alismataceae. Flora de Veracruz. Fascículo 37. Xalapa, Ver., Mexico.
- Hernández, S., L., C. González Romo y F. Gonzales Medrano. 1991. Plantas Útiles de Tamaulipas. An. Inst. Biol. Serie Botánica 62 (1):1-38.
- Hurtado G. N. 1994. Estudio de caso: Manejo y uso adecuado de los recursos de manglar en Estero Real, Nicaragua. 1994. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric

- Science, Miami, Florida y The Tinker Fundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Howard G. 1999. *Especies invasoras y humedales*. La Convención sobre de Humedales Ramsar COP7 DOC. 2. 7a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), San José (Costa Rica), 10 al 18 de mayo de 1999. 1-12 pp.
- Hussain Z. 1995. *Current Status Of The Management Of Mangrove Forest In Asia*. Head Regional Coordination Office, IUCN-The World Conservation Union, Asian Institute of Technology, Thailandia. 1-21 pp.
- INEGI. 1982. *Cartas de Tampico: Climatología, topografía, hidrología subterránea y uso del suelo y vegetación*. S.H.C.P. México.
- Jiménez J.A. 1985. *Rhizophora mangle* L., Red mangrove, Rhizophoraceae Mangrove family. U.S. Government Printing Office. USA. 1-2 pp.
- Jiménez, J.A. And K. Sauter. 1991. *Structurs and Dinamics of Mangrove Forest Along a Flooding Gradient*. Estuaries Vol. 14, Nº 1, p. 49-56.
- Kolluru, R.V. 1994. *Environmental Strategies Handbook*. McGraw Hill, Inc. U.S.A. 30-57 pp.
- Lange, R. T. 1986. *Influence analysis in vegetation*. Australian Journal of Botany 16: 555-564.
- Lankford, R. R. 1977. *Coastal lagoons of México, their origen and clasification* . *Stuarine Processes*, Vol. II, Acad. Press. Inc. New York, San Francisco, London, G.B.
- Lawrence, G. 1951. *Taxonomy of vascular plants*. THE MacMillan Company: New York, USA.
- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA). 1996. *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Diciembre 12 de 1996.

- Lind, O. T. 1985. Handbook of common methods in limnology. Kendall/Hunt. Pub. Co. 2d. Ed. U.S.A. 1-235 pp.
- Loa L. E. 1994. Los manglares de México: Sinopsis general para su manejo. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 257 pp.
- Lot-Helgueras A., C. Vázquez-Yanes y F.Menéndez. 1974. Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf Coast of México. Rep. From Proceedings in the international Symposium on Biology and management of mangroves, October 8-11, East-West Center, Honolulu, Hawaii. 1-13 pp.
- Lot, A. y F. Chiang, 1986. Manual de herbario. administracion y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. 1-142 pp
- Lot, A. y A. Novelo. 1990. Forested wetlands of México. In: Lugo, A. E., M. Brinson y S. Brown. 1990. Ecosystems of the world 15: Forested wetlands. Elsevier Pub. Amst., Oxford, New York and Tokio. 1-493 pp
- Lugo A. E. 1998. Mangrove forests: a tough system to invade. USDA Forest Service. International Institute of Tropical Forestry. Post Office Box 25000. Gainesville, Florida 32604, USA. 1-23 pp.
- Lugo, A.E. 1990. Fringe wetlands. In: Lugo, A. E., M. Brinson y S. Brown. 1990. Ecosystems of the world 15: Forested wetlands. Elsevier Pub. Amst., Oxford, New York and Tokio. 1-493 pp
- Lugo, A.E., S. Brown, and M.M. Brinson. 1988. Forested wetlands in freshwater and salt-water environments. *Limnology and Oceanography* 33:894-909.
- Lugo, A. E., M. Brinson y S. Brown. 1990. Ecosystems of the world 15: Forested wetlands. Elsevier Pub. Amst., Oxford, New York and Tokio. 1-493 pp

- Lugo, A. E., S. Brown y M. Brinson. 1990. Concepts in wetland ecology. In: Lugo, A. E., M. Brinson y S. Brown. 1990. Ecosystems of the world 15: Forested wetlands. Elsevier Pub. Amst., Oxford, New York and Tokio. 1-493 pp
- MacMillan C.. 1986. Isozyme patems among populations of black mangrove, *Avicennia germinans*, from the Gulf of México-Caribbean and Pacific Panama. Contribution in Marine Science. Vol. 29:17-25.
- Martínez R. F. 1994. Status del manejo de y Reglamentación de los Manglares en Puerto Rico. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Fundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Martínez, M. y A. Novelo. 1993. La vegetación acuática del estado de Tamaulipas. An. Inst. Biol. Serie Botánica 64 (2): 59-86.
- Martínez y Ojeda, E. y F. Gonzáles-Medrano. 1977. Vegetación del sudeste de Tamaulipas, México. Biótica 2(2): 1-45.
- Mas J.F., A. Pérez Vega, Gerardo Palacio Aponte y D. Zárate Lomeli, 1997, Assessing Deforestation in the Coastal Zone of the Campeche State, Mexico, Proceeding of the IV International Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, Orlando, Florida, 17-19 March 1997, Vol. I, 593-602 pp.
- Menéndez C. L., A. Priego S. y R. Vandama C. 1994. Una propuesta de Plan de Manejo Integrado de los Manglares. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Fundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- McGuiness K.A. 1997a. Dispersal, stablishment and survival of *Cerriops tagal* propagules in a north Australia Mangrove forest. Oecologia. 109(1):80-87.

- McGuinness K.A 1997b Seed predation in a tropical mangrove forest- a test of the dominance-predation model in Northern Australia. *Journal of Tropical Ecology*. 13(part 2):293-302.
- Mitsch, W. J. y J. G. Gosselink. 1993. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
- Moctezuma E. 1998. Pobreza extrema y deterioro ambiental, reto conjunto. *Teorema* Año 5, Número 19.
- Mora Olivo, a. 1988. plantas acuáticas y semiacuáticas de las lagunas del Chairel y de Tancol, Tampico, Tamaulipas, México. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1-221 pp.
- Moreno, M.E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tesis de Licenciatura, Instituto de Biología, Univ. Nal. Auton. de México. 45-89 pp.
- Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Willey and Sons.
- Nash, D.L. 1979. Hydrophyllaceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 5. Jalapa, Ver., México.
- Nash, D.L. y N. P. Moreno. 1981. Boraginaceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 18. Jalapa, Ver., México.
- Nash, D.L. y M. Nee. 1984. Verbenaceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 41. Jalapa, Ver., México.
- Nee, M. 1984a. Salicaceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 34. Jalapa, Ver., México.
- Nee, M. 1984b. Solanaceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 49. Jalapa, Ver., México.
- Nguyen H.P. 1998. Impact on VietNam: The mangrove ecosystem. *Mangrove Ecosystem Research Centre, Hanoi national Pedagogic University, Hanoi, Viet Nam*. 1-2 pp

- OGrady A.P., K.A. McGuinness y D. Eamus 1994. The abundance and growth of *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa* in the low shore zone of Darwin Harbour, Northern Territory. *Australian Journal of Ecology*. 21(3)272-279.
- Oyuela O. 1994. Los manglares del Golfo de Fonseca. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 257 pp.
- Osorio O. 1994. Situación de los manglares de Panamá. 1994. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Pacheco, L. 1981. Ebenaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 16. Jalapa, Ver., México.
- Palacios F. J. 1994. Determinación de Plomo en la lisa *Mugil cephalus* en la escollera norte del río Pánuco en Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1-65 pp
- Palminteri S., G. Powell, R. G. Ford y J. Casey. 1998. Aplicaciones de un SIG asequible para el usuario a la conservación de los humedales a nivel de sitio. La Convención sobre de Humedales. Ramsar COP7 DOC. 19.4. Sesión Técnica IV: Instrumentos para evaluar y reconocer los valores de los humedales Documento 4, 7a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), San José (Costa Rica), 10 al 18 de mayo de 1999. 1-13 pp.
- Pérez Caro, Dora Alicia. 1998. Centro de Investigación y Tecnología para el Saneamiento del Agua. Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas A.C. Altamira, Tamaulipas, México.

- Pecina Carrizales Gonzalo. 1998. Depto. de Proyectos Especiales, Dirección General de Obras Públicas, H. Ayuntamiento de Tampico, Tamaulipas, México.
- Poggie Jr., J. J. 1962. Coastal pioneer plants and habitat in the Tampico region, Mexico. Technical Report nº 17, Part V. Coastal Studies Institute, Louisiana State Univ. 1-42 pp.
- Pizarro F. y H. Angulo. 1994. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Quarto A. 1999. The mangrove forest. Mangrove Forest Ecology. Working Paper, Mangrove Action Project, USA. 1-12 pp
- Rabinowitz, D. 19780. Dispersal properties of mangroves propagules. *Biotropica* 10:47-57.
- Rahman, M. M. y D.H. Banu. 1997. Bangladesh Sundarban - The Largest Mangrove Forest of the World and Its Resources. Botany Department, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka, Bangladesh. 1pp
- Ramirez C.L.C.. 1994. Determinación de la concentración de Cadmio en las plantas halófitas *Ipomoea pes-caprae* y *Sesuvium portulacastrum* en las playas de Cd. Madero y Altamira, Tam., Mex. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1.37 pp.
- Reed D. and F. Sheng. 1998. Macroeconomic Policies, Poverty and the Environment. Macroeconomics Program Office (MPO), WWF. <http://www.panda.org/mpo/>. 1-49 pp.
- Rodríguez D. 1994. Situación actual de los manglares en Venezuela. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Marine and Atmospheric



- Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Rico-Gray, V. y A. Lot. 1983. Producción de hojarazca del manglar de la laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Biótica* 8(3): 295-301.
- Rzedowski, J. 1986. Claves para la identificación de los géneros de la familia *Compositae* en México, *Primera IMPRESION*, Instituto de Investigación de Zonas Áridas, Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 1-51 pp.
- Rzedowski, J. 1983. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.
- Saenger, P., E.J. Hegral and J.D. Davie 1981. *Global Status of Mangrove Ecosystems*. International Union for conservation of Nature and Natural Resources, 1-132p.
- Sánchez L. L. 1996. Plomo en agua - sedimento - hojas de manglar en el canal el zapote y la laguna "La Costa" en Tampico, Tam. Mex. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1-45 pp.
- Sánchez P. H. 1994. Los manglares de Colombia. In Suman D.O. 1994. *El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación*. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Sánchez-Vindas, P. E. 1990. *Myrtaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 62*. Jalapa, Ver., México.
- SEDESOL. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, Poder Ejecutivo, México.

- SEMARNAP. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-060-1999, que establece las condiciones para el manejo, conservación y aprovechamiento del manglar. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación, 16 de Agosto de 1999, Poder Ejecutivo, México.
- Sherrod C.L. y C. MacMillan. 1981. Black mangrove *Avicennia germinans*, in Texas: Past and present distribution. *Contribution in Marine Science*. Vol. 24:115-131.
- Sherrod C.L. y C. MacMillan. 1985. The distribution history and ecology of mangrove vegetation along the northern Gulf of México coastal region. *Contribution in Marine Science*. Vol. 28:129-140.
- Sherrod C.L., D.L. Hockaday y C. MacMillan. 1986. Survival of red mangrove, *Rhizophora mangle*, on the Gulf of Mexico coast of Texas. *Contribution in Marine Science*. Vol. 29:27-36.
- Skole D. y C. Tucker. 1998. Tropical Deforestation and Habitat Fragmentation in the Amazon: Satellite Data from 1978 to 1988. National Aeronautics and Space Administration's mission to planet Earth and the Eos Data Information System's Landsat Pathfinder Program, USA. 1-10 pp.
- Soberon -Chavez G. 1993. Necesidades de estudios multidisciplinarios para entender los humedales costeros. Bol. "Humedales Costeros de México" 1: 1 (9-10).
- Stedman-Edwards P. 1997. Socioeconomic root causes of biodiversity loss: An analytical approach paper for case studies. Macroeconomics for Sustainable Development Program Office. World Wide Fund for Nature. <http://www.panda.org/mpol/>. 1-281 pp.
- Storrs M. J. y M. Finlayson. 1997. Overview of the conservation status of wetlands of the northern territory. Supervising Scientist Report 116. Northern Territories University. Australia. 1-34 pp
- Suman D.O. 1994. Situación de los manglares en America latina y la cuenca del Caribe. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami,

- Florida, U.S.A. In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Fundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Tabares S. F. J. 1994. Evaluación de Plomo y Cromo en el cangrejo araña *Stenorhyncus seticornis* en la escollera norte del río Pánuco, Cd. Madero, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, México. 1-58 pp.
- Tchobanougous G. 1996. Ingeniería de aguas residuales, redes de alcantarillado y bombeo. Primera edición. McGraw Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 1560-1638 pp.
- Tellez Valdez, O., E. F. Cabrera Cano, E. Linares Mazari y R. Bye. 1989. Las Plantas de Cozumel (Guía botánico-turística de la Isla de Cozumel, Quintana Roo). Instituto de Biología, Universidad nacional Autónoma de México, México. 1-75 pp
- Tellez, R. y R. Foroughbakhch. 1990. plantas aprovechadas por el ganado caprino en una zona de matorral mediano espinoso del noreste de México. Reporte Científico No. 21. Fac. de Cienc. For. U.A.N.L. México, 1-31 pp.
- Thom, B. G. 1975. Mangrove Ecology From a Geomorphic Viewpoint. In: Walsh, G.; S. Snedaker and N. Tees. Proceedings of the international symposium on Biology and management of mangroves. Inst. Food Agr. Sc., Univ. Fla., Vol. II, 846 pp, Fla. USA.
- Tomlinson, P.B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press, New York. 1-413 pp.
- Torres Guzman, G. 1983. Contribución al estudio florístico de las Gramineas en los municipios de Tampico y Cd. Madero, Tamps., Mex. Tesis de Licenciatura en

- Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad del Noreste  
A. C. 1-146 pp
- Twilley R.R., A. E. Lugo y C. Patterson-Zucca. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forest in southwest florida. *Ecology*, 67(3), pp 670-683.
- UICN. 1998. Comunicación Técnica: Proyectos en Ejecución en Mesoamérica. 1-2 pp.
- UICN. 1998b. Comunicación Técnica: Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala. 1-3 pp.
- UNESCO. 1994. Convención relativa a los humedales de Importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. *Ramsar Convention Bureau, Suiza*.
- Vázquez Yanes, C. 1971. La vegetación de la laguna de Mandinga, Ver. *An. Onst. Biol. Univ. Autón. México* 42 Ser. Botánico1:49-94.
- Vázquez Yanes, C. 1980. Rhizophoraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 12. Jalapa, Ver., México.
- Vicente, M. O. 1994. Evaluación de los niveles de Cadmio en el "cangrejo topo" *Emerita talpoidea* al norte de la playa de Miramar, Cd. Madero, Tam. Mex. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, México. 1-39 pp
- Wetsman, W. E. 1985. *Ecology, impact assesment and environmental plannig*. Wiley Intersci. Pub. U.S.A. 1-532 pp
- Wolansky E., S. Spagnol y E.B. Lim. 1997. The importance of mangrove flocs in sheltering seagrass in turbid coastal waters. *Australian Institute of Marine Science. PMB N° 3, Qld., Australia*. 1-7pp.
- Wobis T. H., A.E.Céspedes, A. Balderrama A. y A. Vite R. 1994. Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio: Descripción y Diagnóstico de la

- Costa de Tamaulipas. Proyectos Biotecnológicos S.A, de C.V. México. 1-223 pp
- World Wide Fund For Nature. 1996. Climate Change and Biodiversity Conservation. 1-56 pp.
- Yañez-Arancibia A., D.Zárate L., J. L. Rojas-Galaviz y G. Villalobos Z.. Estudio de declaratoria como Area Ecológica de Protección de Flora y Fauna Silvestre de la Laguna de Términos, Campeche México). In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Fundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice - Hall Inc. Englewood, Cliffs, N.J. 1-718 pp.
- Zavala V. F. R. 1996. Niveles de plomo en el cormoran (*Phalacrocorax olivaceus*: *Phalacrocoracidae*) en el delta del río Tamesí, Tampico, Tam. México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, México. 1-52 pp.

Costa de Tamaulipas. Proyectos Biotecnológicos S.A, de C.V. México. 1-223 pp

World Wide Fund For Nature. 1996. Climate Change and Biodiversity Conservation. 1-56 pp.

Yañez-Arancibia A., D.Zárate L., J. L. Rojas-Galaviz y G. Villalobos Z.. Estudio de declaratoria como Area Ecológica de Protección de Flora y Fauna Silvestre de la Laguna de Términos, Campeche México). In Suman D.O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: Su manejo y conservación. Rosentiel School of Merine and Atmospheric Science, Miami, Florida y The Tinker Foundation, New York, N.Y. U.S.A. 1-257 pp.

Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice - Hall Inc. Englewood, Cliffs, N.J. 1-718 pp.

Zavala V. F. R. 1996. Niveles de plomo en el cormoran (*Phalacrocorax olivaceus*: *Phalacrocoracidae*) en el delta del río Tamesí, Tampico, Tam. México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, México. 1-52 pp.

## **RELACIÓN DE CUADROS**

---

**Cuadro 1. Superficies estimadas de los manglares a escala mundial.**

**Cuadro 2- Características estructurales de los manglares de la laguna de Términos, Campeche ( 18° 40' Latitud norte ) (Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983 ).**

**Cuadro 3.- Temperatura y precipitación media mensual, ponderada y media acumulada correspondiente al periodo 96-98 (CNA, 1998).**

**Cuadro 4. Características generales y estado de conservación de los sitios preliminares de manglar en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 5. Descripción de los sitios de manglar en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 6.- Aforos y descargas del río Tamesí (canal Americano) sobre el manglar de la laguna de la Costa, Tampico, México.**

**Cuadro 7. Escala de valores semicuantitativos de la Clasificación de asociaciones de Brawn-Blanquet (Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974), para los manglares del límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 8. Criterios de clasificación de la vegetación asociada a los manglares considerando atributos de uso y aprovechamiento para la región (modificado de Hernández *et. al.*, 1991).**

**Cuadro 9. Variables en la determinación de la tasa de crecimiento del manglar, en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 10. Niveles microtopográficos para la evaluación del reclutamiento de propágulos de los manglares del límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 11.- Clasificación de los factores antropogénicos conforme a la forma de incidencia en la ruta de energía en los manglares, en el límite tropical del Golfo de México (Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983; Lugo *et al.*, 1990).**

**Cuadro 12.- Ubicación de los sitios de manglar para la explotación de varas para la construcción de chrangas en el norte del estado de Veracruz, México.**

**Cuadro 13. Lista de los sitios preliminares de manglar evaluados para la definición de sitios definitivos en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 14a.- Especies de mangle en el límite tropical del Golfo de México (Escala de cobertura-abundancia de Brawn-Blanquet, 1932; según Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974).**

**Cuadro 14b.- Especies halófitas herbáceas en los manglares del límite tropical del Golfo de México (Escala de cobertura-abundancia de Brawn-Blanquet, 1932; según Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974).**

**Cuadro 14c.- Especies halotolerantes en los manglares del límite tropical del Golfo de México (Escala de cobertura-abundancia de Brawn-Blanquet, 1932; según Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974).**

**Cuadro 14d.- Especies glicófitas en los manglares del límite tropical del Golfo de México (Escala de cobertura-abundancia de Brawn-Blanquet, 1932; según Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974).**

**Cuadro 15. Índice de afinidad (Sørensen 1948) entre los sitios con manglar en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 16. Índice de Diversidad (Shanon, 1948) del estrato arbóreo de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 17. Rasgos fisionómicos de los manglares en el límite tropical del Golfo de México (Escala de cobertura-abundancia de Brawn-Blanquet, 1932; según Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974).**

**Cuadro 18. Determinación de cocientes de la comunidad de los manglares en el límite tropical del Golfo de México (Según Brower y Zar, 1977).**



**Cuadro 19. Correlación entre los parámetros poblacionales de los bosques con la salinidad intersticial del suelo (SIS) en los manglares del límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 20. Asociaciones vegetales en el ecotono de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 21. Asociaciones vegetales en el ecotono de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 22.- Especificaciones y características de los productos maderables extraídos de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 23.- Método de cosecha de la madera del manglar en el sistema lagunar estuarino la zona de influencia de los ríos Pánuco-Tamesí, México.**

**Cuadro 24.- tendencias en la tasa de explotación del manglar en la Laguna del Carpintero, Tampico, México.**

**Cuadro 25. Determinación del volumen y rendimiento económico de la madera de *L. racemosa* en un manglar de cuenca en la laguna de la Costa, Tampico, México.**

**Cuadro 26. Valores del peso fresco de los árboles de *R. mangle* para la estimación de biomasa en pié, en el estero Garrapatas, Altamira, México.**

**Cuadro 27. Incremento total (mm), por periodo, de un lote de árboles de *R. mangle* L. sujetos a la influencia de escurrimientos en el estero Garrapatas, Altamira, México.**

**Cuadro 28. Producción de biomasa neta (kg/ha), por periodo, de un lote de árboles de *R. mangle* L. sujetos a la influencia de escurrimientos en el estero Garrapatas, Altamira, México.**

**Cuadro 29. Incremento total del dap (mm), por periodo, de un lote de árboles de *L. racemosa* L. sujetos a la influencia de la marea en la laguna del Carpintero Tampico, México.**

**Cuadro 30. Producción de biomasa neta (kg/ha), por periodo, de un lote de árboles de *L. racemosa* L. sujetos a la influencia de la marea de la laguna del Carpintero, Tampico, México.**

**Cuadro 31. Valores del peso fresco de los árboles de *L. racemosa* estudiados para la estimación de biomasa en pié.**

**Cuadro 32. Incremento total (mm), por periodo, de un lote de árboles de *L. racemosa* L. sujetos a la influencia de los desbordamientos del río Tamesi, Tampico, México.**

**Cuadro 33. Producción de biomasa neta (kg/ha), por periodo, de un lote de árboles de *L. racemosa* L. sujetos a la influencia de los desbordamientos del río Tamesi, Tampico, México.**

**Cuadro 34. Análisis de Varianza Multifactorial del crecimiento diametral (dap) de los sitios de manglar en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 35. Frecuencias de ramoneo del ganado sobre las partes vegetativas de las especies de mangle en el límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 36. Análisis proximal (%) en Base Seca (BS) y Base Húmeda (BH) de diferentes materiales vegetativos de las especies de mangle del límite tropical del Golfo de México.**

**Cuadro 37. Análisis de Varianza de la digestibilidad ruminal de 3 materiales vegetativos de las especies de mangle en el límite tropical del Golfo de México.**

- Cuadro 38. Efectos de inundación- desecación experimental (semanal) en propágulos de *L. racemosa* y *A. germinans* ( Salinidad 5 ‰ de Na Cl)**
- Cuadro 39. Reclutamiento de plántulas de las especies de mangle en el límite tropical del Golfo de México.**
- Cuadro 40. Reclutamiento y condiciones fisiológicas de las plántulas de *R. mangle* en el estero Garrapatas, Altamira, México.**
- Cuadro 41. Análisis de Varianza Multifactorial de las plántulas de las especies de mangle a diferentes niveles de marea y tiempos de evaluación en la laguna del carpintero, Tampico, México.**
- Cuadro 42. Análisis de Varianza correspondiente al ensayo de germinación de propágulos de *L. racemosa* y *A. germinans* bajo diferente salinidad y tiempo de sumersión (sep-nov 96).**
- Cuadro 43. Análisis de Varianza del ensayo de germinación de propágulos de *L. racemosa* y *A. germinans*, a diferente salinidad y tiempo de sumersión, en presencia de 4 ml de Diesel (oct-nov 96).**
- Cuadro 44. Análisis de Varianza de la germinación de propágulos de *L. racemosa* , *A. germinans* y *C. erecta* en arena lavada y 10 ‰ de salinidad, en temperatura e iluminación natural.**
- Cuadro 45. Análisis de Varianza sobre la germinación de propágulos de *L. racemosa* , *A. germinans* y *C. erecta* en arena lavada y 10 ‰ de salinidad, 30 °C y 12 h de iluminación.**
- Cuadro 46. Cuantificación de impacto en los manglares del límite tropical del Golfo de México (adaptado de Sorensen, 1971; según Wetsman, 1985).**
- Cuadro 47. Clasificación y efecto de los factores de perturbación en las comunidades de manglar en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, México. (1-5) = tipo de tensor según Cintron et al. 1980 y Lugo et al 1990).**

**Cuadro 48. Características estructurales de las Charangas utilizadas en el estuario del río Pánuco, México:**

**Cuadro 49. Demanda de varas para charanga, por las Cooperativas de Producción Pesquera del Norte de Veracruz, México.**

**Cuadro 50. Producción estimada de madera seca y carbón para *L. racemosa*, de la zona norte de Veracruz, México.**

**Cuadro 51. Concentración de Plomo (ppm) en los hojas y ramas de tres arboles de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México (noviembre de 1997).**

**Cuadro 52. Concentración promedio de metales pesados (nov. 97) en diferentes compartimientos ecológicos de un manglar de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México.**

**Cuadro 53. Valores de correlación del crecimiento del manglar con algunos parámetros ambientales de la laguna de La Costa, Tampico, México.**

**Cuadro 54. Concentración de Plomo (ppm) en los hojas y ramas de tres árboles de *L. racemosa* de la laguna de la Costa, Tampico, México (Noviembre de 1997).**

**Cuadro 55. Capacidad depuradora del manglar de *L. racemosa* en la laguna de la Costa, Tampico, México.**

**Cuadro 56. Clasificación fisiográfica de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

## RELACIÓN DE FIGURAS

---

**Figura 1. - Ubicación geográfica de las zonas de manglares de estudio, alrededor de Tampico, México.** (*Superior derecha - Laguna de San Andrés; inferior derecha.- Marismas de Altamira, Tamaulipas; inferior izquierda.- laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.*)

**Figura 2. - Precipitación (mm.  $10^{-2}$ ) y Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en las zonas de manglar dentro del límite tropical del Golfo de México** (Comisión Nacional del Agua, 1997; Pecina com. per., 1998).

**Figura 3. Aforos (m) del nivel del Canal Americano con relación al límite promedio de descarga (L.M.D.) en la Laguna de la Costa, Tampico, México** (Pecina com. per., 1998).

**Figura 4 - Diagrama de balance hidráulico para la descripción de los cuerpos de agua, asociados a los manglares en el límite tropical del Golfo de México.** P = precipitación, I = Intercepción, ET = Evapotranspiración, Si = Entradas por escurrimientos superficiales, So = Descargas superficiales, Gi = Entradas desde el subsuelo, Go = Infiltración, T = Mareas ( Adaptado de Mitsch y Gooselink 1993).

**Figura 5a. Influencia de los escurrimientos, la marea y las descargas del río Tigre, hacia la laguna San Andrés, en el límite tropical del Golfo de México.** (*Flecha sencilla Azul intenso = descargas de agua dulce del río Tamesí; doble flecha violeta = refluo mareal desde el río Pánuco.*)

**Figura 5b. Influencia de los escurrimientos y la marea en los manglares del estero Garrapatas, en el límite tropical del Golfo de México.** (*Flecha unidireccional Azul intenso = descargas de agua dulce del río Tamesí; doble flecha violeta = refluo mareal desde el río Pánuco.*)

**Figura 5c. Influencia de los escurrimientos y la marea en los manglares del estero Garrapatas, en el límite tropical del Golfo de México.** (*Flecha sencilla Azul intenso = descargas de agua dulce del río Tamesí; doble flecha violeta = refluo mareal desde el río Pánuco.*)

**Figura 5d. Influencia de los escurrimientos y la marea de las descargas del río Tamesí, a través de los manglares, hacia la laguna La Costa, en el límite tropical del Golfo de México. (Flecha sencilla Azul intenso = descargas de agua dulce del río Tamesí; doble flecha violeta = refluo marea desde el río Pánuco).**

**Figura 5e. Esquema de la influencia hidráulica de las descargas del río Tamesí, a través de los manglares, hacia la laguna La Costa, en el límite tropical del Golfo de México. (Azul intenso, es el nivel normal del río; azul claro, es la descarga durante la inundación y la flecha, la dirección de la descarga).**

**Figura 6.- Diagrama metodológico para la estrategia de manejo racional de los manglares en límite tropical del Golfo de México.**

**Figura 7. Perfiles vegetacionales de los manglares el límite tropical del Golfo de México (Mb.- *L. racemosa* L. (Gaertn); Mr.- *R. mangle* L.; Mn.- *Avicennia germinans* L.; Mbo.- *Conocarpus erecta* L.; Mm.- Manglar mixto; Zr.- zona de reclutamiento de manglar. Sbs.- Selva baja subperenifolia; Mei.- Matorral espinoso inundable; Me.- Matorral espinoso; Ha.- Vegetación halófila; Dc.- Vegetación de dunas costeras; Ca.- Carrizal; Pi.- Pastizal inducido; Vs.- Vegetación secundaria; Rb.- Río; Es.- Estero; La - Laguna; Te.- Terrapién. Los son metros.**

**Figura 8. Distribución de las clases de edad (5.0 cm de amplitud) de tres sitios de manglar en el límite tropical del Golfo de México. Figura 10.- Producción de hojarasca en diferentes sitios de estudio de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Figura 9. Distribución de las densidades de las diferentes especies para los manglares en el límite tropical del Golfo de México. A) L. San Andrés (T.firme), B) L. San Andrés (Barra), C) E. Garapatas, D) L. Carpintero, E) L. Costa (I) y F) L. Costa (II).**

**Figura 10.- Producción de hojarasca en diferentes sitios de estudio de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Figura 11. Tendencias de extracción de árboles de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Figura 12. Tasas de extracción de madera marcado en el manglar de la laguna del Carpintero (sitios I, II y III), Tampico, México.**

**Figura 13. Producción neta de biomasa por periodo de un lote de árboles de *L. racemosa* L. sujetos a la influencia de los desbordamientos del río Tamesí, Tampico, México.**

**Figura 14. Efectos de los vientos huracanados en la época de ciclones (sep-oct 96), en la producción propágulos de los manglares en el límite tropical del Golfo de México.**

**Figura 15. Modelo de dispersión de los propágulos de las especies de mangle en el límite tropical del Golfo de México.**

**Figura 16. Distribución de las plántulas de *L. racemosa* en los diferentes niveles de marea de la laguna del Carpintero, Tampico, México.**

**Figura 17. Distribución de las plántulas de *L. racemosa* en los diferentes niveles de marea de la laguna del Carpintero, Tampico, México.**

**Figura 18. Distribución de las plántulas de *L. racemosa* en los diferentes niveles de marea en la laguna La Costa, Tampico, México.**

**Figura 19. Distribución de las plántulas de *L. racemosa* para dos tiempos de evaluación en la transición con el ecotono terrestre la laguna La Costa, Tampico, México.**

**Figura 20. Cambios en la altura de un lote de plántulas de *L. racemosa* en la franja inmediata del manglar, para tres periodos de evaluación en la transición con el ecotono terrestre dominado por *Arundo donax*, en la laguna La Costa, Tampico, México.**

**Figura 22. Supervivencia de plántulas de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erecta*, en condiciones ambientales naturales (nov-abr 96).**

**Figura 23. Diagramas de balance hidráulico para a) Lagunas del Carpintero, La Costa, San Andrés y Pueblo Viejo y b) estero garrapatas y Marismas de Altamira, asociados a los manglares en el límite tropical del Golfo de**

**México.** P = precipitación, ET = Evapotranspiración, Si = Entradas por escurrimientos superficiales, So = Descargas superficiales, Gi = Entradas desde el subsuelo, Go = Infiltración, T = Mareas ( Adaptado de Mitsch y Gooselink 1993).

**Figura 24. Esquema de las características de los cambios topográficas y su efecto en el régimen hidráulico del manglar en el estero Garrapatas, Altamira, (A) y la Laguna del Carpintero (B), Tampico, México.**

**Figura 25. Distribución de las clases de edad de *L. racemosa* en los sitios de explotación de varas, en el Norte de Veracruz, México.**



# **ANEXO 1**

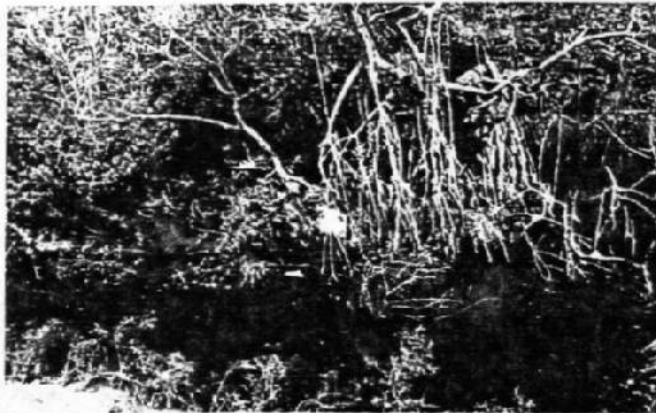
## **Fotografías**

## FOTOGRAFÍAS

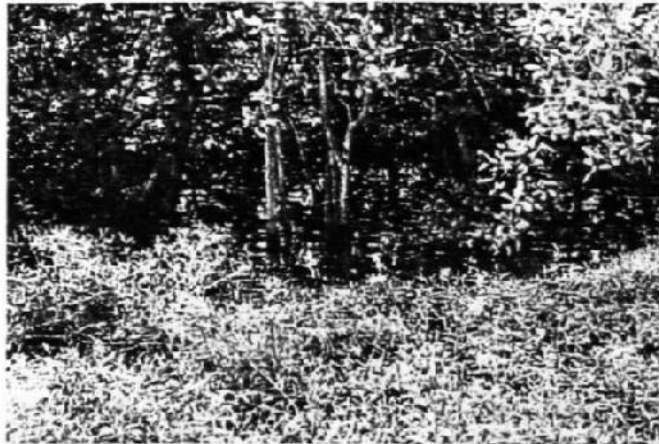
1. **Manglares de *Avicennia germinans* en la launa de San Andrés.**
2. **Mangla de *Rhizophora mangle* en el estero Garrapatas.**
3. **Manglar de *L. racemosa* en la laguna del Carpintero.**
4. **Manglar de *L. racemosa* en la laguna La Costa.**
5. **Marca para identificar y medir los árboles de mangle.**
6. **Tipos de fustes de mangle para la obtención de madera.**
7. **Zona de corte de la madera de mangle, en la laguna la Costa.**
8. **Tocon de *L. racemosa* después del corte de la madera.**
9. **Vara resultante del corte de *L. racemosa*.**
10. **Transporte de la madera a los sitios de pre-construcción de la charangas.**
11. **Armado de la charanga *in situ*, en la laguna La Costa.**
12. **Aspecto general de la charanga construida y en operación.**
13. **Madera de *L. racemosa* utilizada para cimbra en la construcción.**
14. **Reducción de la densidad del manglar, por el efecto del corte de madera en la laguna La Costa.**
15. **Reclutamiento natural de *R. mangle* en la laguna de San Andrés.**
16. **Reclutamiento natural de *L. racemosa* en la laguna del Carpintero.**
17. **Regeneración natural de un rodal de *L. racemosa* en la laguna del Carpintero.**
18. **Regeneración natural con *L. racemosa*, de un manglar deforestado en la laguna La Costa.**
19. **Bosque de *L. racemosa* en etapa avanzada de regeneración natural, posterior a una cosecha intensa de madera.**
20. **Daños al manglar del estero Garrapatas por las actividades de tendido de líneas de conducción de hidrocarburos.**
21. **Propágulos de *L. racemosa* recién cosechados.**
22. **Propágulos de *L. racemosa* en etapa de pregerminación, previo a los ensayos biológicos.**
23. **Plántulas de *L. racemosa* utilizadas para las pruebas de germinación y ensayos.**



1. Manglares de *Avicennia germinans* en la launa de San Andrés.



2. Mangla de *Rhizophora mangle* en el estero Garrapatas.



3. Manglar de *L. racemosa* en la laguna del Carpintero.



4. Manglar de *L. racemosa* en la laguna La Costa.



5. Marca para identificar y medir los árboles de mangle.



6. Tipos de fustes de mangle para la obtención de madera.



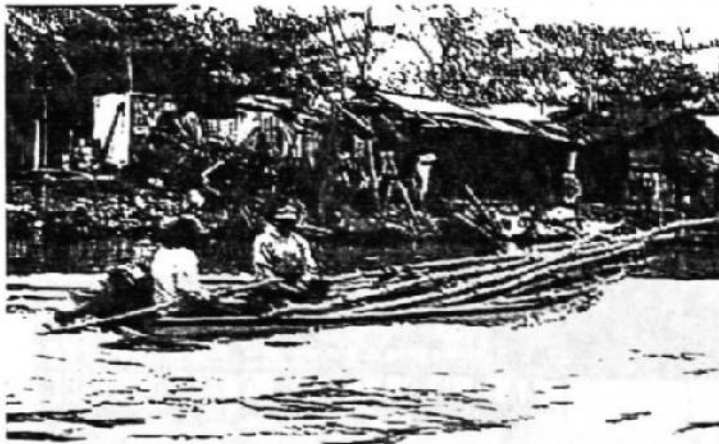
7. Zona de corte de la madera de mangle, en la laguna la Costa.



8. Tocon de *L. racemosa* después del corte de la madera.



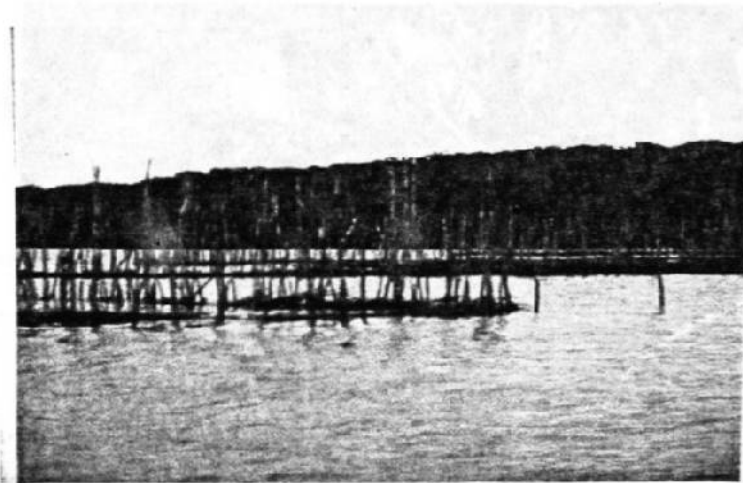
9. Vara resultante del corte de *L. racemosa*.



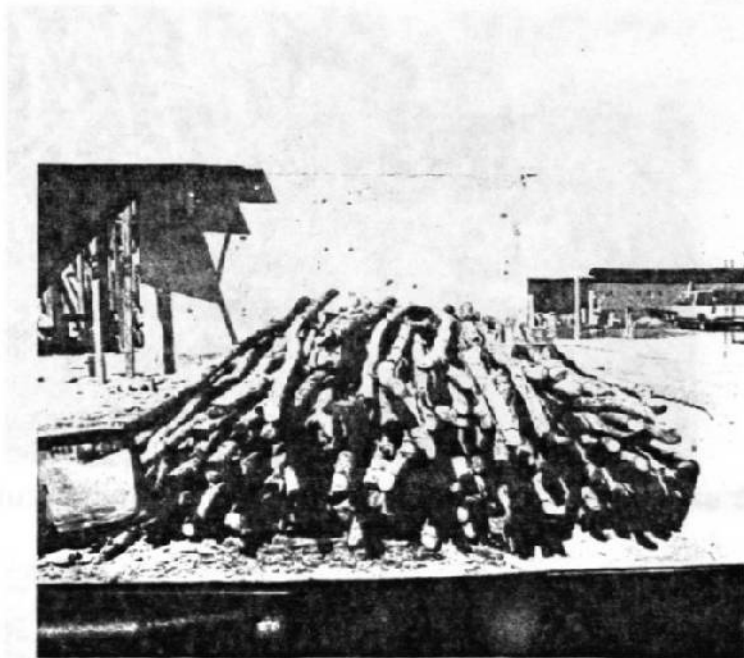
10. Transporte de la madera a los sitios de pre-construcción de la charangas.



11. Armado de la charanga *in situ*, en la laguna La Costa.



12. Aspecto general de la charanga construida y en operación.

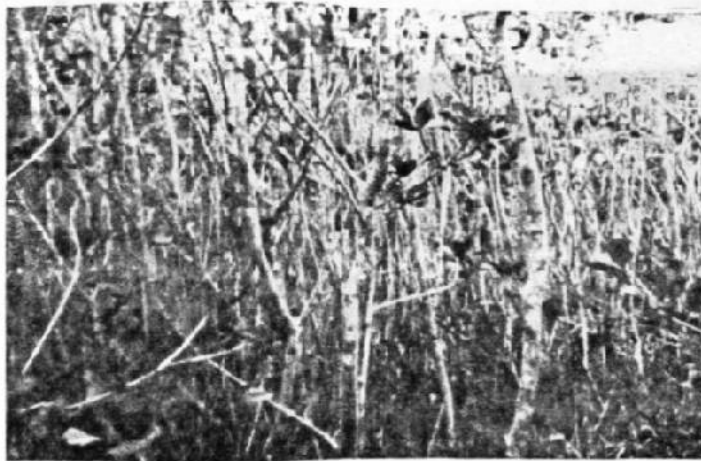


13. Madera de *L. racemosa* utilizada para cimbra en la construcción.



14. Reducción de la densidad del manglar, por el efecto del corte de madera en la laguna La Costa.





15. Reclutamiento natural de *R. mangle* en la laguna de San Andrés.



16. Reclutamiento natural de *L. racemosa* en la laguna del Carpintero.



17. Regeneración natural de un rodal de *L. racemosa* en la laguna del Carpintero.



18. Regeneración natural con *L. racemosa*, de un manglar deforestado



19. Bosque de *L. racemosa* en etapa avanzada de regeneración natural,



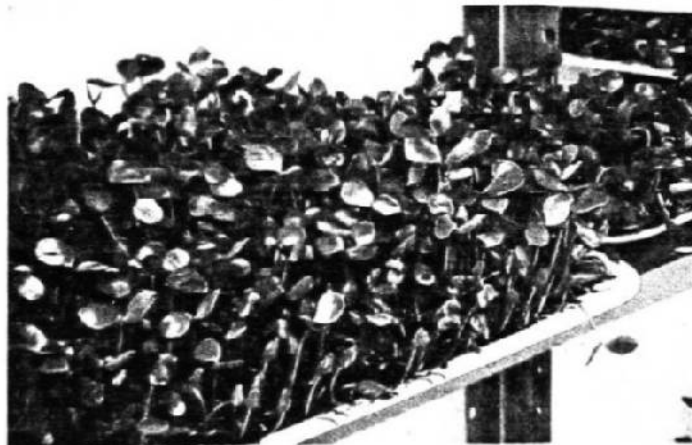
20. Daños al manglar del estero Garrapatas por las actividades de tendido de líneas de conducción de hidrocarburos.



21. Propágulos de *L. racemosa* recién cosechados.



22. Propágulos de *L. racemosa* en etapa de pregerminación,



23. Plántulas de *L. racemosa* utilizadas para las pruebas de germinación y ensayos.

# **ANEXO 2**

Lista de especies por asociaciones botánicas en el ecotono de los manglares, en el límite tropical del Golfo de México (Escala de abundancia Según Mueller-Dombois y Ellenberg 1974).

Asociaciones/ Especies	Sitios de manglar										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Ecotono Acuático</b>											
<b>Cebadales (Cbs)</b>											
<i>Talasia</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	5
<b>Acuáticas emergentes (Ae)</b>											
<i>Typha dominguensis</i>	-	-	+	+	-	5	-	-	r	-	-
<i>Scirpus validus</i>	-	-	+	+	-	1a	r	r	+	-	-
<i>Crinum erubescens</i>	-	-	3	3	-	-	-	-	2	-	-
<b>Carrizal (Crr)</b>											
<i>Arundo donax</i>	-	-	4	1a	-	3	-	-	-	-	-
<i>Achrostichum aureum</i>	-	r	-	1b	-	1b	2	-	1b	-	-
<i>Ipomoea</i> spp	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phragmites australis</i>	-	-	-	-	-	1b	1b	-	-	-	-
<b>Matorral espinoso inundable (según Lugo, Brinson y Brown, 1990) (Mei).</b>											
<i>Mimosa pigra</i>	-	1b	2	r	-	r	1b	1b	1b	r	-
<i>Heliotropium curassavicum</i>	-	-	-	-	-	-	r	r	r	r	R
<i>Solanum</i> sp	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	-
<i>Bacopa monierii</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-
<b>Halófitas (HI)</b>											
<i>Salicornia ambigua</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	r	1a	3
<i>Lycium carolinianum</i>	r	-	-	-	-	-	-	r	+	r	+
<i>Borrhicia frutescens</i>	5	-	-	-	r	-	3	r	1a	+	+
<b>Ecotono Terrestre</b>											
<b>Vegetación de Dunas Costeras (VDC)</b>											
<i>Distichlis spicata</i> ,	5	-	4	-	4	-	2	2	1a	4	4
<i>Spartina spartinae</i>	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	2
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	r	R
<i>Ipomoea</i> sp.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	r	R
<i>Suaeda</i> sp.	-	-	-	-	1a	-	-	-	r	1a	3
<i>Uniola paniculata</i>	-	-	-	-	3	-	r	-	-	r	-
<b>Bosque perennifolio y deciduo ripario.</b>											
<i>Salix humboldtiana</i>	-	-	1b	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea aff. aquatica</i>	-	-	-	2	-	1b	-	-	1b	-	-
<i>Trichilia havanensis</i>	1b	1b	-	2	-	-	-	-	-	-	-

1.- Laguna del Carpintero; 2.- Canal del Dique 7; 3.- Canal Americano; 4.- Canal del Zapote; 5.- Dunas costeras de Altamira (Sotavento); 6.- Delta del Río Tamesí; 7.- Estero Garrapatás; 8.- Laguna de Pueblo Viejo; 9.- Libramiento Poniente; 10.- Marismas de Altamira y 11.- Laguna de San Andrés.

Continuación Lista de especies...

Asociaciones/ Especies	Sitios de manglar										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Ecotono Terrestre (Continuación)</b>											
<b>Selva Baja Subcaducifolia (SBS)</b>											
<i>Brosimum alicastrum</i>	-	-	-	-	-	-	1b	-	-	-	-
<i>Bahuinia macranthera</i>	-	-	-	-	-	-	1b	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	3	1b	1b	-	-	1b	-	-	-	-
<i>Bahuinia variegata</i>	-	-	-	-	-	-	1b	-	-	-	-
<i>Piscidia piscipula</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Leucaena pulverulenta</i>	4	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Clorophora tinctoria</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Ficus cotinifolia</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Croton niveus</i>	-	-	-	-	-	-	1b	-	-	-	-
<b>Matorral Espinoso (Me)</b>											
<i>Acacia farnesiana</i>	2	-	1b	-	-	-	2	+	1b	r	1b
<i>Prosopis juliflora</i>	-	-	-	-	-	-	1b	-	-	-	-
<i>Pithecellobium ebanum</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Phyllostillon brasiliense</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Pithecellobium pallens</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Senna sp.</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Parkinsonia aculeata</i>	-	-	1b	1b	-	-	R	+	r	-	2
<i>Randia aculeata</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Pithecellobium dulce</i>	-	-	-	-	-	-	1b	-	-	-	-
<i>Croton punctatus</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Opuntia leptocaulis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>O. lindheimieri</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Bromelia pinguin</i>	-	-	-	-	-	-	1*	-	-	-	-

1.- Laguna del Carpintero; 2.- Canal del Dique 7; 3.- Canal Americano; 4.- Canal del Zapote; 5.- Dunas costeras de Altamira (Sotavento); 6.- Delta del Río Tamesí; 7.- Estero Garrapatas; 8.- Laguna de Pueblo Viejo; 9.- Libramiento Poniente; 10.- Marismas de Altamira y 11.- Laguna de San Andrés.

# **ANEXO 3**

**Modelo modificado de Tramas de Sorensen (1971, 1972), según Westman (1985), para la determinación del índice del impacto ambiental en los manglares del límite tropical del Golfo de México.**

**Descripción del Procedimiento de evaluación**

1. Se definen las influencias incidentes (impactos) en el ecosistema y se catalogan de acuerdo con el cuadro anexo.
2. Se determinan la condición inicial originada una vez que se el factor de impacto incide en el ecosistema.
3. Se establece el efecto derivado del factor de impacto.
4. Se multiplica cada una de las columnas del cuadro: magnitud x condición inicial x efecto (Escala del Intervalo 1-10), obteniéndose un valor que se encuentra entre 0 y 1000, para cada uno de los factores de perturbación.
5. Se obtiene el valor promedio del índice para cada sitio, con el cual se define el nivel de daño causado por todos los factores de impacto identificados en la comunidad.



**Valores aplicados al Modelo modificado de Tramas de Sorensen (1971, 1972),  
según Westman (1985), para la determinación del índice del impacto  
ambiental en los manglares del límite tropical del Golfo de México.**

<b>Magnitud</b>		<b>Condición Inicial</b>		<b>Efectos</b>	
<b>Agua</b>					
Crónica	<b>10</b>	Desecamiento	<b>10</b>	Muerte total	10
Intermitente	<b>8</b>	Drenado	<b>9</b>	Respiración	9
Temporal	<b>6</b>	Dulcificación	<b>8</b>	Fotosíntesis	8
Aguda	<b>4</b>	Dilución	<b>7</b>	Producción	7
Ligera	<b>2</b>	Salinización	<b>8</b>	Crecimiento	8
Normal	<b>0</b>	Intercambio Hid.	<b>5</b>	Nutrición	5
		Desviación	<b>4</b>	Regeneración	4
		Aceites e Hidroc.	<b>3</b>	Diversidad	3
		Contam. Org y Mets.	<b>2</b>	Dominancia	2
		Contam. Nuts.	<b>1</b>	Estructura	1
		Normal	<b>0</b>	Ninguno	0
<b>Suelo</b>					
		Sepultamiento	<b>10</b>		
		Rellenos	<b>8</b>		
		Compactación	<b>6</b>		
		Sedimentación	<b>4</b>		
		Erosión	<b>2</b>		
		Normal	<b>1</b>		
<b>Vegetación</b>					
		Destrucción	<b>10</b>		
		Extensión	<b>8</b>		
		Competencia	<b>6</b>		
		Densidad	<b>4</b>		
		Biomasa	<b>2</b>		
		Normal	<b>0</b>		



